РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СТРОИТЕЛЕЙ
(РНТО СТРОИТЕЛЕЙ)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 17532043-001-2005

НОРМЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Москва
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН РНТО строителей совместно со специалистами других организаций

2 ОДОБРЕН И ВВЕДЕН в действие с 1 января 2006 г. решением Бюро совета РНТО строителей от 28 октября 2005 г.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без письменного разрешения РНТО строителей.

ISBN 5-9685-0035-2

© РНТО строителей, 2006

Содержание

1. Общие положения 1

2. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций 3

3. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций 9

4. Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций 11

5. Теплоустойчивость ограждающих конструкций 13

6. Эксплуатационная энергетическая характеристика зданий 15

Приложения:

1. Карта зон влажности 18

2. Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности 19

3. Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций 19

4. Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек 26

5. Схемы теплопроводных включений в ограждающих конструкциях 26

6. Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей 26

7. Коэффициенты поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции 27

8. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств 28

9. Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций 28

10. Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) 29

11. Сопротивление паропроницанию листовых материалов и тонких слоев пароизоляции 30

12. Характеристики конструкций энергоэффективных окон 30

13. Методика определения срока окупаемости конструкций энергоэффективных окон 31

14. Методика определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций 32

15. Методика определения эксплуатационной энергетической характеристики зданий 35

16. Потенциал энергосберегающих технических решений и мероприятий (экспертная оценка) 41

Нормативные документы, на которые даны ссылки в стандарте 001-2005 42

Список литературы 42

Пояснения к стандарту 001-2005 43

Введение

Стандарт РНТО строителей разработан в соответствии с требованиями ст. 12 и ст. 17 Федерального закона «О техническом регулировании» для добровольного применения в целях, указанных в ст. 11, в том числе для:

повышения уровня безопасности жизни или здоровья граждан путем поддержания в зданиях заданных параметров микроклимата исходя из санитарно-гигиенических требований;

выполнения требований воздухообмена по снижению до предельно допускаемой концентрации (ПДК) вредных веществ в помещениях;

обеспечения научно-технического прогресса при проектировании и строительстве зданий;

повышения уровня безопасности эксплуатируемых зданий с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

энергосбережения, рационального использования материальных и денежных ресурсов при строительстве и эксплуатации зданий.

Настоящий стандарт разработан Российским научно-техническим обществом строителей совместно со специалистами других организаций.

РНТО строителей — творческое самоуправляемое, некоммерческое формирование, объединяющее на добровольных началах представителей научно-технической интеллегенции, новаторов строительного производства в целях поддержки и стимулирования творческих инициатив в интересах научно-технического прогресса в строительном комплексе Российской Федерации. Президент РНТО строителей Б.А. Фурманов.

Авторский коллектив: д-р техн. наук проф. *Г.С. Иванов* (руководитель), д-р техн. наук проф. *В. Г. Гагарин* (РНТО строителей), д-р техн. наук проф. *В. И. Прохоров*, канд. техн. наук *О.Д. Самарин* (МГСУ), канд. техн. наук *Н.Л. Гаврилов-Кремичев* (ССК Информ), канд. техн. наук *Г.П. Васильев* (ИНСОЛАР-ИНВЕСТ), канд. техн. наук *А.В. Спиридонов* (АПРОК), канд. техн. наук *В.И. Мелихов* (ВНИИжелезобетон).

В разработке стандарта приняли участие: д-р техн. наук проф. *Г.П. Сахаров* (МГСУ), канд. техн. наук *Д.Ю. Хромец* (АПРОК), инж. *В.Б. Лебедьков* (ООО «СТРОЙИНТЕЛ), канд. техн. наук *В.Г. Довжик* (ВНИИжелезобетон), канд. техн. наук *Т.А.Ухова*, канд. техн. наук *В.Н. Ярмаковский* (НИИЖБ).

Замечания и предложения просим направлять по адресу:
для писем 109125, Москва, а/я 3,
тел. (495) 913-30-95.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

НОРМЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Дата введения 2006-01-01

1. Общие положения

1.1. Настоящий стандарт предназначен для добровольного применения при проектировании ограждающих конструкций новых, капитально ремонтируемых и реконструируемых зданий (жилых, общественных и производственных зданий) с нормируемыми температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха.

1.2. Стандарт разработан исходя из требований ст. 12 и ст. 17 Федерального закона «О техническом регулировании», связанных с обеспечением безопасности жизни и сохранением здоровья граждан при их пребывании в жилищах, помещениях учреждений и предприятий профессиональной деятельности, учебных, лечебных, культурно-просветительных и иных комплексах в условиях климатических и техногенных эксплуатационных воздействий, на основе выполнения требований надежности, теплошумозащиты, пожарной, экологической и радиационной безопасности.

1.3. Выбор конструктивных решений ограждающих конструкций зданий следует производить на основе оценки технико-экономической целесообразности их применения, исходя из особенностей природно-климатических и социальных условий территорий застройки, возможностей отечественной базы стройиндустрии, при учете национальных интересов России.

В проектах ограждающих конструкций и зданий должно быть обеспечено максимальное снижение материалоемкости, энергопотребления, трудоемкости и стоимости строительства при заданной рентабельности дополнительных капиталовложений.

1.4. Снижение ресурсопотребления на отопление, вентиляцию, горячее и холодное водоснабжение, электроснабжение зданий должно достигаться за счет применения в проектах комплекса высокорентабельных технических решений и мероприятий, в том числе:

а) использования рациональных объемно-планировочных решений при обеспечении наименьшей площади наружных стен и допустимой по условиям освещенности площади окон и балконных дверей;

б) ограничения до минимально допустимых санитарно-гигиенических требований притока инфильтрующегося холодного воздуха через окна, балконные двери, швы (стыки) в наружных стенах;

в) оптимизации уровня теплозащиты наружных стен, чердаков и подвальных перекрытий исходя из условий обеспечения заданной рентабельности дополнительных капиталовложений на их утепление при учете стоимости сэкономленной тепловой энергии;

г) применения новых конструкций энергоэффективных окон с повышенным уровнем теплозащиты и минимальной воздухопроницаемостью притворов и фальцев, а также с теплоотражающими пленками и покрытиями, обеспечивающими снижение теплопотерь в зимний период и солнцезащиту летом;

д) применения систем с механической вентиляцией и рекуперацией низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов с использованием ее на нужды горячего водоснабжения, а также на подогрев приточного воздуха;

е) применения авторегулируемых систем отопления и эффективных нагревательных приборов отопления; поквартирного учета расхода тепловой энергии;

з) утепления вводов горячего водоснабжения, горизонтальных разводок в подвалах и чердаках, а также стояков.

1.5. В целях обеспечения требуемой долговечности и экологической безопасности зданий следует:

а) применять в проектах конструкционные и теплоизоляционные материалы, одновременно отвечающие требованиям теплозащиты, эксплуатационной надежности и экологической безопасности;

б) исключить вероятность накопления парообразной и капельной влаги в материалах ограждающих конструкций при эксплуатации зданий в период неблагоприятных климатических и техногенных воздействий;

в) применять для отделки фасадов зданий морозостойкие отделочные материалы, обеспечивать надежный отвод атмосферных и талых вод с отмостки и крыш зданий, а также исключать образование наледей на водосливах, карнизах и стенах;

г) предусматривать защиту внутренней и наружной поверхностей стен от воздействия влаги

(производственной и бытовой) и атмосферных осадков (устройством облицовки или штукатурки, окраской водостойкими составами и др.).

1.6. Влажностный режим помещений зданий и сооружений в зимний период в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать согласно табл. 1.

Таблица 1

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	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

Зоны влажности территории РФ следует принимать по прил. 1.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства следует устанавливать согласно прил. 2.

1.7. Гидроизоляцию стен от увлажнения грунтовой влагой следует предусматривать (с учетом материала и конструкции стен):

- горизонтальную — в стенах (наружных, внутренних и перегородках) выше отмостки здания или сооружения, а также ниже уровня пола цокольного или подвального этажа;
- вертикальную — подземной части стен с учетом гидрогеологических условий и функционального назначения подвальных помещений.

1.8. Полы на грунте в помещениях с нормируемой температурой внутреннего воздуха, расположенные выше отмостки здания или ниже нее не более чем на 0,5 м, должны быть утеплены в зоне шириной 0,8 м примыкания пола к наружным стенам путем укладки по грунту слоя неорганического влагостойкого утеплителя с уровнем теплозащиты не менее термического сопротивления наружной стены.

1.9. В качестве обязательной эксплуатационной энергетической характеристики вновь проектируемых, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий следует принимать удельные энергозатраты, кВт·ч/(м^2·год), отапливаемой площади или, кВт·ч/(м^3·год), отапливаемого объема.

1.10. Оценку результативности применяемых в проектах энергосберегающих технических решений и организационно-технических мероприятий следует производить исходя из требований потребителя, как правило, при выполнении условия

$$\eta_{эф} = q_1/q_2 \geq 2,$$

где q_1 — удельные энергозатраты здания-аналога (базисного варианта), кВт·ч/(м^2·год);

q_2 — удельные энергозатраты здания для проектируемого варианта, кВт·ч/(м^2·год).

1.11. Величина экономии энергоресурсов в проектах вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий устанавливается в соответствии с требованиями технического регламента, а при отсутствии таковых задание по экономии тепловой и электрической энергии устанавливается заказчиком в процентном отношении к принятому зданию-аналогу и утверждается в техническом задании на проектирование.

1.12. В целях достижения требуемых показателей ресурсосбережения исполнитель может разработать и осуществить в проекте собственное или любое другое техническое решение или мероприятие как наиболее рациональное в конкретной ситуации при учете местных природно-климатических условий и наличия материально-технических ресурсов. Возможность применения таких решений должна быть подтверждена расчетом, результатами исследований или другим способом.

1.13. В качестве базисного варианта следует принимать здание с минимально допустимым уровнем теплозащиты ограждающих конструкций, требуемым сопротивлением теплопередаче $R_o^{тр}$, определяемым по формуле (1), а для реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий — при их фактически существующем уровне теплозащиты $R_o^{ф}$.

1.14. При определении эксплуатационной энергетической характеристики реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий для базисного варианта следует принимать кратность воздухообмена K_p, 1/ч, по результатам натурных обследований.

При отсутствии данных кратность воздухообмена в базисном варианте допускается принимать: для жилых зданий — 1,5 1/ч, для общественных — по п. 6.3 при коэффициенте температурной эффективности устройств утилизации теплоты $k_{эф} = 0$.

1.15. Экономическую целесообразность принимаемых в проекте вариантов ограждающих конструкций оценивают в сопоставимых условиях по двум характеристикам:

- величиной чистой прибыли $S(m)$, руб/м^2, за расчетный период N, лет, от суммарной стоимости ежегодно сберегаемой тепловой энергии $P(m)$, руб/(м^2·год), за вычетом дополнительных затрат $\Delta C(m)$, руб/м^2, при расчетном сроке их окупаемости $t(m)$, лет, по формуле (14.1) прил. 14;

• показателем рентабельности (сроком окупаемости) дополнительных капиталовложений на утепление ограждающей конструкции, определяемой по прил. 13 при учете ставки банковского кредита, но не более обратной величины ставки рефинансирования.

Очередность применения энергосберегающих мероприятий определяется по прил. 15 (табл. 15.2, 15.4 и 15.4а) исходя из минимальной величины расчетного срока окупаемости дополнительных капиталовложений.

2. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

2.1. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$, определяемого по формуле (1) из условий санитарно-гигиенической безопасности людей, и не более экономически целесообразного сопротивления теплопередаче $R_o^{эк}$, определяемого по формуле (14); для светопрозрачных ограждений — по табл. 10. Для неоднородных ограждающих конструкций приведенное сопротивление теплопередаче R_o конструкции определяют согласно пп. 2.6, 2.7.

Требуемое сопротивление теплопередаче внутренних ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий) между помещениями с нормируемой температурой воздуха следует определять при разности расчетных температур воздуха в этих помещениях более 3 °С.

2.2. Требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$, м^{2}·°С/Вт, ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), следует определять по формуле

$$R_o^{тр} = \frac{n(t_в - t_н)}{\Delta t^н \alpha_в}, \qquad (1)$$

где $n \le 1$ — коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 2);

$t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно ГОСТ 30494—96 (12.1.005—88) и нормам проектирования соответствующих зданий;

$t_н$ — расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 ($t_н^{0,92}$) по СНиП 23-01-99*;

$\Delta t^н$ — нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 3;

$\alpha_в$ — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4.

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$ дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее $0{,}6R_o^{тр}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле (1) при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92.

Примечание. При определении требуемого сопротивления теплопередаче внутренних ограждающих конструкций в формуле (1) следует принимать $n = 1$ и вместо $t_н$ — расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

2.3. Термическое сопротивление $R_к$, м^{2}·°С/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции,

Таблица 2

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия, перекрытия чердачные и над проездами, перекрытия над холодными подвалами и подпольями в Северной строительно-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 строительно-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, расположенных выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица 3

Здания и помещения	Нормативный температурный перепад $\Delta t^н$, °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Здания жилые, лечебно-профилактические, детских учреждений, школ, учебных центров, интернатов, гостиниц, общежитий, домой престарелых и инвалидов, общежитий	6	4	2
2. Общественные здания, кроме указанных в поз. 1, и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	7	5,5	2,5
3. Производственные здания с сухим и нормальным режимами	$t_в - t_р$, но не более 8	0,8 ($t_в - t_р$), но не более 7	2,5*
4. Производственные здания, а также помещения общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий с влажным или мокрым режимом	$t_в - t_р$	$0,8(t_в - t_р)$	2,5*
5. Здания картофеле- и овощефруктохранилищ	$t_в - t_р$	$t_в - t_р$	2,5*
6. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 %	12	12	2,5*

* Величины нормативного температурного перепада $\Delta t^н$ для перекрытий над проездами и подпольями относятся только к участкам с постоянными рабочими местами.

Обозначения, принятые в таблице 3:

$t_в$ — то же, что и в формуле (1);

$t_р$ — температура точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым по ГОСТ 12.1.005—88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений; для зданий картофеле- и овощефруктохранилищ температуру точки росы следует определять по максимально допустимым расчетным значениям температуры и относительной влажности внутреннего воздуха в соответствии с нормами технологического проектирования.

Таблица 4

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$, Вт/(м²·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a < 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Зенитных фонарей	9,9

Примечание. Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.

а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_к = \frac{\delta}{\lambda}, \qquad (2)$$

где δ — толщина слоя, м;

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по прил. 3.

2.4. Сопротивление теплопередаче $R_о$, м²·°С/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_о = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (3)$$

где $\alpha_в$ — то же, что и в формуле (1);

$R_к$ — термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, определяемое (однородной) однослойной — по формуле (2), многослойной — в соответствии с пп. 2.5 и 2.6;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м^2·°С), принимаемый по табл. 5.

Таблица 5

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий $\alpha_н$, Вт/(м^2·°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, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	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

При определении $R_к$ слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

2.5. Термическое сопротивление $R_к$, м^2·°С/Вт, ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_к = R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{в.п}, \qquad (4)$$

где R_1, R_2, .., R_n — термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемые по формуле (2);

$R_{в.п}$ — термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по прил. 4.

2.6. Приведенное термическое сопротивление $R_к^{пр}$, м^2·°С/Вт, неоднородной ограждающей конструкции (многослойной каменной стены облегченной кладки с теплоизоляционным слоем и т.п.) определяется следующим образом:

а) плоскостями, параллельными направлению теплового потока, ограждающая конструкция (или часть ее) условно разрезается на участки, из которых одни участки могут быть однородными (однослойными) — из одного материала, а другие неоднородными — из слоев различных материалов, и термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_а$ определяется по формуле

$$R_а = \frac{F_1 + F_2 + ... + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + ... + \frac{F_n}{R_n}}, \qquad (5)$$

где F_1, F_2, ..., F_n — площади отдельных участков конструкции, м^2;

R_1, R_2, ..., R_n — термические сопротивления тех же участков конструкции, определяемые по формуле (4) для однородных участков и по формуле (5) для неоднородных участков, м^2·°С/Вт;

б) плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, ограждающая конструкция (или часть ее, принятая для определения $R_а$) условно разрезается на слои, из которых одни слои могут быть однородными — из одного материала, а другие — неоднородными — из однослойных участков разных материалов. Термическое сопротивление однородных слоев определяют по формуле (4), неоднородных — по формуле (5) и термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_о$ как сумму термических сопротивлений отдельных однородных и неоднородных слоев — по формуле (5).

Приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_к^{пр} = \frac{R_а + 2R_б}{3}. \qquad (6)$$

Если величина $R_а$ превышает величину $R_б$ более чем на 25 % или ограждающая конструкция не является плоской (имеет выступы на поверхности), то приведенное термическое сопротивление $R_к^{пр}$ такой конструкции следует определять на основании расчета температурного поля следующим образом:

по результатам расчета температурного поля при $t_в$ и $t_н$ определяются средние температуры, °С, внутренней $\tau_{в.ср}$ и наружной $\tau_{н.ср}$ поверхностей ограждающей конструкции и вычисляется величина плотности теплового потока $q^{расч}$, Вт/м^2, по формуле

$$q^{\text{расч}} = \alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - \tau_{\text{в.ср}}) = \alpha_{\text{н}}(t_{\text{н}} - \tau_{\text{н.ср}}), \quad (7)$$

где $\alpha_{\text{в}}$, $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ — то же, что и в формуле (1);
$\alpha_{\text{н}}$ — то же, что и в формуле (3);
приведенное термическое сопротивление конструкций определяется по формуле

$$R_{\text{к}}^{\text{пр}} = (\tau_{\text{в.ср}} - \tau_{\text{н.ср}})/q^{\text{расч}}. \quad (8)$$

2.7. Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{\text{о}}$, м^{2}·°С/Вт, неоднородных ограждающих конструкций следует определять по формуле

$$R_{\text{о}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})/q^{\text{расч}}, \quad (9)$$

где $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ — то же, что и в формуле (1);
$q^{\text{расч}}$ — то же, что и в формуле (7).

Допускается приведенное сопротивление теплопередаче $R_{\text{о}}$ наружных стен зданий определять по формуле

$$R_{\text{о}} = R_{\text{о}}^{\text{усл}} r, \quad (10)$$

где $R_{\text{о}}^{\text{усл}}$ — сопротивление теплопередаче наружных стен, м^{2}·°С/Вт, определяемое по формулам (4) и (5) без учета теплопроводных включений;
$r \le 1$ — расчетный коэффициент теплотехнической однородности.

Значения коэффициента r приведены в табл. 6.

Справочные значения $R_{\text{о}}^{\text{усл}} = R_{\text{о}}^{\text{тр}}$, вычисленные при $r = 1$, в диапазоне $t_{\text{н}}$ = от −10 до −50 °С, приведены в табл. 7.

Примечание. Условное сопротивление теплопередаче принимают при подборе сечения ограждающей конструкции, а приведенное — при определении количества сберегаемой (теряемой) тепловой энергии.

2.8. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции по теплопроводному включению (диафрагмы, сквозного шва из раствора, стыка панелей, жестких связей стен облегченной кладки, элементов фахверка и др.) и наружном углу должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха (согласно п. 2.2).

Примечание. Относительную влажность внутреннего воздуха для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций жилых и общественных зданий следует принимать:

для зданий жилых, 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 общественных зданий (кроме вышеуказанных) — 50 %.

Таблица 6

№ п.п.	Конструкции наружных стен	Коэффициент r
1	Сплошная кладка из полнотелого или пустотелого керамического, силикатного кирпича или камня	0,85—0,93
2	Сплошная кладка из обыкновенных и крупноформатных пустотных пористых керамических камней с облицовкой из лицевого керамического кирпича, камня	0,80—0,85
3	Облегченная кладка из полнотелого, пустотелого керамического, силикатного кирпича или камня, слоем плитного или монолитного утеплителя	0,40—0,70
4	Однослойные легкобетонные панели	0,90
5	Легкобетонные панели с термовкладышами	0,30—0,75
6	Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,70—0,85
7	Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками	0,60— 0,90
8	Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,30—0,50
9	Трехслойные металлические панели с эффективным утеплителем	0,40—0,75
10	Трехслойные асбестоцементные панели с эффективным утеплителем	0,60—0,75
11	Вентилируемые фасады	0,40—0,90*
12	Кладка из полистиролбетонных, ячеистобетонных блоков на клею с проволочной арматурой в горизонтальных швах, связывающей наружную облицовку из пустотелого кирпича со слоем внутренней штукатурки	0,85
13	Кладка из полистиролбетонных блоков на клею с проволочной арматурой в горизонтальных швах, связывающей наружный и внутренний слои штукатурки	0,90
* В зависимости от количества и толщины кронштейнов.		

Таблица 7

Расчетная температура наружного воздуха, °С, $-t_н$	Требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$, м²·°С/Вт, при: $t_в$ = 18 °С, r = 1, n = 1 и $\Delta t^н$, °С			Расчетная температура наружного воздуха, °С, $-t_н$	Требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$, м²·°С/Вт, при: $t_в$ = 20 °С, r = 1, n = 1 и $\Delta t^н$, °С		
	2	4	6		2	4	6
10	1,6	0,8	0,54	10	1,7	0,9	0,57
15	1,9	0,9	0,63	15	2	1	0,67
20	2,2	1,1	0,73	20	2,3	1,15	0,77
25	2,5	1,2	0,82	25	2,6	1,3	0,86
30	2,8	1,4	0,92	30	2,9	1,45	0,96
35	3	1,5	1	35	3,2	1,6	1,05
40	3,3	1,7	1,1	40	3,4	1,7	1,15
45	3,6	1,8	1,2	45	3,7	1,9	1,25
50	3,9	2	1,3	50	4	2	1,34

2.9. Температуру внутренней поверхности $\tau_в$, °С, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения) следует определять по формуле

$$\tau_в = t_в - \frac{n(t_в - t_н)}{R_o \alpha_в}. \qquad (11а)$$

Температуру в наружном углу $\tau_{уг}$ следует определять по формуле

$$\tau_{уг} = t_в - \frac{An(t_в - t_н)}{(R_o \alpha_в)^{2/3}}. \qquad (11б)$$

Температуру внутренней поверхности $\tau'_в$, °С, ограждающих конструкций (по теплопроводному включению) необходимо определять на основании расчета температурного поля.

Для теплопроводных включений, приведенных в прил. 5, температуру $\tau'_в$, °С, допускается определять:

для неметаллических теплопроводных включений — по формуле

$$\tau'_в = t_в - \frac{\eta(t_в - t_н)}{R_o^{усл} \alpha_в}\left[1 + n\left(\frac{R_o^{усл}}{R'_o} - 1\right)\right]; \qquad (12)$$

для металлических теплопроводных включений — по формуле

$$\tau'_в = t_в - \frac{\eta(t_в - t_н)}{R_o^{усл} \alpha_в}(1 + \xi R_o^{усл} \alpha_в). \qquad (13)$$

В формулах (11,*а,б*)—(13):

n, $t_в$, $t_н$, $\alpha_в$ — то же, что и в формуле (1);

A = 1 для однослойных конструкций;

A = 0,75 при наличии эффективного утеплителя и внутреннего теплопроводного слоя;

R'_o, $R_o^{усл}$ — сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, соответственно в местах теплопроводных включений и вне этих мест, определяемые по формуле (3);

η, ξ — коэффициенты, принимаемые по табл. 8 и 9.

2.10. Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{тр}$ заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) следует принимать по табл. 10.

Таблица 8

Схема теплопроводных включений по прил. 5		Коэффициент η при a/δ							
		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
I		2	3	4	5	6	7	8	9
I		0,52	0,65	0,79	0,86	0,90	0,93	0,95	0,98
IIа	При $\delta_в/\delta_н$ 0,5	0,30	0,46	0,68	0,79	0,86	0,91	0,97	1,00
	1,0	0,24	0,38	0,56	0,69	0,77	0,83	0,93	1,00
	2,0	0,19	0,31	0,48	0,59	0,67	0,73	0,85	0,94
	5,0	0,16	0,28	0,42	0,51	0,58	0,64	0,76	0,84
III	При c/δ 0,25	3,60	3,26	2,72	2,30	1,97	1,71	1,47	1,38
	0,50	2,34	2,26	1,97	1,76	1,62	1,48	1,31	1,22
	0,75	1,28	1,52	1,40	1,28	1,21	1,17	1,11	1,09

Окончание табл. 8

1		2	3	4	5	6	7	8	9
IV	0,25	0,16	0,28	0,45	0,57	0,66	0,74	0,87	0,95
	0,50	0,23	0,39	0,57	0,60	0,77	0,83	0,91	0,95
	0,75	0,29	0,47	0,67	0,78	0,84	0,88	0,93	0,95

Примечания:
1. Для промежуточных значений a/δ коэффициент η следует определять интерполяцией.
2. При $a/\delta > 2,0$ следует принимать $\eta = 1,6$.
3. Для параллельных теплопроводных включений типа IIа табличное значение коэффициента η следует принимать с поправочным множителем $1 + e^{-L}$ (где L — расстояние между включениями, м).

Таблица 9

Схема теплопроводных включений по прил. 5		Коэффициент ξ при $a\lambda_т/(\delta\lambda)$								
		0,25	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	150,0
I		0,105	0,160	0,227	0,304	0,387	0,430	0,456	0,485	0,503
IIб		—	—	—	0,156	0,206	0,257	0,307	0,369	0,436
III	При c/δ 0,25	0,061	0,075	0,085	0,091	0,096	0,100	0,101	0,101	0,102
	0,50	0,084	0,112	0,140	0,160	0,178	0,184	0,186	0,187	0,188
	0,75	0,106	0,142	0,189	0,227	0,267	0,278	0,291	0,292	0,293
IV	0,25	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005
	0,50	0,006	0,008	0,011	0,012	0,014	0,017	0,019	0,021	0,022
	0,75	0,013	0,022	0,033	0,045	0,058	0,063	0,066	0,071	0,073
V	При $\delta_в/\delta_н$ 0,75	0,007	0,021	0,055	0,147	—	—	—	—	—
	1,00	0,006	0,017	0,047	0,127	—	—	—	—	—
	2,00	0,003	0,011	0,032	0,098	—	—	—	—	—

Примечания:
1. Для промежуточных значений $a\lambda_т/(\delta\lambda)$ коэффициент ξ следует определять интерполяцией.
2. Для теплопроводного включения типа V при наличии плотного контакта между гибкими связями и арматурой (сварка или скрутка вязальной проволокой) в формуле (13) вместо $R_o^{усл}$ следует принимать $R_o^{пр}$.

Таблица 10

Здания и помещения	Перепад температур $t_в - t_н^{0,92}$ (5-дн)	Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{тр}$, м²·°С/Вт		
		Окон и балк. дверей	Фонарей	
			П-образных	зенитных
1	2	3	4	5
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, детские сады, ясли, дома инвалидов	До 25	0,18	—	0,15
	Св. 25 до 44	0,39	—	0,21
	Св. 44 до 49	0,42	—	0,31
	Св. 49	0,53	—	0,48
2. Общественные здания, кроме указанных в п. 1, и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	До 30	0,15	—	0,15
	Св. 30 до 49	0,31	—	0,31
	Св. 49	0,48	—	0,48
3. Производственные здания с сухим или нормальным режимом	До 35	0,15	0,15	0,15
	Св. 35 до 49	0,31	0,15	0,31
	Св. 49	0,34	0,15	0,48

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5
4. Производственные здания, помещения общественных и производственных зданий с влажным и мокрым режимами	До 30 Св. 30	0,15 0,34	0,15 —	— —
5. Производственные здания с влажностью более 50 % и с избытком теплоты, Вт/м³:				
св. 25 до 50	До 49	0,15	0,15	—
	Св. 49	0,31	0,15	—
св. 50	Любая	0,15	0,15	—

2.11. Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) необходимо принимать по прил. 6.

Характеристики энергоэффективных конструкций окон приведены в прил. 12, а методика определения их срока окупаемости — в прил. 13.

2.12. Коэффициент теплопроводности теплоизоляционных материалов в неоднородных ограждающих конструкциях должен быть не более 0,3 Вт/(м·°С); коэффициент теплотехнической однородности ограждающих конструкций r должен быть не менее 0,9 — для однослойных и не менее 0,7 — с теплопроводными включениями.

2.13. Экономически целесообразное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций с дополнительным слоем теплоизоляции, обладающим термическим сопротивлением $\Delta R_к$, м²·°С/Вт, следует определять по формуле

$$R_o^{эк} = R_1 + \Delta R_к = m_o R_1, \qquad (14)$$

где $R_1 = R_o^{тр}$ — для вновь проектируемых зданий, определяемое по формуле (1) или по табл. 7;

$R_1 = R_{факт}$ — для реставрируемых и капитально ремонтируемых зданий;

$m_o = R_o^{эк}/R_1 > 1$ — экономически оптимальный коэффициент повышения уровня теплозащиты утепляемых ограждающих конструкций при наращивании в m раз толщины дополнительного слоя теплоизоляции по отношению к принятому базисному аналогу, определяемый согласно прил. 14 как абсцисса точки минимума срока окупаемости $t(m)$ дополнительных затрат на утепление при $dt(m)/dm = 0$.

$$m_o = n\left[1 + \sqrt{1 + (B-1)/n}\right], \qquad (15)$$

где $n = r_1/r_2$ — отношение коэффициентов теплотехнической однородности до и после утепления ограждающей конструкции;

$B = C_р/(R_o\lambda_{ут}C_{ут})$ — безразмерный множитель, в котором:

$C_р$ — дополнительные единовременные капиталовложения на утепление зданий сверх стоимости дополнительного слоя теплоизоляции (издержки производства — инструмент и приспособления, крепеж и др.), руб/м²;

$\lambda_{ут}$ — теплопроводность, Вт/(м·°С), материала добавочного слоя утеплителя;

$C_{ут}$ — цена, руб/м², материала добавочного слоя утеплителя.

Допускается в первом приближении определять экономически целесообразное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формулам:

условное

$$R_o^{эк} = m_o^{ср} R_1; \qquad (16а)$$

приведенное

$$R_o^{эк} = m_o^{ср} R_1 r; \qquad (16б)$$

где $m_o^{ср} \le 2{,}4$ — единое среднее значение коэффициента;

$R_1 = R_o^{тр}$ — принимаемое по табл. 7 при $r = 1$;

r — коэффициент теплотехнической однородности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 6.

Методика и пример определения $R_o^{эк}$ приведены в прил. 14.

3. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций

3.1. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных

дверей и фонарей), зданий и сооружений $R_и$ должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_и^{тр}$, м²·ч·Па/кг, определяемого по формуле

$$R_и^{тр} = \frac{\Delta p}{G^н}, \qquad (17)$$

где Δp — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с п. 3.2;

$G^н$ — нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м²·ч), принимаемая в соответствии с п. 3.3.

3.2. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp, Па, следует определять по формуле

$$\Delta p = 0{,}55H(\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03\gamma_н v^2, \qquad (18)$$

где H — высота здания (от поверхности земли до верха карниза), м;

$\gamma_н$, $\gamma_в$ — удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \qquad (19)$$

здесь t — температура воздуха: внутреннего (для определения $\gamma_в$), наружного (для определения $\gamma_н$) — согласно указаниям п. 2.2;

v — максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая согласно СНиП 23-01-99*; для типовых проектов скорость ветра v следует принимать равной 5 м/с, а в климатических подрайонах 1Б и 1Г — 8 м/с.

3.3. Нормативную воздухопроницаемость $G^н$, кг/(м²·ч), ограждающих конструкций зданий и сооружений следует принимать по табл. 11.

Таблица 11

№ п.п.	Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость $G^н$, кг/(м²·ч), не более
1	2	3
1	Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2	Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0

Окончание табл. 11

1	2	3
3	Стыки между панелями наружных стен: жилых зданий производственных зданий	 0,5 1,0
4	Входные двери в квартиры	1,5
5	Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в переплетах: пластмассовых или алюминиевых деревянных	 5,0 6,0
6	Окна, двери и ворота производственных зданий	10
7	Окна производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
8	Зенитные фонари производственных зданий	15

Примечание. Воздухопроницаемость стыков между панелями наружных стен жилых зданий должна быть не более 0,5 кг/(м·ч).

3.4. Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции $R_и$, м²·ч××Па/кг, следует определять по формуле

$$R_и = R_{и1} + R_{и2} + ... + R_{ин}, \qquad (20)$$

где $R_{и1}$, $R_{и2}$, ..., $R_{ин}$ — сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·ч·Па/кг, принимаемые по прил. 9.

Примечание. Сопротивление воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций (стен, покрытий), расположенных между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитывается.

3.5. Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий $R_и$ должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_и^{тр}$, м²·ч/кг, определяемого по формуле

$$R_и^{тр} = \frac{1}{G^н}\left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0}\right)^{2/3}, \qquad (21)$$

где $G^н$ — то же, что и в формуле (17);

Δp — то же, что и в формуле (18);

$\Delta p_0 = 10$ Па — разность давления воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию $R_и$.

3.6. Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) следует принимать по прил. 10.

4. Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций

4.1. Сопротивление паропроницанию $R_{\text{п}}$, м²·ч·Па/мг, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$, м²·ч·Па/мг (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{\text{п1}}^{\text{тр}} = \frac{(e_{\text{в}} - E)R_{\text{п.н}}}{E - e_{\text{н}}}; \qquad (22)$$

б) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{\text{п2}}^{\text{тр}}$, м²·ч·Па/мг (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле

$$R_{\text{п2}}^{\text{тр}} = \frac{0,0024 z_{\text{о.п}}(e_{\text{в}} - E_0)}{\gamma_w \delta_w \Delta w_{\text{ср}} + \eta}, \qquad (23)$$

где $z_{\text{о.п}}$ — продолжительность, сут, периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха согласно СНиП 23-01-99*;

$e_{\text{в}}$ — упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и влажности этого воздуха;

$R_{\text{п.н}}$ — сопротивление паропроницанию, м²·ч·Па/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения, определяемое в соответствии с п. 4.3;

$e_{\text{н}}$ — средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, за годовой период, определяемая согласно СНиП 23-01-99*;

E_0 — упругость водяного пара, Па, в плоскости максимального увлажнения, определяемая при средней температуре наружного воздуха в период с отрицательными среднемесячными температурами;

γ_w — плотность материала увлажняемого слоя, кг/м³, принимаемая равной γ_0 по прил. 3;

δ_w — толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщине теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции;

$\Delta w_{\text{ср}}$ — предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале (приведенного в прил. 3) увлажняемого слоя, %, за период влагонакопления z_0, принимаемого по табл. 12;

E — упругость водяного пара, Па, в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, определяемая по формуле

$$E = \frac{1}{12}(E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3), \qquad (24)$$

где E_1, E_2, E_3 — упругости водяного пара, Па, принимаемые по температуре в плоскости максимального увлажнения, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1, z_2, z_3 — продолжительность, мес, зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая согласно СНиП 23-01-99* 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;

η — определяется по формуле

$$\eta = \frac{0,0024(E_0 - e_{\text{н.о}})z_0}{R_{\text{п.н}}}, \qquad (25)$$

где $e_{\text{н.о}}$ — средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемая согласно СНиП 23-01-99*.

Примечания: 1. Упругости E_1, E_2 и E_3 для конструкций помещений с агрессивной средой следует принимать с учетом агрессивной среды.

2. При определении упругости E_3 для летнего периода температуру в плоскости максимального увлажнения во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, упругость водяного пара внутреннего воздуха — не ниже средней упругости водяного пара наружного воздуха за этот период.

3. Плоскость максимального увлажнения определяется следующим образом. По формуле (26) для каждого слоя многослойной конструкции вычисляют значение комплекса $f(t_{м.у})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения. Для этого в формулу (26) подставляют коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости, соответствующие каждому слою конструкции:

$$f(t_{м.у}) = 5330\frac{R_{о.п}(t_в - t_н)}{R_о(e_в - e_н)}\cdot\frac{\mu}{\lambda}, \qquad (26)$$

где $R_{о.п}$ — общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции, м²·ч·Па/мг;

$t_н$ — средняя температура наружного воздуха в период с отрицательными среднемесячными температурами.

По полученным значениям комплекса $f(t_{м.у})$ по табл. 13 определяют значения температуры в плоскости максимального увлажнения для каждого слоя многослойной конструкции. Находят распределение температуры по толщине ограждающей конструкции при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами. Полученные значения $t_{м.у}$ сравнивают с температурами в слоях конструкции и определяют слой, в котором находится плоскость максимального увлажнения. По значению $t_{м.у}$ определяют координату $x_{м.у}$ плоскости максимального увлажнения в этом слое. Если в конструкции отсутствует точка с температурой $t_{м.у}$ плоскостью максимального увлажнения принимается граница ограждения с температурой, наиболее близкой к $t_{м.у}$.

Таблица 12

Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале $\Delta w_{ср}$, %
1. Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2. Кладка из силикатного кирпича	2,0
3. Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шунгизитобетон, перлитобетон, пемзобетон, полистиролбетон и др.)	5,0
4. Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат и др.)	6,0
5. Пеногазостекло	1,5
6. Фибролит цементный	7,5
7. Минераловатные плиты и маты	3,0
8. Пенополистирол и пенополиуретан	25,0
9. Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3,0
10. Тяжелые бетоны	2,0

Таблица 13

$t_{м.у}$, °С	f, °С²/Па	$t_{м.у}$, °С	f, °С²/Па	$t_{м.у}$, °С	f, °С²/Па
−30	1554	−12	313,9	6	83,25
−27	1187	−9	245,4	9	69,27
−24	898,6	−6	193,2	12	57,89
−21	682,8	−3	153,15	15	48,65
−18	520,2	0	121,98	18	41,03
−15	403,4	3	100,36	21	34,74

4.2. Сопротивление паропроницанию $R_п$, м²·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 требуемого сопротивления паропроницанию $R_п^{тр}$, м²·ч·Па/мг, определяемого по формуле

$$R_п^{тр} = 0{,}0012(e_в - e_{н.о}), \qquad (27)$$

где $e_в$, $e_{н.о}$ — то же, что и в формулах (23) и (25).

4.3. Сопротивление паропроницанию $R_п$, м²·ч·Па/мг, однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_п = \frac{\delta}{\mu}, \qquad (28)$$

где δ — толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ — расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоя ограждающей конструкции, мг/(м·ч·Па), принимаемый по прил. 3.

Сопротивление паропроницанию многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропроницанию составляющих ее слоев. Сопротивление паропроницанию $R_п$ листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по прил. 11.

Примечания: 1. Сопротивление паропроницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

2. Сопротивление паропроницанию вентилируемых воздушных прослоек, расположенных у охлаждаемых поверхностей ограждающих конструкций, следует принимать равным

$$R_п^{и} = R_п^{вен} + 3{,}5\cdot10^{-4}\cdot\left(1+\frac{t_н}{273}\right)\frac{d_{пр}}{h_{пр}}, \qquad (29)$$

где $d_{пр}$ — ширина воздушной прослойки, м;

$h_{пр}$ — разность высот от входа воздуха в прослойку до ее выхода из нее, м;

$R_п^{вен}$ — сопротивление паропроницанию на границе при переходе от утеплителя к воздуху в вентилируемой прослойке, м²·ч·Па/мг.

3. Для обеспечения требуемого сопротивления паропроницанию $R_п^{тр}$ ограждающей конструкции следует определять сопротивление паропроницанию $R_п$ конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения.

4. В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию теплоизолирующих уплотнителей сопряжений элементов ограждающих конструкций (мест примыкания заполнений проемов к стенам и т.п.) со стороны помещений; сопротивление паропроницанию в местах таких сопряжений проверяется из условия ограничения накопления влаги в сопряжениях за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха на основании расчета температурного и влажностного полей.

4.4. Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию (ниже теплоизоляционного слоя), которую следует учитывать при определении сопротивления паропроницанию покрытия в соответствии с п. 4.3.

5. Теплоустойчивость ограждающих конструкций

5.1. В районах со среднемесячной температурой июля 21 °С и выше амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен с тепловой инерцией менее 4 и покрытий менее 5) $A_{\tau_в}$ 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 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, не должна быть более требуемой амплитуды $A_{\tau_в}^{тр}$, °С, определяемой по формуле

$$A_{\tau_в}^{тр} = 2,5 - 0,1(t_н - 21), \qquad (30)$$

где $t_н$ — среднемесячная температура наружного воздуха за июль, °С, принимаемая согласно СНиП 23-01-99*.

5.2. Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций $A_{\tau_в}$, °С, следует определять по формуле

$$A_{\tau_в} = \frac{A_{t_н}^{расч}}{\nu}, \qquad (31)$$

где $A_{t_н}^{расч}$ — расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °С, определяемая согласно п. 5.3;

ν — величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха $A_{t_н}^{расч}$ в ограждающей конструкции, определяемая согласно п. 5.4.

5.3. Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха $A_{t_н}^{расч}$, °С, следует определять по формуле

$$A_{t_н}^{расч} = 0,5A_{t_н} + \frac{\rho(I_{max} - I_{ср})}{\alpha_н}, \qquad (32)$$

где $A_{t_н}$ — максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, °С, принимаемая согласно СНиП 23-01-99*;

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по прил. 7;

I_{max}, $I_{ср}$ — соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м², принимаемые согласно СНиП 23-01-99* для наружных стен — как для вертикальных поверхностей западной ориентации и для покрытий — как для горизонтальной поверхности;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, Вт/(м²·°С), определяемый по формуле (36).

5.4. Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха ν в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, следует определять по формуле

$$\nu = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_в)(s_2 + Y_1)...(s_n + Y_{n-1})(\alpha_н + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2)...(s_n + Y_n)\alpha_н}, \qquad (33)$$

где $e = 2,718$ — основание натуральных логарифмов;

$D = R_1s_1 + R_2s_2 + ... + R_ns_n$ — тепловая инерция ограждающей конструкции;

здесь $R_1, R_2, ..., R_n$ — термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, определяемые по формуле (4);

$s_1, s_2, ..., s_n$ — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев огражда-

ющей конструкции, Вт/(м^2·°С), определяемые по формуле

$$s = 0,27\sqrt{\lambda\gamma_o(c_o + 0,0419w)},$$

где λ, γ_o, c_o и w определяются по прил. 3 для расчетных условий эксплуатации.

Примечания: 1. Расчетный коэффициент теплоусвоения воздушных прослоек принимается равным нулю.

2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

Y_1, Y_2, ..., Y_{n-1}, Y_n — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м^2·°С), определяемые согласно п. 5.5;

$\alpha_в$ — то же, что и в формуле (1);

$\alpha_н$ — то же, что и в формуле (36).

Для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями в виде обрамляющих ребер величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха ν в ограждающей конструкции следует определять в соответствии с ГОСТ 26253—84.

Примечание. Порядок нумерации слоев в формуле (33) принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

5.5. Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя. Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y, Вт/(м^2·°С), с тепловой инерцией $D \geq 1$ следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения s материала этого слоя конструкции.

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

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_в}{1 + R_1\alpha_в}, \qquad (34)$$

б) для i-го слоя — по формуле

$$Y_i = \frac{R_i s_i^2 + Y_{i-1}}{1 + R_i Y_{i-1}}, \qquad (35)$$

где R_1, R_i — термические сопротивления соответственно первого и i-го слоев ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемые по формуле (3);

s_1, s_i — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и i-го слоев. Вт/(м^2·°С);

$\alpha_в$ — то же, что и в формуле (1);

Y_1, Y_i, Y_{i-1} — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, $(i-1)$-го и i-го слоев ограждающей конструкции, Вт/(м^2·°С).

5.6. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям $\alpha_н$, Вт/(м^2·°С), следует определять по формуле

$$\alpha_н = 1,16(5 + \sqrt{v}), \qquad (36)$$

где v — минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая согласно СНиП 23-01-99*, но не менее 1 м/с.

5.7. В районах со среднемесячной температурой июля 21 °С и выше для окон и фонарей 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 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, следует предусматривать солнцезащитные устройства.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства должен быть не более нормативной величины $\beta^н_{сз}$, установленной табл. 14.

Таблица 14

Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства (нормативная величина) $\beta^н_{сз}$
1	2
1. Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлических учреждений,	0,2

Окончание табл. 14

1	2
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 в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха	0,4
Примечание. Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства — отношение количества теплоты, проходящей через световой проем с солнцезащитным устройством, к количеству теплоты, проходящей через этот световой проем без солнцезащитного устройства.	

5.8. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств следует принимать по прил. 8.

6. Эксплуатационная энергетическая характеристика зданий

6.1. Энергетическую эксплуатационную характеристику зданий, кВт·ч/(м²·год) (либо м³·год), следует определять на основе расчета теплового баланса при учете расходной $Q_{расх}$ и приходной $Q_{тп}$ частей за один отопительный период (в годовом цикле эксплуатации) по формуле

$$q = (Q_{расх} - Q_{тп}) \cdot 10^3 / F_{от}, \qquad (37)$$

где $Q_{расх} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ — теплопотери зданий теплопроводностью и дополнительные энергозатраты, МВт·ч/год, соответственно на подогрев инфильтрующегося холодного воздуха, горячее водоснабжение, электропотребление инженерных систем, на освещение помещений, а также электробытовыми приборами;

$Q_{тп}$ — теплопоступления от людей, электробытовых приборов и солнечной радиации через световые проемы;

$F_{от}$ — отапливаемая площадь здания, м².

6.2. Теплопотери, МВт·ч/год, за счет теплопередачи через ограждающие конструкции оболочки зданий следует определять по формуле

$$Q_1 = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot M \cdot \Sigma(n_i F_i / R_i) \cdot 10^{-3}, \qquad (38)$$

где β_1 — коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты через ограждения, для жилых зданий принимается равным 1,13, для общественных — 1,10;

β_2 — коэффициент учета округления тепловой мощности отопительных приборов: для протяженных зданий $\beta_2 = 1,13$, для зданий башенного типа $\beta_2 = 1,11$;

$M = 0,024 \cdot (t_в - t_{о.п}) \cdot z_{о.п}$ — характеристика отопительного периода, тыс. градусо-часов (здесь $t_{о.п}$, $z_{о.п}$ — средняя температура, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 23.01-99*);

n_i — то же, что и в формуле (1);

F_i — площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче R_i, м²·°С/Вт, ограждающих конструкций оболочки зданий соответственно наружных стен, окон, балконных дверей, перекрытия над неотапливаемым подвалом или техническим подпольем, пола по грунту, чердачного перекрытия или покрытия и др.

6.3. Энергозатраты, МВт·ч/год, на подогрев инфильтрующегося холодного воздуха или воздуха для вентиляции помещений здания следует определять по формулам:

для жилых зданий при естественном воздухообмене

$$Q_2 = 0,33 \cdot M \cdot N \cdot F_{жил} \cdot k \cdot 10^{-3}, \qquad (39а)$$

где $0,33 = \rho \cdot c/3600 = 1,29 \cdot 1006/3600$ — коэффициент (здесь ρ — плотность, c — удельная теплоемкость воздуха);

M — то же, что и в формуле (38);

$N = 3$ м³/(м²·ч) — минимально допустимый нормативный воздухообмен по СНиП 31-01-2003;

$F_{жил}$ — жилая площадь здания, м²;

k — коэффициент встречного потока, равный 0,7 — для стыков панелей стен и окон с тройным остеклением; 0,8 — для окон и балконных дверей с раздельными переплетами; 1 — для открытых проемов окон и балконных дверей с одинарным остеклением;

для общественных зданий с механической вентиляцией

$$Q_2 = 0,33 \cdot M \cdot V_{от} \cdot K_р \cdot 10^{-3}, \qquad (39б)$$

где $V_{от}$ — отапливаемый объем здания, м³;

$K_р = [(1 - k_{эф}) \cdot z_р \cdot K_{р1} + k \cdot (24 - z_{рi}) \cdot K_{р2}]/24$ — коэффициент, в котором:

$z_р$ — продолжительность рабочего времени в учреждении, ч (продолжительность работы систем вентиляции и кондиционирования $z_{рi}$ рав-

на рабочему времени учреждения);

$K_{р1}$ — кратность воздухообмена в рабочее время, 1/ч, определяется согласно СНиП 2.08.02-89*; при отсутствии данных принимают равной 1,5;

$K_{р2} = L_2/V_{от}$ — кратность воздухообмена, 1/ч, в нерабочее время, здесь L_2 — неорганизованный инфильтрационный воздухообмен, м³/ч; при отсутствии данных $K_{р2} = 0,5$;

$k_{эф}$ — безразмерный коэффициент теплотехнической эффективности, принимают согласно проекту, но не более:

0,4—0,5 — для утилизаторов с промежуточным теплоносителем;

0,5—0,55 — для рекуперативных утилизаторов;

0,6—0,85 — для вращающихся регенераторов;

≤ 1 — для теплонасосных установок.

6.4. Энергозатраты на горячее водоснабжение, МВт·ч/год

$$Q_3 = q^h_{u.m} \cdot 1,163 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t \cdot z_{о.п} \cdot k_{сп} k_h, \quad (40)$$

где $q^h_{u.m}$ — норма расхода горячей воды в средние сутки, л/сут, принимаемая для жилых зданий в 12 этажей не менее 105 л/сут на человека, более 12 этажей — 115 л/сут на человека, для других зданий — по прил. 3 СНиП 2.04.01-85*;

$1,163 \cdot 10^{-6} = (4,19/3,6) \cdot 10^{-6}$, МВт·ч/(кг·°С) — удельная теплоемкость воды;

$\Delta t = (60 - t_{хол}) = 55$ — разность температур, °С, нагретой и холодной воды без использования вторичных энергоресурсов (ВЭР) для подогрева воды; $\Delta t = (60 - t_{вэр})$ — при использовании ВЭР;

$z_{о.п}$ — продолжительность отопительного периода, сут;

$k_{сп} \le 1$ — коэффициент единовременного спроса горячей воды в течение суток;

$k_{h1} = 1$ — 0,05 — при установке поквартирных водосчетчиков;

$k_{h2} = 1$ — 0,03 — при смесителях с левым расположением крана горячей воды или кранах с регулируемым напором воды.

6.5. Энергопотребление всеми электроприводами инженерных систем здания (механическая вентиляция, кондиционеры, насосы водоснабжения, лифты), МВт·ч/год, следует определять по формуле

$$Q_4 = \Sigma N_{пр.i} \cdot k_{сп.i} \cdot z_{р.i} \cdot z_{о.п} \cdot 10^{-3}, \quad (41)$$

где $N_{пр.i}$ — максимальная мощность различных электроприводов, кВт, принимаемая по проектным данным;

$k_{сп} \le 1$ — коэффициент спроса на электроэнергию, принимаемый по прил. 15, табл. 15.5;

$z_{р.i}$ — продолжительность работы каждого потребителя в течение одних суток. При отсутствии данных для насосов водоснабжения и лифтов $z_{р.i} = 24$ ч/сут; для систем механической вентиляции и кондиционирования — равна рабочему времени учреждения.

6.6. Электропотребление на освещение помещений и бытовыми приборами (кухонные плиты, стиральные машины, компьютеры, телевизоры, теплые полы и пр.), МВт·ч/год, следует определять аналогично п. 6.5 со своими значениями мощности $N_{э.i}$ и коэффициентов $k_{сп.i}$ и $z_{р.i}$.

Для жилых зданий при отсутствии проектных характеристик

$$Q_5 = \beta_5 \cdot q_5 \cdot N_{чел} \cdot z_{о.п}/365, \quad (42а)$$

где $N_{чел}$ — число жителей в здании;

q_5 — удельные затраты электрической энергии, МВт·ч/(чел·год), принимаемые по табл. 15;

β_5 — поправочный коэффициент, учитывающий число квартир в здании, принимаемый по табл. 16.

Для общественных зданий

$$Q_5 = \Sigma N_{э.i} \cdot k_{сп.i} \cdot z_{р.i} \cdot z_{о.п} \cdot 10^{-3}, \quad (42б)$$

где $\Sigma N_{э.i}$ — суммарная мощность электропотребления, кВт / (ед. изм.); при отсутствии проектных данных допускается вычислять как $n_{э.i} \cdot N_{кол}$ (здесь $n_{э.i}$ — удельная нагрузка, кВт/(ед. изм.), принимаемая по прил. 15, табл. 15.6, $N_{кол}$ — количество рабочих мест, м² полезной площади и др.);

$z_{р.i}$ — рабочее время учреждения, ч;

$k_{сп.i}$ — определяют по прил. 15, табл. 15.5.

6.7. Теплопоступления, МВт·ч/год, от людей и электробытовых приборов $Q_{быт}$ и солнечной радиации $Q_{рад}$ через светопрозрачные ограждения следует определять как сумму $Q_{тп} = Q_{быт} + Q_{рад}$, в которой:

$$Q_{быт} = 24 \cdot q_{быт} \cdot z_{о.п} \cdot F_{от} \cdot 10^{-6}, \quad (43)$$

где $q_{быт}$ — бытовые теплопоступления на 1 м² пола отапливаемой площади, принимаемые по расчету, но не менее 10 Вт/м²;

$F_{от}$ — отапливаемая площадь здания, м².

Таблица 15

Удельное электропотребление q_5 на освещение и бытовые нужды

Для жилого фонда, оборудованного	q_5, МВт·ч/(чел·год), при количестве человек в семье					
	1	2	3	4	5	6
Газовыми плитами	0,921	0,56	0,439	0,379	0,343	0,318
Электроплитами	1,541	0,94	0,719	0,639	0,579	0,538
Плитами на твердом топливе	1,447	0,795	0,578	0,470	0,405	0,361

* Данные приложения 10 «Методических рекомендаций по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства» Минэнерго России.

Таблица 16

Значения поправочного коэффициента β_5

Для жилого фонда, оборудованного	Коэффициент β_5 при числе квартир в здании													
	1–3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Газовыми плитами	5,26	4,04	3,07	2,54	2,28	2,02	1,75	1,40	1,23	1,05	0,88	0,79	0,75	0,70
Электроплитами	7,19	3,60	2,88	2,47	2,21	2,06	1,85	1,54	1,34	1,18	1,03	0,92	0,87	0,82
Плитами на твердом топливе	5,59	3,64	2,80	2,31	2,10	1,89	1,61	1,40	1,26	1,12	1,05	0,98	0,91	0,70

При расчете $Q_{быт}$ в качестве обязательных составляющих следует учитывать теплопоступления от электрооборудования, численно равные $Q_4 + Q_5$ согласно пп. 6.5 и 6.6.

6.8. Теплопоступления от солнечной радиации через окна в течение отопительного периода, кВт·ч/год

$$Q_{рад} = \tau_{ок} \cdot k_{ок} \cdot \Sigma(F_{ок.i} \cdot I_i/3600), \qquad (44)$$

где $\tau_{ок}$ — коэффициент затенения светового проема окон непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по проектным данным;

$k_{ок}$ — коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии проектных данных значения $\tau_{ок}$ и $k_{ок}$ допускается принимать по табл.17 (данные МГСН 2.01-99);

$F_{ок.i}$ — площадь светопрозрачных ограждений, м^2;

I_i — интенсивность солнечной радиации через окна, МДж/м^2, принимаемая по СНиП 23-01-99* в зависимости от их ориентации по сторонам света.

6.9. В первом приближении величину тепловой нагрузки на систему отопления жилого здания q, Вт/м^2 отапливаемой площади, следует определять по формуле

$$q = \frac{(Q_1 + Q_2 - Q_{быт})}{MF_{от}}(t_в - t_н), \qquad (45)$$

где Q_1, Q_2, M, $Q_{быт}$ — то же, что и в формулах (38), (39) и (43).

Таблица 17

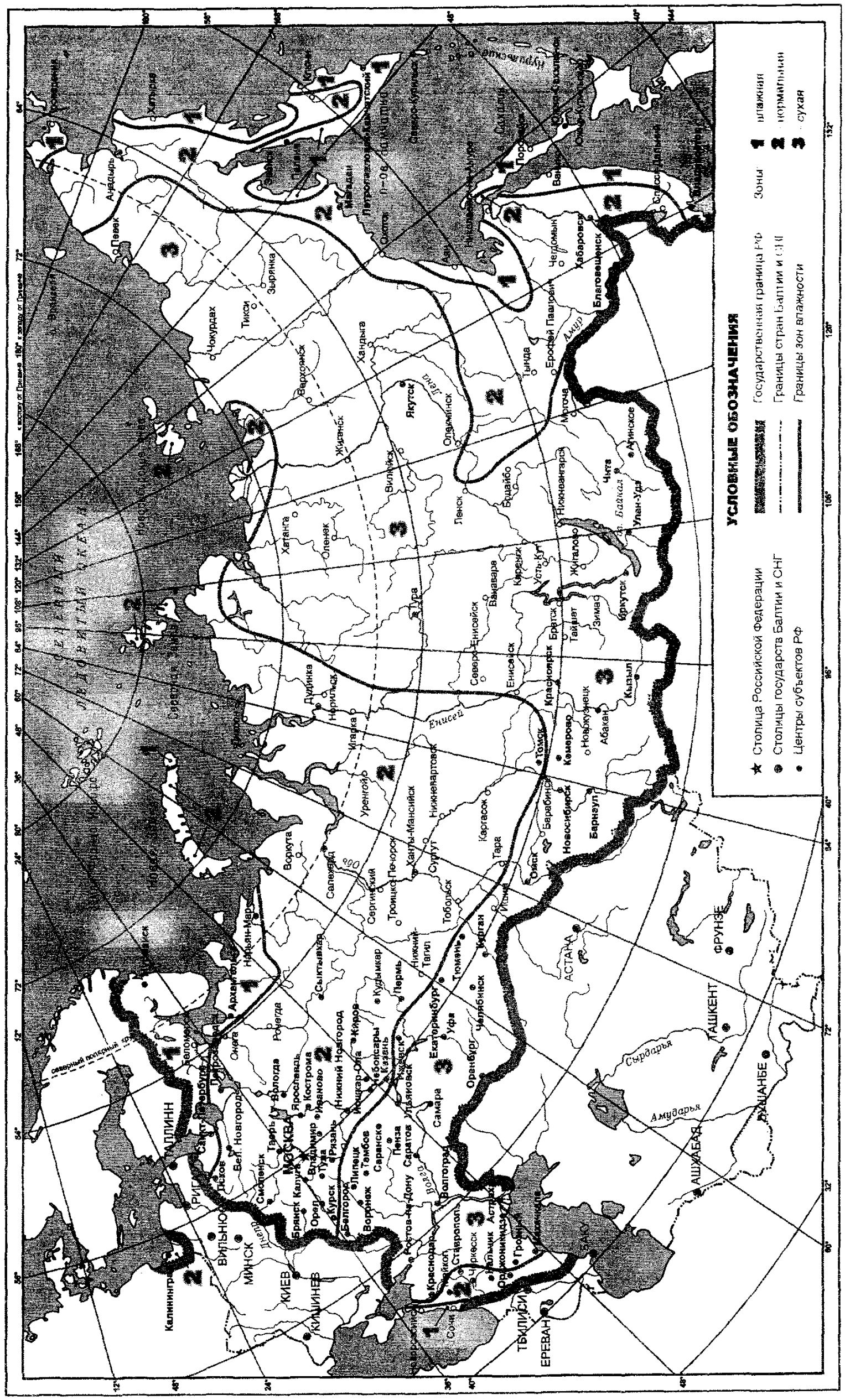
Коэффициенты затенения окон $\tau_{ок}$ и проникновения $k_{ок}$ солнечной радиации

Заполнение светового проема	Коэффициенты $\tau_{ок}$ и $k_{ок}$			
	в деревянных или пластмассовых переплетах		в металлических переплетах	
	$\tau_{ок}$	$k_{ок}$	$\tau_{ок}$	$k_{ок}$
Двухслойное остекление с теплоотражающим покрытием на внутреннем стекле:				
двухслойные стеклопакеты в одинарных переплетах	0,8	0,57	0,9	0,57
двойное остекление в спаренных переплетах	0,75	0,57	0,85	0,57
двойное остекление в раздельных переплетах	0,65	0,57	0,8	0,57
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,5	0,83	0,7	0,83
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных переплетах	0,75	0,83	—	—

Пример определения эксплуатационной энергетической характеристики жилого здания и здания школы приведен в прил. 15.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта зон влажности


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
Государственная граница РФ
Границы стран Балтии и СНГ
Границы зон влажности
Зоны
1 влажная
2 нормальная
3 сухая
Столица РФ
Столицы государств Балтии и СНГ
Центры субъектов РФ
Северный полярный круг
Северный тропик
Экватор
Новосибирские о-ва
Земля Франца-Иосифа
Земля Александры
Северная Земля
Новая Земля
Шпицберген
Медвежий
Диксон
Певек
Анадырь
Хатанга
Чокурдах
Тикси
Зырянка
Верхоянск
Жиганск
Якутск
Олекминск
Вилюйск
Ленск
Чульман
Нерюнгри
Алдан
Удачный
Мирный
Олекма
Тында
Ерофей Павлович
Амур
Чегдомын
Хабаровск
Благовещенск
Комсомольск
Николаевск-на-Амуре
Охотское море
Охотск
Магадан
Петропавловск-Камчатский
Усть-Камчатск
Оссора
Корф
Тигиль
Палана
Усть-Большерецк
Северо-Курильск
Южно-Курильск
Курильские о-ва
Северо-Енисейск
Енисейск
Ванавара
Кодинск
Усть-Кут
Братск
Тайшет
Жигалово
Зима
Иркутск
Нижнеангарск
Чита
Улан-Удэ
Кяхта
Красноярск
Ачинск
Кызыл
Минусинск
Абакан
Новокузнецк
Енисей
Ангара
Лена
Вилюй
Алдан
Амур
Шилка
Онон
Селенга
Обь
Иртыш
Томск
Кемерово
Новосибирск
Барабинск
Барнаул
Воркута
Салехард
Сергиновский
Троицко-Печорск
Ханты-Мансийск
Нижневартовск
Сургут
Каргасок
Тара
Тобольск
Ишим
Тюмень
Курган
Омск
Карское море
Ямал
Гыдан
Таймыр
Диксон
Норильск
Дудинка
Игарка
Подкаменная Тунгуска
Подкаменная Тунгуска
Хатанга
Оленек
Вилюй

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности

Влажностный режим помещений (по табл. 1)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. 1)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое содержание влаги в материале (при условиях эксплуатации по прил. 2) w, %		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по прил. 2)		
	плотность γ_o, кг/м^3	удельная теплоемкость c_o, кДж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_o, Вм/(м·°С)			теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Бетоны и растворы								
Тяжелые и мелкозернистые								
А. Бетоны на плотных заполнителях (ГОСТ 26633)								
1. Бетон тяжелый на щебне или гравии	2400	0,84	1,50	2	3	1,75	1,85	0,03
2. Бетон тяжелый на щебне или гравии	2200	0,84	1,30	2	3	1,55	1,65	0,04
3. Бетон мелкозернистый	2200	0,84	0,85	3	6	1,20	1,40	0,06
4. То же	2000	0,84	0,70	3	5	1,05	1,20	0,08
5. Железобетон	2500	0,84	1,70	2	3	1,90	2,05	0,03
6. Бетон силикатный плотный	2000	0,88	1,05	2	4	1,25	1,50	0,09
7. То же	1800	0,88	0,80	2	4	0,95	1,10	0,11
Б. Бетоны легкие на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820)								
8. Бетон из осадочных пород (известняк)	2200	0,84	0,95	5	8	1,10	1,20	0,05
9. То же	2000	0,84	0,80	5	8	0,95	1,05	0,07
10. Бетон из вулканических пород (туфы, шлаки, пемзы)	1800	0,84	0,64	6	9	0,84	0,96	0,09
11. То же	1600	0,84	0,52	6	9	0,70	0,80	0,10
12. »	1400	0,84	0,41	6	9	0,50	0,57	0,11
13. »	1200	0,84	0,32	6	9	0,40	0,45	0,12
14. »	1000	0,84	0,26	6	9	0,30	0,35	0,13
В. Бетоны легкие на искусственных пористых заполнителях и промышленных отходах (ГОСТ 25820)								
15. Керамзитобетон, шунгизитобетон, бетон на зольном гравии	1800	0,84	0,65	5	10	0,80	0,92	0,09
16. То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,80	0,095

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17. Керамзитобетон, шунгизитобетон, бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	0,10
18. То же	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	0,11
19. »	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,40	0,14
20. »	800	0,84	0,20	5	10	0,24	0,30	0,19
21. »	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	0,26
22. »	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	0,30
23. Шлакопемзобетон (на шлаке и гравии)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	0,08
24. То же	1600	0,84	0,40	5	8	0,52	0,63	0,09
25. »	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	0,10
26. »	1200	0,84	0,30	5	8	0,37	0,44	0,11
27. »	1000	0,84	0,23	5	8	0,30	0,37	0,12
28. Аглопоритобетон (на щебне и гравии)	1800	0,84	0,70	5	8	0,85	0,93	0,07
29. То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	0,08
30. »	1400	0,84	0,47	5	8	0,60	0,65	0,09
31. Перлитобетон (на щебне и песке)	1200	0,84	0,30	10	15	0,44	0,50	0,15
32. То же	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	0,19
33. »	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	0,26
34. »	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	0,30
35. »	500	0,84	0,10	10	15	0,14	0,18	0,32
36. Вермикулитобетон	800	0,84	0,20	8	13	0,23	0,26	0,13
37. »	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,19	0,15
38. »	500	0,84	0,11	8	13	0,14	0,17	0,17
39. »	400	0,84	0,09	8	13	0,12	0,15	0,19
40. »	300	0,84	0,08	8	13	0,10	0,13	0,23
41. Шлакобетон на котельных шлаках, шлаках и золошлаковых смесях ТЭС	1800	0,84	0,72	6	10	0,90	0,98	0,08
42. То же	1600	0,84	0,60	6	10	0,75	0,82	0,09
43. »	1400	0,84	0,50	6	10	0,63	0,70	0,10
44. »	1200	0,84	0,42	6	10	0,53	0,62	0,11
45. Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,55	5	8	0,65	0,78	0,08
46. То же	1600	0,84	0,44	5	8	0,54	0,65	0,09
47. »	1400	0,84	0,38	5	8	0,46	0,56	0,10
48. »	1200	0,84	0,33	5	8	0,39	0,48	0,11
Г. Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485)								
49. Автоклавные на цементном, известковом и смешанном вяжущем	1000	0,84	0,29	7	12	0,37	0,43	0,11
50. То же	800	0,84	0,21	7	12	0,28	0,34	0,14
51. »	600	0,84	0,15	7	12	0,21	0,27	0,17
52. »	500	0,84	0,13	6	11	0,18	0,24	0,18
53. »	400	0,84	0,11	6	11	0,15	0,21	0,19

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
54. Автоклавные на цементном, известковом и смешанном вяжущем	300	0,84	0,09	6	11	0,12	0,18	0,23
55. Неавтоклавный на цементном вяжущем и песке	1200	0,84	0,35	8	14	0,44	0,48	0,09
56. То же	1000	0,84	0,31	8	14	0,40	0,45	0,10
57. »	800	0,84	0,23	8	14	0,30	0,36	0,12
58. »	600	0,84	0,17	7	12	0,23	0,28	0,14
59. »	500	0,84	0,15	7	12	0,20	0,25	0,15
60. Автоклавный и неавтоклавный на золе ТЭС	1200	0,84	0,29	8	15	0,38	0,46	0,12
61. То же	1000	0,84	0,23	8	15	0,33	0,38	0,10
62. »	800	0,84	0,18	8	15	0,28	0,33	0,11
63. »	600	0,84	0,14	7	12	0,22	0,27	0,13
64. »	500	0,84	0,12	7	12	0,16	0,22	0,14
65. »	400	0,84	0,10	7	12	0,11	0,19	0,15
66. »	300	0,84	0,08	7	12	0,10	0,16	0,16
Д. Полистиролбетон								
67. Полистиролбетон (ГОСТ Р 51263)	500	1,06	0,13	4	8	0,14	0,16	0,075
68. »	400	1,06	0,11	4	8	0,12	0,13	0,085
69. »	350	1,06	0,10	4	8	0,11	0,12	0,09
70. »	300	1,06	0,085	4	8	0,095	0,11	0,10
71. »	250	1,06	0,075	4	8	0,085	0,09	0,11
72. »	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,075	0,12
73. »	150	1,06	0,055	4	8	0,065	0,06	0,14
74. Полистиролбетон модифицированный на шлакопортландцементе	500	1,06	0,12	3,5	7	0,13	0,14	0,075
75. То же	400	1,06	0,09	3,5	7	0,10	0,10	0,08
76. »	300	1,06	0,08	3,5	7	0,08	0,09	0,10
77. »	250	1,06	0,07	3,5	7	0,07	0,08	0,11
78. »	200	1,06	0,06	3,5	7	0,06	0,06	0,12
Ж. Цементные, известковые и гипсовые растворы								
79. Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	0,09
80. Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	0,098
81. Известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	0,12
82. Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	0,11
83. То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	0,14
84. Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	0,15
85. То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	0,16
86. Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	0,17
87. Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	0,43
88. То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	0,53
89. Плиты из гипса	1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	0,098
90. То же	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	0,11

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
91. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	0,075
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем								
А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича								
92. Глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530)	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	0,11
93. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	0,12
94. Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	0,15
95. Силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	0,11
96. Трепельного на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	0,19
97. То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	0,23
98. Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	0,11
Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного								
99. Керамического плотностью 1400 кг/м^3 (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	0,14
100. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м^3 (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	0,16
101. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м^3 (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	0,17
102. Силикатного одинадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4	0,70	0,81	0,13
103. Силикатного четырнадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	0,14
В. Облицовка природным камнем								
104. Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	0,008
105. Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	0,008
106. Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	0,06
107. »	1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	0,075
108. »	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	0,09
109. »	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	0,11
110. »	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	0,075
111. Туф	1800	0,88	0,56	3	5	0,70	0,81	0,083
112. »	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	0,09
113. »	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	0,098
114. »	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	0,11
115. »	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	0,11

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов								
116. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2,30	0,09	15	20	0,14	0,18	0,06
117. Сосна и ель вдоль волокон	500	2,30	0,18	15	20	0,29	0,35	0,32
118. Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695—83)	700	2,30	0,10	10	15	0,18	0,23	0,05
119. Дуб вдоль волокон	700	2,30	0,23	10	15	0,35	0,41	0,30
120. Фанера клееная (ГОСТ 3916)	600	2,30	0,12	10	13	0,15	0,18	0,02
121. Картон облицовочный	1000	2,30	0,18	5	10	0,21	0,23	0,06
122. Картон строительный многослойный	650	2,30	0,13	6	12	0,15	0,18	0,083
123. Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 10632)	1000	2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	0,12
124. То же	800	2,30	0,13	10	12	0,19	0,23	0,12
125. »	600	2,30	0,11	10	12	0,13	0,16	0,13
126. »	400	2,30	0,08	10	12	0,11	0,13	0,19
127. »	200	2,30	0,06	10	12	0,07	0,08	0,24
128. Плиты фибролитовые (ГОСТ 8928) и арболит (ГОСТ 19222) на цементе	800	2,30	0,16	10	15	0,24	0,30	0,11
129. То же	600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	0,11
130. »	400	2,30	0,08	10	15	0,13	0,16	0,26
131. »	300	2,30	0,07	10	15	0,11	0,14	0,30
132. Плиты камышитовые	300	2,30	0,07	10	15	0,09	0,14	0,45
133. То же	200	2,30	0,06	10	15	0,07	0,09	0,49
134. Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,30	0,064	10	15	0,07	0,08	0,19
135. То же	200	2,30	0,052	15	20	0,06	0,064	0,49
136. Пакля	150	2,30	0,05	7	12	0,06	0,07	0,49
IV. Теплоизоляционные материалы **А. Минераловатные и стекловолокнистые**								
137. Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 1880) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	125	0,84	0,056	2	5	0,064	0,07	0,30
138. То же	75	0,84	0,052	2	5	0,06	0,064	0,49
139. »	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,53
140. Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140)	350	0,84	0,091	2	5	0,09	0,11	0,38
141. То же	300	0,84	0,084	2	5	0,087	0,09	0,41
142. »	200	0,84	0,070	2	5	0,076	0,08	0,49
143. »	100	0,84	0,056	2	5	0,06	0,07	0,56
144. »	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,60
145. Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем (ТУ 21-РСФСР-3-72-76)	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,45

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
146. Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0.08	0,38
147. То же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,38
148. Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	50	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,60
149. Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,53
Б. Полимерные								
150. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78)	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,05
151. То же	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,05
152. Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,038	2	10	0,041	0,05	0,05
153. Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179) и ПВ1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,23
154. То же	100	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,23
155. Пенополиуретан (ТУ 67-98-75, ТУ 67-87-75)	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,05
156. То же	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,05
157. »	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,05
158. Плиты из резольноформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	10	1,68	0,0047	5	20	0,052	0,076	0,15
159. То же	75	1,68	0,043	5	20	0,05	0,07	0,23
160. »	50	1,68	0,041	5	20	0,05	0,064	0,23
161. »	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,06	0,23
162. Перлитопластбетон (ТУ 480-1-145-74)	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,008
163. То же	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,008
164. Перлитофосфогелевые изделия (ГОСТ 21500)	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	0,20
165. То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	0,23
В. Засыпки								
166. Гравий керамзитовый (ГОСТ 9759)	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	0,21
167. То же	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,20	0,23
168. »	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	0,24
169. »	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	0,25
170. »	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	0,26
171. Гравий шунгизитовый (ГОСТ 19345)	800	0,84	0,16	2	4	0,20	0,23	0,21
172. То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,20	0,22
173. »	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,14	0,23
174. Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578), шлаковой пемзы (ГОСТ 9760) и аглопорита (ГОСТ 11991)	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	0,21
175. То же	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	0,23
176. »	400	0,84	1,122	2	3	0,14	0,16	0,24

Продолжение прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
177. Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	600	0,84	0,11	1	2	0,111	0,12	0,26
178. То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,09	0,30
179. »	200	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,34
180. Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	0,23
181. То же	100	0,84	0,064	1	3	0,076	0,08	0,30
182. Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	0,17
Г. Пеностекло или газостекло								
183. Пеностекло или газостекло (ТУ 21-БССР-86-73)	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	0,02
184. То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	0,02
185. »	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	0,03
V. Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов								
А. Асбестоцементные								
186. Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	0,03
187. То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	0,03
Б. Битумные								
188. Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	0,008
189. То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	0,008
190. »	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	0,008
191. Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	0,008
192. Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	0,04
193. То же	300	1,68	0,067	1	2	0,09	0,099	0,04
194. Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь (ГОСТ 10999*)	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	—
В. Линолеумы								
195. Линолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	0,002
196. То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	0,002
197. Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове (ГОСТ 7251)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	0,002
198. То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	0,002
199. »	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	0,002
VI. Металлы и стекло								
200. Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884)	7850	0,482	58	0	0	58	58	0
201. Чугун	7200	0,482	50	0	0	50	50	0
202. Алюминий (ГОСТ 22233)	2600	0,84	221	0	0	221	221	0

Окончание прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
203. Медь (ГОСТ 859)	8500	0,42	407	0	0	407	407	0
204. Стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	0

Примечание. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом содержании влаги в материале w, %, равном нулю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

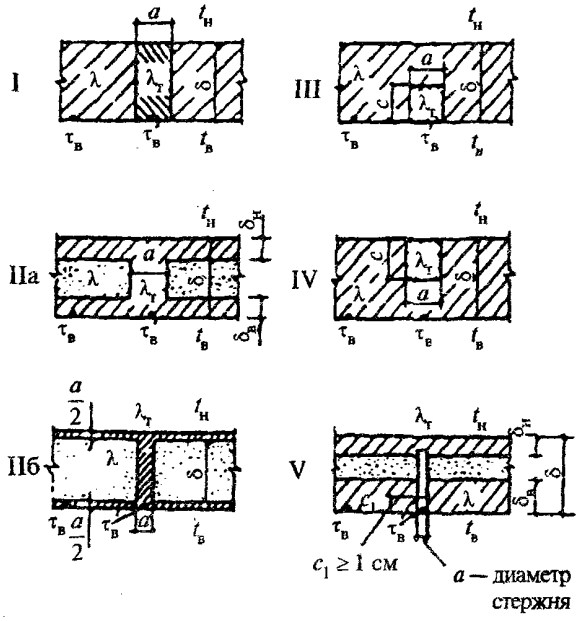
Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.п}$, м²·°С/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 оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Схемы теплопроводных включений в ограждающих конструкциях



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	R_o, м²·°С/Вт	
	в деревянных или пластиковых переплетах	в металлических переплетах
1	2	3
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	—
2. Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44	0,34*
3. Блоки стеклянные пустотные с шириной швов между ними 6 мм, размером, мм: 194 × 194 × 98 244 × 244 × 98	 0,31 (без переплета) 0,33 (» »)	
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (» »)	
5. Двойное из органического стекла зенитных фонарей	0,36	—
6. Тройное из органического стекла зенитных фонарей	0,52	—
7. Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
8. Однокамерный стеклопакет из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	 0,38 0,51 0,56	 0,34 0,43 0,47

Окончание прил. 6

1	2	3
9. Двухкамерный стеклопакет из стекла:		
обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51	0,43
обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,45
с твердым селективным покрытием	0,58	0,48
с мягким селективным покрытием	0,68	0,52
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	0,53
10. Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла:		
обычного	0,56	—
с твердым селективным покрытием	0,65	—
с мягким селективным покрытием	0,72	—
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	—
11. Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла:		
обычного	0,68	—
с твердым селективным покрытием	0,74	—
с мягким селективным покрытием	0,81	—
с твердым » » и заполнением аргоном	0,82	—
12. Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	—
13. Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах	0,74	—
14. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	—

* В стальных переплетах.

Примечания: 1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым — более 0,15.

2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

3. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

4. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3 °С при расчетной температуре наружного воздуха.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Коэффициенты поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции

Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффициент поглощения солнечной радиации ρ	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффициент поглощения солнечной радиации ρ
1	2	1	2
1. Алюминий	0,5	10. Окраска силикатная темно-серая	0,7
2. Асбестоцементные листы	0,65	11. Окраска известковая белая	0,3
3. Асфальтобетон	0,9	12. Плитка облицовочная керамическая	0,8
4. Бетоны	0,7	13. Плитка облицовочная стеклянная синяя	0,6
5. Дерево неокрашенное	0,6	14. Плитка облицовочная белая или палевая	0,45
6. Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0,65	15. Рубероид с песчаной посыпкой	0,9
7. Кирпич глиняный красный	0,7	16. Сталь листовая, окрашенная белой краской	0,45
8. Кирпич силикатный	0,6		
9. Облицовка природным камнем белым	0,45	17. Сталь листовая, окрашенная темно-красной краской	0,8

Окончание прил. 7

1	2	1	2
18. Сталь листовая, окрашенная зеленой краской	0,6	22. Штукатурка цементная светло-голубая	0,3
19. Сталь кровельная оцинкованная	0,65	23. Штукатурка цементная темно-зеленая	0,6
20. Стекло облицовочное	0,7		
21. Штукатурка известковая темно-серая или терракотовая	0,7	24. Штукатурка цементная кремовая	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств

Солнцезащитные устройства — Коэффициент теплопропускания $\beta_{сз}$

А. Наружные

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

Б. Межстекольные (непроветриваемые)

5. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами 0,30/0,35
6. Штора из светлой ткани 0,25
7. Штора из темной ткани 0,40

В. Внутренние

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 даны дробью: 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 проветриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 раза меньше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	$R_и$, м²·ч·Па/кг	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	$R_и$, м²·ч·Па/кг
1	2	3	1	2	3
1. Бетон сплошной (без швов)	100	19620	7. Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
2. Газосиликат сплошной (без швов)	140	21			
3. Известняк-ракушечник	500	6	8. Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
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	9. Кладка из кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	—	2
6. Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2	10. Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13

Окончание прил. 9

1	2	3	1	2	3
11. Кладка из легкобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1	20. Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
12. Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196	21. Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
13. Обои бумажные обычные	—	20	22. Пенобетон неавтоклавный	100	196
14. Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20—25	0,1	23. Пенополистирол	50—100	79
15. Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20—25	1,5	24. Полистиролбетон	100	120
16. Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98	25. Плиты минераловатные	50	2
17. Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15—70	2,5	26. Рубероид	1,5	Воздухонепроницаемый
18. Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит без отделки швов	15—70	0,5	27. Толь	1,5	490
19. Обшивка из жестких древесно-волокнистых листов с заделкой швов	10	3,3	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

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей)

Заполнение светового проема	Число уплотненных притворов заполнения	Сопротивление воздухопроницанию $R_и$, м²·ч/кг, при Δp = 10 Па, заполнении световых проемов с деревянными переплетами с уплотнением прокладками из		
		пенополиуретана	губчатой резины	полушерстяного шнура
1. Одинарное или двойное остекление в спаренных переплетах	1	0,26	0,16	0,12
2. Двойное остекление в раздельных переплетах	1	0,29	0,18	0,13
	2	0,38	0,26	0,18
3. Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	1	0,30	0,18	0,14
	2	0,44	0,26	0,20
	3	0,56	0,37	0,27

Примечания: 1. Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов с металлическими переплетами, а также балконных дверей следует принимать с коэффициентом 0,8.

2. Сопротивление воздухопроницанию окон без открывающихся створок (без притворов, с уплотненными фальцами) следует принимать равным 1 м²·ч/кг (независимо от числа и материала переплетов и видов остекления), зенитных фонарей (с уплотненными сопряжениями элементов) — 0,5 м²·ч/кг.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Сопротивление паропроницанию листовых материалов и тонких слоев пароизоляции

Материал	Толщина слоя, мм	Сопротивление паропроницанию $R_{пп}$, м²·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
4. Листы древесно-волокнистые жесткие	10	0,11
5. Листы древесно-волокнистые 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 масляной краской за два раза	—	0,64
9. Окраска эмалевой краской	—	0,48
10. Покрытие изольной мастикой за один раз	2	0,6
11. Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за один раз	1	0,64
12. Покрытие битумно-кукерсольной 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

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Характеристики конструкций энергоэффективных окон

В приложении приведены характеристики модернизированных энергоэффективных конструкций окон, созданных на базе наиболее массовых отечественных серий с двойным остеклением в деревянных или пластмассовых переплетах, служащих базисом при сравнении вариантов. При определении срока окупаемости модернизированных окон t, лет, в расчетах принимают разницу рыночных цен между базисным и альтернативным вариантами. Из этого правила выпадает тип 03, для которого при замене старых конструкций окон должна быть принята полная рыночная цена нового окна.

Тип	Конструкционные отличия типов окон	Сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт	Расчетный срок службы, не менее, t, лет
1	2	3	4
01 базис	Двойное остекление в деревянных раздельно-спаренных переплетах с простыми стеклами	0,39	20
02	То же, что 01 при кустарном утеплении притворов силами жильцов	0,39	1 от.пер.
03	То же, что 01 при полукустарном утеплении притворов герметиком	0,39	7
04	То же, что 01 при капитальном ремонте окон с установкой третьего обычного стекла	0,51	3
05	То же, что 04 с установкой в межстекольном пространстве полимерной пленки с теплоотражающим покрытием	0,72	10
06	То же, что 04 с установкой третьего стекла с теплоотражающим покрытием	0,54	10
07	Однокамерный стеклопакет с обычными стеклами	0,53	20

Окончание прил. 12

1	2	3	4
08	Однокамерный стеклопакет, одно стекло которого имеет теплоотражающее покрытие	0,64	20
09	Однокамерный стеклопакет с обычными стеклами и с установкой третьего обычного стекла	0,54	20
010	То же, что 06 с заменой обычного стеклопакета вакуумным стеклопакетом	0,85	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Методика определения срока окупаемости конструкций энергоэффективных окон

Срок окупаемости энергоэффективных конструкций окон, лет, следует определять по формуле

$$t(m) = \Delta C(m)/P, \qquad (13.1)$$

где $\Delta C(m) = C_2 - C_1$ — разница в продажной цене, руб/м^2, соответственно новых и заменяемых, годных для повторного применения конструкций окон;

$P = P_1(m) + P_2$ — суммарная стоимость, руб/(м^2·год), сэкономленной тепловой энергии за один отопительный период.

Здесь:

$P_1(m) = (MC_т/R_1)(1-1/m)$ — стоимость, руб/(м^2·год), сэкономленной тепловой энергии за один отопительный период, зависящая от повышения в m раз уровня теплозащиты новых окон;

$P_2 = M\,0{,}33dV_0(n_2-n_1)C_т$ — стоимость, руб/(м^2·год), дополнительно сэкономленной тепловой энергии на подогрев инфильтрующегося через окна холодного воздуха, зависящая от снижения воздухопроницания новых окон.

В формулах приняты следующие условные обозначения:

$m = R_2/R_1$ — безразмерный коэффициент повышения уровня теплозащиты окон;

$M = (t_в - t_{о.п})z_{о.п}0{,}024$ — характеристика отопительного периода, тыс. градусо-часов/год;

$0{,}33 = \rho c/3600 = 1{,}29 \cdot 1006/3600$ — коэффициент, в котором ρ, c — соответственно плотность, кг/м^3, при 0 °С и удельная теплоемкость, Дж/(кг·°С), воздуха;

$d \approx 0{,}5$ — доля инфильтрующегося через окна и балконные двери воздуха в объеме всего здания;

$V_0 = N_v F_{пол}/F_{ок}$ — нормативный объем воздуха, м^3/(м^2·ч), приходящегося на 1 м^2 площади $F_{ок}$ окон и балконных дверей при кратности воздухообмена $n_1 = 1$/ч.

Здесь:

$N_v = 3$ м^3/(м^2·ч) — нормативная минимально допустимая кратность воздухообмена на площадь пола отапливаемых помещений жилых зданий по санитарно-гигиеническим требованиям;

$F_{пол}/F_{ок} \approx 5$—6 — отношение отапливаемой площади пола к площади окон и балконных дверей, принимаемое по данным проекта или натурных измерений;

$n_2 - n_1$ — разница в кратности воздухообмена, 1/ч, за счет уменьшения воздухопроницаемости новых окон;

$C_т$ — тариф на тепловую энергию, руб/кВт·ч.

Пример

Определить срок окупаемости в климатических условиях г. Москвы энергоэффективных конструкций окон типа 06 при характеристиках, указанных в прил. 12, и следующих исходных данных (цены в долларах)

$$M = 118{,}6;\ R_1 = 0{,}39;\ R_2 = 0{,}54;\ n_1 = 1;\ n_2 = 2;$$
$$C_т = 0{,}03;\ C_1 = 0;\ C_2 = 36;$$
$$F_{пол}/F_{ок} = 6;\ V_0 = 3 \cdot 6 = 18;\ m = R_2/R_1 = 1{,}38.$$

Расчет

$$\Delta C(m) = 36 - 0 = 36;$$
$$P_1(m) = 118{,}6 \cdot 0{,}03/0{,}39\ (1 - 1/1{,}38) = \$2{,}53;$$
$$P_2 = 118{,}6 \cdot 0{,}33 \cdot 18 \cdot 0{,}5\ (2 - 1)\ 0{,}03 = \$10{,}99;$$
$$P = 2{,}53 + 10{,}99 = \$14{,}2.$$

Срок окупаемости окон по формуле (13.1)

без учета снижения воздухопроницания $t_1 = 36/2{,}53 = 14{,}2 > 10$ лет;

с учетом снижения воздухопроницания $t_2 = 36/14{,}2 = 2{,}7 < 3$ лет.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Методика определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Формула (17) СНиП II-3-79*, основанная на использовании некорректной записи исходного выражения приведенных затрат, была исключена без замены изменениями № 3, что явилось одной из причин появления не имеющих экономических обоснований повышенных нормативов (табл. 1, *а* и табл. 1, *б*) теплозащиты ограждающих конструкций. Взамен исключенной нами предложена другая формула, базирующаяся на принципиально новой концепции.

В ее основу положена следующая расчетная экономическая модель: толщина дополнительного слоя и связанного с ним экономически целесообразного сопротивления теплопередаче $R_o^{эк}$ зависят от коэффициента повышения уровня теплозащиты ограждения (в m раз) и обладают дополнительной стоимостью $\Delta C(m)$, руб/м^2, которая определяет размер требуемых инвестиций на утепление ограждений. Дополнительный слой теплоизоляции должен снизить трансмиссионные теплопотери через ограждающие конструкции и обеспечить ежегодную прибыль $P(m)$, руб/(м^2·год), от сэкономленной тепловой энергии при эксплуатации зданий.

Реализация указанной концепции при дополнительных граничных условиях приводит к новой методике и формуле (14) настоящего стандарта для определения экономически целесообразного оптимального сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий.

Эффективность от повышения в m раз уровня теплозащиты ограждающих конструкций может быть оценена за расчетный период N, лет, величиной чистой прибыли $S(m)$, руб/м^2, от суммарной стоимости ежегодно сберегаемой тепловой энергии $P(m)$, руб/(м^2·год), за вычетом дополнительных затрат $\Delta C(m)$, руб/м^2, при расчетном сроке их окупаемости $t(m)$, лет, по формуле

$$S(m) = P(m)[N - t(m)] = P(m)N - \Delta C(m). \quad (14.1)$$

Новое выражение приведенных затрат $Z(m)$ при суммировании стоимости ежегодно теряемой тепловой энергии через ограждения $Q(m)$, руб/(м^2·год), за период N, лет, и дополнительных затрат $\Delta C(m)$, руб/м^2

$$Z(m) = Q(m)N + \Delta C(m). \quad (14.2)$$

Входящие в формулы (14.1) и (14.2) слагаемые представлены зависимостями:

$$P(m) = (MC_т/R_1r_2)(1/n - 1/m); \quad (14.3)$$

$$\Delta C(m) = R_1(m - 1)\lambda_{ут}C_{ут} + C_р; \quad (14.4)$$

$$Q(m) = MC_т/mR_1. \quad (14.5)$$

В формулах (14.1)—(14.5) приняты следующие условные обозначения:

$R_1 = R_o^{тр}$ — для вновь проектируемых зданий по формуле (1) настоящего стандарта;

$R_1 = R_{факт}$ — для реставрируемых и капитально ремонтируемых зданий;

$M = (t_в - t_{о.п})z_{о.п}0{,}024 \cdot 1{,}13$ — характеристика отопительного периода, тыс. градусо-часов/год;

m — коэффициент повышения уровня теплозащиты в m раз утепляемых ограждающих конструкций по отношению к принятому базисному аналогу R_1;

N — продолжительность, лет, расчетного эксплуатационного периода;

$\lambda_{ут}$ — теплопроводность, Вт/(м·°С), материала дополнительного слоя утеплителя;

$C_{ут}$ — цена материала дополнительного слоя утеплителя, руб/м^3;

$C_т$ — тариф на тепловую энергию, руб/кВт·ч;

$C_р$ — единовременные капиталовложения, руб/м^2, на утепление вне зависимости от толщины дополнительного слоя утеплителя (разработка проекта, технологическая оснастка, инструмент и приспособления, дополнительные расходуемые материалы и др.);

$n = r_1/r_2$ — отношение коэффициентов теплотехнической однородности ограждающих конструкций соответственно до и после утепления.

Графики зависимостей $S(m)$ и $Z(m)$ показаны на рис. 1, *а*, получены при следующих исходных данных: $M = 134{,}1$ для г. Москвы, $N = 30$, $C_т = 0{,}03$ \$/кВт·ч, $C_{ут} = 60$ \$/м^3, $C_р = 3$ \$/м^2, $B = 1$, $r_1 = 0{,}95$, $r_2 = 0{,}8$, $\lambda_{ут} = 0{,}05$; $R_1 = 1$.

Кривые *1* и *2* имеют соответственно максимум $S(m)$ и минимум $Z(m)$ в точках Q_1 и Q_2, абсциссы которых оказались одинаковыми: $m_1 = m_2 = 6{,}9$. Подстановка этих значений в формулу (14) настоящего стандарта дает величину $R_o^{эк} = m_{о1,2}\ R_1 = 6{,}5 \cdot 1 = 6{,}5$ м^2·°С/Вт, при которой толщина дополнительного слоя теплоизоляции при $\lambda_{ут} = 0{,}05$ Вт/(м·°С) должна составить около 32 см.

Замечаем, что точки Q_1 и Q_2 лежат в широком диапазоне неустойчивого нормирования, в кото-

ром прибыль, например, по выражению (14.1) от энергосбережения оказывается почти равной дополнительным затратам на утепление ограждений. Здравый смысл и опыт подсказывают необходимость уменьшения расчетной толщины дополнительного слоя теплоизоляции. Становится понятным, почему при использовании минимума приведенных затрат разработчики вынуждены были прибегать к различным уловкам, не имеющим обоснования, для снижения расчетных значений $R_o^{эк}$ во избежание назначения чрезмерно высокой расчетной толщины утеплителя. Эта же особенность сохраняется и при использовании новой зависимости (14.2).

К формулам (14.1) и (14.2) необходимо задать дополнительное граничное условие, в качестве которого целесообразно использовать срок окупаемости $t(m)$ либо показатель рентабельности $E(m)$ дополнительных капиталовложений на утепление ограждений, определяемых по формулам

$$t(m) = \Delta C(m)/P(m) \text{ либо}$$
$$E(m) = 1/t(m). \qquad (14.6)$$

Зависимости $t(m)$ и $E(m)$ имеют явно выраженные минимум и максимум в общей точке Q_3 (рис 1, *в*), с абсциссой $m_o = 2{,}5$, которую и предложено принять в качестве оптимального значения экономически обоснованного коэффициента повышения уровня теплозащиты в новой формуле (14).

Отношение $m_{1.2}/m_o = 6{,}5/2{,}5 = 2{,}6$, показывающее, во сколько раз будет завышено значение $R_o^{эк}$, если не принимать во внимание ограничения по сроку окупаемости дополнительных капиталовложений на утепление ограждающих конструкций.

Заметим, что в зарубежной практике срок окупаемости дополнительных капиталовложений на утепление зданий принимают не более 10 лет, сообразуясь с величиной средней ставки банковского кредита ($t(m) \le 10$).

Пример определения $R_o^{эк}$ приведен в таблице 14.1 при указанных выше расчетных данных, принятых для построения графиков, и других значениях n, $C_{ут}$, $C_р$.

Изменчивость значений коэффициента m_o в зависимости от диапазона значений множителей, входящих в величину B формулы (15), характеризует результаты дополнительных расчетов, представленных в табл. 14.2. Для удобства анализа все значения теплопроводности теплоизоляционных материалов (прил. 3 СНиП II-3-79*) разбиты на две подгруппы в диапазонах их значений: эффективные — (I) — 0,04 до 0,07 и все остальные — (II) — 0,08 до 0,3 Вт/(м·°С) при одинаковой разности их цен, лежащих в границах (I—II) = (30—60) $/м^3.

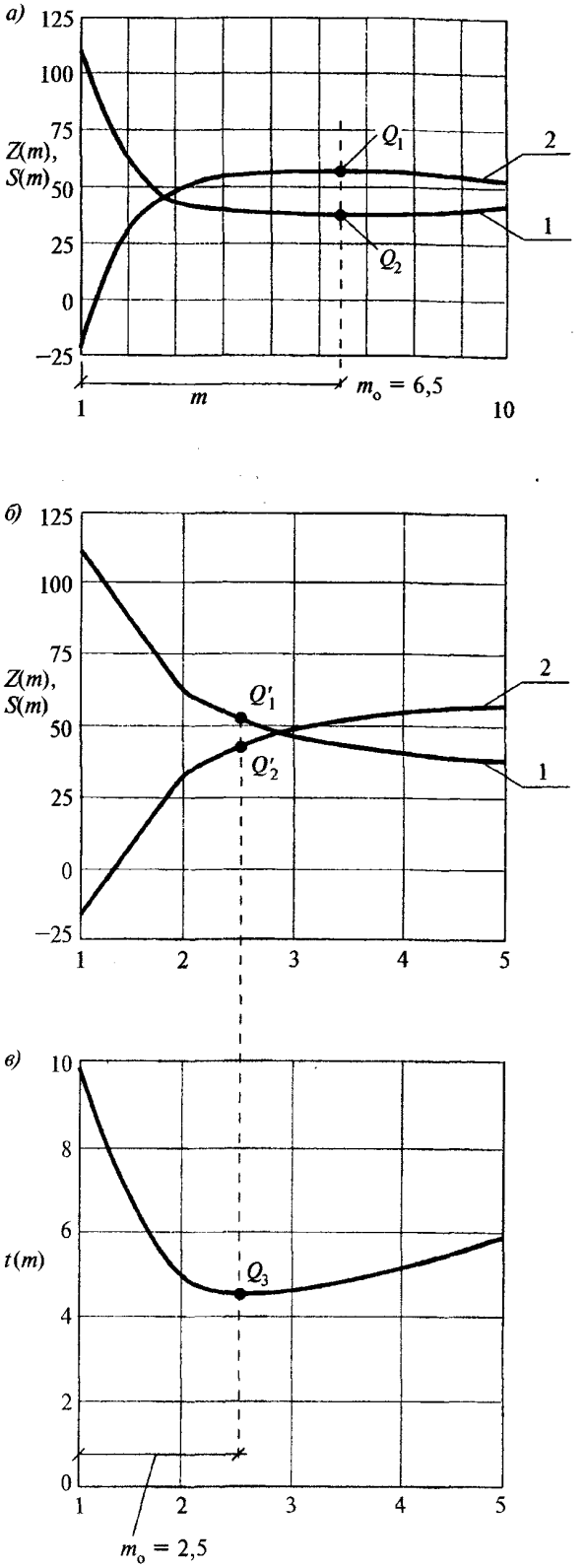


Рисунок 1. Зависимость расчетных экономических характеристик от повышения уровня теплозащиты в *m* раз ограждающих конструкций

а, б — приведенных затрат $Z(m)$ — *1*, чистой прибыли $S(m)$ — *2* от сбереженной тепловой энергии, руб/м^2, за расчетный период N, лет, срока окупаемости $t(m)$, лет, дополнительного слоя теплоизоляции

Таблица 14.1 — **Пример определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче, срока окупаемости и рентабельности капиталовложений на утепление ограждающих конструкций**

Экономические показатели	Расчетные формулы	Результат при $m = m_o$
Экономически оптимальный коэффициент повышения уровня теплозащиты утепляемых ограждающих конструкций — абцисса точки минимума $t(m)$	$m_o = [1 + (1 + (B - 1)/n^{0,5}]$, (15) где $n = r_1/r_2 = 0,93/0,85 = 1,16$; при $C_p = 2$ $B = C_p/R_o\lambda_{ут}C_{ут} = 2/1 \cdot 0,05 \cdot 40 = 1$	2,2
Экономически целесообразное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м²·°С/Вт	$R_o^{эк} = m_o R_o = 2,2 \cdot 1$ (16а) $R_o^{эк} \cdot r = 2,2 \cdot 0,8$ (16б)	2,2 (усл.) 1,8 (прив.)
Ежегодная прибыль от утепления ограждающих конструкций, руб/(м²·год)	$P(m) = 134 \cdot 0,03/1 \cdot 0,8(1/1,16 - -1/2,2)$ (14.3)	2,06
Дополнительные единовременные затраты на утепление ограждающих конструкций, руб/м²	$\Delta C = 1(2,2-1)0,05 \cdot 40+2$ (14.4)	4,4
Срок окупаемости, показатель рентабельности дополнительных капиталовложений на утепление ограждающих конструкций	$t(m) = \Delta C(m)/P(m) = 2,93/2,06$, лет $E(m) = 1/t(m)100$, % (14.6)	2,1 47
Чистая прибыль от сэкономленной тепловой энергии за расчетный период N, лет, руб/м²	$S(m) = P(m)[N - t(m)] = 2,06(30 - -2,1)$ (14.7)	57

Примечание. Условные обозначения те же, что и в формулах (14.1)—(14.5).

Таблица 14.2

Группы значений теплопроводности		Исходные данные					Результат расчета	
		$\lambda_{ут}$, Вт/(м·°С)	$C_{ут}$, \$/м³	R_o, м²·°С/Вт	$\lambda_{ут} \cdot C_{ут} \cdot R_1$, \$/м²	C_p, \$/м²	m_o	$m_o^{ср}$
I	А	0,04	30	1	1,2	1	2,49	2,4
		0,07	30	1	2,1	1	2,28	
	Б	0,04	60	1	2,4	1	2,24	2,2
		0,07	60	1	4,2	1	2,11	
II	А	0,08	30	1	2,4	1	2,24	2,1
		0,3	30	1	9	1	2	
	Б	0,08	60	1	4,8	1	2,08	2
		0,3	60	1	18	1	1,95	

Следует отметить, что возрастание значения множителя C_p (издержки производства, не зависящие от стоимости слоя теплоизоляции, равны $R_1\lambda_{ут}C_{ут}$) приводит к значительному увеличению коэффициента m_o и срока окупаемости слоя утеплителя. Например, при возрастании C_p от 1 до 5 коэффициент m_o линейно возрастает на 36 %.

В данном расчете множители $C_p = 1$ и $R_1 = 1$ приняты постоянными. Оказалось, что, несмотря на столь различающиеся исходные данные, средние значения коэффициента $m_o^{ср}$ в диапазоне IА—IБ расходятся всего на 8 %, а в группе II эта разница еще меньше. Полученные результаты подтверждают возможность использования в расчетах единого значения коэффициента экономической целесообразности на уровне $m_o^{ср} \leq \leq 2,4$, который имеет важное практическое значение, так как можно определять в первом приближении величину экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций по формуле (16,*б*)

$$R_o^{эк} = m_o^{ср} R_1 r$$

(при $r = 1$ значение $R_o^{эк}$ условное, а при $r \leq 1$, взятом из табл. 6, — $R_o^{эк}$ приведенное).

Пример

Определить в первом приближении экономически целесообразную толщину дополнительного слоя теплоизоляции для наружной кирпичной стены жилого здания в климатических ус-

ловиях г. Москвы при $t_н = -32$ °С, $\Delta t^н = 6$ °С, $t_в = 20$ °С, $\lambda_{ут} = 0,05$, $C_{ут} = 60$ $/м^3.

Решение:

• при указанных исходных данных из табл. 6 при $t_в$=20°С и r=1 принимаем минимально допустимое значение требуемого сопротивления теплопередаче $R_о$ = 1 м^2·°С/Вт, а из табл. 5 — значение r = 0,85;

• из табл. 14.2 коэффициент $m_о^{ср} = 2,2$;

• $R_о^{эк} = m_о^{ср} \cdot R_о = 2,2 \cdot 1 = 2,2$ м^2·°С/Вт (условное);

• $R_о^{эк} = m_о^{ср} R_о \cdot r = 2,4 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,9$ м^2·°С/Вт (приведенное);

• толщина дополнительного слоя теплоизоляции $\delta = (R_о^{эк} - R_о - 0,16)\lambda_{ут} = (2,2 - 1 - 0,16)0,05 = 0,05$ м.

Формула (16,*б*) пригодна для инженерных вычислений при $C_р \le$ $/м^2.

Во всех вариантах должна производиться проверка величины заданной рентабельности дополнительных капиталовложений на утепление здания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Методика определения эксплуатационной энергетической характеристики зданий

Для определения эксплуатационной энергетической характеристики зданий используются расчетные формулы, приведенные в разделе 6 настоящего стандарта.

Методика определения эксплуатационной характеристики приведена ниже на двух примерах — проектах жилого здания и средней школы в климатических условиях г. Москвы. Для вычислений использована электронная таблица программы EXCEL 7, которая позволяет производить расчет в автоматическом режиме одновременно для нескольких проектируемых альтернативных вариантов теплозащиты зданий.

Пример расчета для четырех вариантов теплозащиты 17-этажного жилого здания приведен в табл. 15.1. Различия вариантов состоят в следующем:

№ 1 (базисный) — ограждающие конструкции имеют минимально допустимый уровень теплозащиты, определенный по формуле (1) настоящего стандарта; окна с двойным остеклением в деревянных раздельно-спаренных переплетах. Кратность воздухообмена $K_р$ = 1,5 ч$^{-1}$;

№ 2 — уровень теплозащиты ограждающих конструкций соответствует экономически целесообразному сопротивлению теплопередаче, определяемому по формуле (14) настоящего стандарта; окна с повышенным до 0,43 сопротивлением теплопередаче, $K_р$ = 1,5 ч$^{-1}$;

№ 3 — уровень теплозащиты ограждающих конструкций соответствует требованиям второго этапа (табл. 16 СНиП II-3-79*), окна с повышенным до 0,55 сопротивлением теплопередаче, $K_р$ = 1,5 ч$^{-1}$;

№ 4 — уровень теплозащиты ограждающих конструкций такой же, как и в варианте № 1, но применены новые конструкции энергоэффективных окон с повышенным уровнем теплозащиты за счет использования однокамерного стеклопакета в комбинации с третьим стеклом с селективным теплоотражающим покрытием: кратность воздухообмена снижена до $K_р$ = 1 ч$^{-1}$ за счет снижения воздухопроницания окон.

Дополнительные энергозатраты на горячее и холодное водоснабжение приняты одинаковыми во всех четырех вариантах.

Итоговые результаты (см. табл. 15.1) используют для сопоставления альтернативных вариантов теплозащиты зданий и выбора из них целесообразного для дальнейшей проработки в целях снижения энергопотребления здания до директивных требований.

Заметим, что вариант № 4 отличается от базисного варианта № 1 лишь применением новых конструкций энергоэффективных окон, что оказалось равноценно утеплению наружных стен до уровня варианта № 2. Помимо этого, вариант № 4 требует меньших капитальных вложений на замену старых конструкций окон при минимальном сроке окупаемости новых (около 5 лет), тогда как при утеплении наружных стен до экономически целесообразного уровня срок окупаемости должен составить менее 10 лет, а второго этапа — более 20 лет при снижении энергопотребления лишь на 5 %.

Полученные на этой стадии результаты расчета позволили установить, что наиболее выгодным по сроку окупаемости оказался вариант № 4, и его следует принять для детальной проработки в целях выявления дополнительных резервов экономии за счет применения (табл. 15.2) в проекте дополнительных энергосберегающих технических решений и мероприятий, перечень и потенциал которых приведены в прил. 16.

Для общественного здания — проекта школы — результаты аналогичных расчетов приведены в табл. 15.4 и 15.5. Различия вариантов состоят в следующем.

Вариант № 1 — наружные ограждающие конструкций имеют минимально допустимый уровень теплозащиты $R_о^{тр}$, определенный по формуле (1) настоящего стандарта без учета других энергосберегающих технических решений и мероприятий и без учета дополнительных теплопоступлений, т.к. отсутствует индивидуальное ав-

томатическое регулирование теплоотдачи системы отопления.

Вариант № 2 — уровень теплозащиты ограждений повышен до экономически целесообразного сопротивления теплопередаче, определяемого по формуле (14) раздела 2; предусмотрены индивидуальное автоматическое регулирование теплоотдачи системы отопления при учете дополнительных теплопоступлений от солнечной радиации, утилизация теплоты вытяжного воздуха с промежуточным теплоносителем ($k_{эф} = 0,5$), установки смесителей с левым расположением крана горячей воды и экономичных кранов с регулируемым напором в системе горячего водоснабжения ($k_h = 0,94$).

В табл. 15.3 и 15.4 экономия энергии отнесена к суммарным энергозатратам, включающим энергопотребление как на отопление и вентиляцию, так и на горячее водоснабжение и электроприборы, причем два последних вида затрат приведены непосредственно в основной таблице (15.4), т.к. для общественного здания они имеют большее значение с точки зрения возможностей энергосбережения.

В совокупности результаты, приведенные в табл. 15.1—15.4, составляют содержание технического паспорта проекта здания.

1. Технический паспорт жилого здания серии П44/17

Таблица 15.1 — **Характеристики альтернативных вариантов теплозащиты здания**

1. Исходные данные						
Характеристика отопительного периода, тыс. градусо-часов	120,6					
Расчетная температура (г. Москва): наружного зимнего воздуха, °С внутреннего воздуха, °С	 −28 20					
Площадь, м²: наружных стен пола 1-го этажа чердачного перекрытия окон и балконных дверей	 7845 987 987 1713					
Отапливаемая площадь, м²	11111					
Отапливаемый объем, м³	44844					
2. Варианты теплозащиты ограждений оболочки здания						
Варианты теплозащиты	Условное обозначение	Сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт				
		наружн. стен	чердач. перекр.	пола 1-го этажа	окон	инфильтрация
№ 1 — минимально допустимый по формуле (1)	$R_o^{тр}$	1	1,33	2,39	0,39	
№ 2 — экономически целесообразный	R_2	1,8	2,5	2,39	0,43	
№ 3 — этап 2 СНиП II-3-79*	R_3	3,2	3,5	2,39	0,55	
№ 4 — то же, что и № 1 с энергоэффективными окнами	R_4	1	1,33	2,39	0,68	
3. Энергопотребление здания за один отопительный период, МВт·ч/год						
По варианту № 1 при $K_p = 1,5$	Q_1	1069	90	50	599	1692
По варианту № 2 при $K_p = 1,5$	Q_2	594	48	50	543	1692
По варианту № 3 при $K_p = 1,5$	Q_3	334	34	50	425	1692
По варианту № 4 при $K_p = 1$	Q_4	1069	90	50	343	1128
Дополнительные энергозатраты на инфильтрацию при кратности воздухообмена K_p, 1/ч			$K_p = 1$		1128	
			$K_p = 1,5$		1692	

Окончание табл. 15.1

4. Суммарные энергозатраты здания по вариантам теплозащиты						
	№ 1—Q_1	№ 2—Q_2	№ 3—Q_3	№ 4—Q_4		
За отопительный период, МВт·ч/год	3500	2927	2535	2680		
Удельные энергозатраты, кВт·ч/(м^2·год)	315	263	228	241		
в процентах к вар. № 1	100	84	72	77		
Дополнительные капвложения, $/м^2	0	16	60	11	—	—
Стоимость сэкономл. теплоты, $/(м^2·год)	0	1,56	2,55	2,22	—	—
Срок окупаемости дополнительных капиталовложений *t*, лет	0	10	23	5	—	—

Таблица 15.2 — **Эксплуатационная энергетическая характеристика жилого здания**

К детальной разработке принят вариант № 4 (см.табл. 15.1)	Потребление энергии по варианту № 4	
	кВт·ч/(м^2·год)	%
	241	100
1. Энергозатраты на системы отопления и вентиляции		
Дополнительно принятые энергосберегающие технические решения	Экономия энергии в варианте № 4	
1.1. Утепление несветопрозрачных наружных ограждений	21	9
1.2. Оптимизация объемно-планировочных решений	—	—
1.3. Энергоэффективные конструкции окон: от повышения теплозащитных качеств от снижения инфильтрации	 5 39	 2 16
1.4. Остекление лоджий	5	2
1.5. Поквартирное регулирование отпуска теплоты	14	6
1.6. Поквартирный автоматический учет потребления теплоты	14	6
1.7. Дополнительные теплопоступления от людей и бытовых приборов	67	28
1.8. Дополнительные теплопоступления от солнечной радиации через окна	21	9
Итого	121	78
Всего энергозатраты в варианте № 4	71	22
2. Энергозатраты других инженерных систем		
2.1. Горячего и холодного водоснабжения	93	—
2.2. Электроснабжения	24	—
Всего энергопотребление здания	188	

2. Технический паспорт здания школы (типовой проект 221-1-25-387)

Таблица 15.3 — **Характеристики альтернативных вариантов теплозащиты здания школы**

Параметр	Ед. изм.	Значение	
		вариант 1	вариант 2
1. Исходные данные			
Площадь остекления	$м^2$	464	
Площадь наружных стен (без окон)	$м^2$	1014	
Площадь покрытия	$м^2$	1397	
Площадь перекрытия над техподпольем	$м^2$	1397	
Отапливаемая площадь	$м^2$	2794	
Отапливаемый объем	$м^3$	10102	
Средняя температура внутреннего воздуха	°С	+20	
Средняя температура нар. воздуха за отоп. период	°С	−3,1	
Продолжительность отопительного периода	сут	214	
Характеристика отопительного периода	тыс. градусо-часов	118,6	
Суммарная площадь наружных ограждений	$м^2$	4272	
2. Варианты теплозащиты ограждений оболочки здания			
Сопротивление теплопередаче стен	$м^2 \cdot °С/Вт$	0,92	2,77
То же, покрытия	$м^2 \cdot °С/Вт$	1,66	3,70
То же, перекрытия над техподпольем	$м^2 \cdot °С/Вт$	1,38	3,25
То же, окон	$м^2 \cdot °С/Вт$	0,42	0,54
3. Энергопотребление здания за один отопительный период			
Трансмиссионные теплопотери	МВт·ч/год	538,8	273,9
Эффективная кратность воздухообмена	$ч^{-1}$	0,86	0,52
Энергозатраты на подогрев воздуха для вентиляции	МВт·ч/год	340,0	205,6
Норма расхода горячей воды в средние сутки	л/сут	1333 = 3,4 · 392	
Коэффициент снижения расхода горячей воды	—	1	0,94
Энергозатраты на горячее водоснабжение	МВт·ч/год	18,2	17,1
Мощность эл. приводов инженерных систем	кВт	20	
Коэффициент спроса для электроприводов	—	0,5	
Энергопотребление эл. приводами инж. систем	МВт·ч/год	21,4	
Мощность освещения и электроприборов	кВт	86,2	
Коэфф. спроса для освещения и эл. приборов	—	0,76	
Эл. потребление на освещение и электрическими приборами	МВт·ч/год	140,2	
Быт. теплопоступления на 1 $м^2$ отапл. площади	$Вт/м^2$	14,9	
Бытовые тепловыделения	МВт·ч/год	213,1	
Теплопоступления от солн. радиации через окна	МВт·ч/год	72,2	80,9
Суммарные теплопоступления	МВт·ч/год	—	294,0
4. Суммарные энергозатраты здания по вариантам теплозащиты			
Энергетическая эксплуатац. характеристика	$кВт \cdot ч/(м^2 \cdot год)$	378,9	130,4

Таблица 15.4 — **Энергетическая эксплуатационная характеристика здания школы**

К детальной разработке принят вариант № 2 (см. табл. 15.1)	Потребление энергии по варианту № 1	
	кВт·ч/(м²·год)	%
	378,9	100
Дополнительно принятые энергосберегающие технические решения	Экономия энергии в вар. № 2	
1.1. Утепление несветопрозрачных наружных ограждений	81,7	21,6
1.2. Оптимизация объемно-планировочных решений	—	—
1.3. Энергоэффективные конструкции окон: от повышения теплозащитных качеств от снижения инфильтрации	 12,9 4,1	 3,4 1,1
1.4. Утилизация теплоты вытяжного воздуха	44,3	11,7
1.5. Установка смесителей с левым расположением крана горячей воды и кранов с регулируемым напором	0,4	0,1
1.6. Дополнительные теплопоступления от людей и бытовых приборов	76,2	20,1
1.7. Дополнительные теплопоступления от солнечной радиации через окна	28,9	7,6
Итого:	248,5	65,6
Всего энергозатраты в вар. № 2	130,4	34,4

Таблица 15.4а — **Средние значения ожидаемого срока окупаемости, лет, энергосберегающих низкопотенциальных мероприятий, используемых в табл. 15.3**

Мероприятие	Утепление несветопрозрачных ограждений	Замена остекления (двойного—тройным)	Теплоутилизация с низкопотенциальной тепловой энергией	Установка термоклапанов в системе отопления
Ожидаемый срок окупаемости, лет	до 11	3—10	2,3—3	3—4,5

Таблица 15.5 — **Коэффициент спроса $k_{сп}$ на электроэнергию***

Потребитель	Коэффициент спроса $k_{сп}$								
Лифты При числе лифтовых установок:	Для домов высотой, этажей								
	до 12					12 и свыше			
2—3	0,8					0,9			
4—5	0,7					0,8			
6	0,65					0,75			
10	0,5					0,6			
20	0,4					0,5			
25 и свыше	0,35					0,4			
Освещение в организациях, предприятиях	При мощности рабочего освещения, кВт								
	До 5	10	15	25	50	100	200	400	св. 500
Гостиницы, санатории, дома отдыха	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,3
Предприятия общественного питания, детские ясли-сады	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,5
Офисные и учебные здания, предприятия бытового обслуживания и торговли	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
Проектно-конструкторские и научно-исследовательские организации	1	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

Окончание табл. 15.5

Актовые и конференц-залы, спортзалы	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Клубы	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,55	—	—
Кинотеатры	1	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,5	—	—
Механическая вентиляция, кондиционеры, насосы									
При удельном весе мощности инженерного оборудования в общей мощности силовых электроприемников, %:	При числе электроприемников								
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100—85 при единичной мощности >30 кВт	1 (0,8)	0,9 (0,75)	0,8 (0,7)	0,75	0,7	0,65	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5
84—75	—	—	0,75	0,7	0,65	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5
74—50	—	—	0,7	0,65	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45
49—25	—	—	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45
24 и менее	—	—	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4

* Данные главы 4 ВСН 59-88.

Таблица 15.6 — **Удельная нагрузка $n_з$ на освещение общественных зданий***

№ п.п.	Здания	Единица измерения	Уд. нагрузка $n_з$, кВт/ед. измер.
1	Предприятия общественного питания полностью электрифицированные с числом мест: до 400	кВт/место	0,9
2	св. 500 до 1000	то же	0,75
3	св. 1100	»	0,65
4	С плитами на газообразном топливе с числом мест: до 400	»	0,7
5	св. 500 до 1000	»	0,6
6	св. 1100	»	0,5
7	Продовольственные магазины	кВт/м² торгового зала	0,2
8	Промтоварные магазины	то же	0,12
9	Общеобразовательные школы: с электрифицированными столовыми и спортзалами	кВт/1 учащегося	0,22
10	без электрифицированных столовых, со спортзалами	то же	0,15
11	с буфетами, без спортзалов	»	0,15
12	без буфетов и спортзалов	»	0,13
13	Профессионально-технические училища со столовыми	»	0,4
14	Детские ясли-сады	кВт/место	0,4
15	Кинотеатры и киноконцертные залы	то же	0,1
16	Клубы	»	0,4
17	Парикмахерские	кВт/рабочее место	1,3
18	Учреждения офисные, проектные и конструкторские	кВт/м² общей площади	0,036
19	Гостиницы	кВт/место	0,3
20	Дома отдыха и пансионаты	то же	0,3
21	Фабрики химчистки и прачечные самообслуживания	кВт/кг вещей	0,065
22	Пионерские лагеря	кВт/м² жилых помещений	0,020

* Данные главы 4 ВСН 59-88.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Потенциал энергосберегающих технических решений и мероприятий (экспертная оценка)

№ п.п.	Системы энергопотребления зданий	Снижение энергозатрат, %, не менее
	1. Объемно-планировочные решения	
1.1	Рациональная ориентация зданий по сторонам света с учетом розы ветров и солнечной радиации	3
1.2	Минимизация периметра фасадов зданий ($F_{стен}/V \rightarrow$ min) при исключении излишней изрезанности фасадов	3
1.3	Использование пассивных гелиосистем, в том числе остекления балконов и лоджий	5
1.4	Дополнительное утепление наружных стен в подоконных нишах с установкой теплоотражающих экранов	1
1.5	Дополнительное секционирование входных тамбуров, герметизация притворов, утепление входных и квартирных дверей	3
1.6	Утепление коробок наружных дверей, окон и балконных дверей с устройством наружных четвертей и утеплением откосов	3
	2. Системы центрального отопления	
2.1	Установка теплосчетчиков в тепловых пунктах	10
2.2	Установка термостатов на радиаторах	3
2.3	Пофасадное регулирование и программный отпуск теплоты	5
2.4	Установка квартирных счетчиков потребления теплоты	5
2.5	Замена радиаторов конвекторами с встроенными вентиляторами	5
2.6	Применение систем лучистого отопления	5
2.7	Применение систем воздушного отопления	5
	3. Система вентиляции	
3.1	Применение систем принудительной вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты при помощи ТНУ и использованием теплоты на нужды ГВС	10
3.2	Применение полуавтоматических клапанов на притоке и вытяжке при естественной гравитационной системе вентиляции	5
3.3	Снижения притока холодного инфильтрующегося воздуха при замене старых окон энергоэффективными конструкциями	15
	4. Система водоснабжения	
4.1	Установка расходомеров для поквартирного учета расхода воды	5
4.2	Установка стабилизатора давления (при учете снижения на 1 атм)	5
4.3	Установка экономичных душевых сеток и водоразборной арматуры	5
4.4	Установка двухсекционных раковин, двухрежимных сливных бачков	5
4.5	Изоляция циркуляционных трубопроводов горячей воды	3
4.6	Использование теплоты вентиляционных выбросов на нужды ГВС при помощи ТНУ	5
4.7	Использование смесителей с автотерморегуляторами	2
	5. Система канализации	
5.1	Разделение хозяйственных и фекальных вод с рекуперацией теплоты при помощи ТНУ (теплонасосных установок)	5

Нормативные документы, на которые даны ссылки в стандарте СТО 001-2005

СНиП 10-01-94	Система нормативных документов в строительстве. Основные положения (отменены).
СНиП 23-01-99*	Строительная климатология
СНиП 23-02-2003	Тепловая защита зданий
СНиП 31-01-2003	Здания жилые многоквартирные
СНиП 2.04.01-85*	Внутренний водопровод и канализация зданий
СНиП 2.08.02-89*	Общественные здания и сооружения
СНиП 2.10.03-84	Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения
СНиП II-3-79*	Строительная теплотехника (отменены)
ГОСТ 12.1.005—88	ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 26253—84	Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций
ГОСТ 30494—96	Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
ВСН 59-88	Электрооборудование жилых и общественных зданий

Список литературы

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкций. — М., 1973.

2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М., 1982.

3. Иванов Г.С. Об ошибках нормирования уровня теплозащиты ограждающих конструкций // Жилищное строительство. — 1996. — № 9. С. 11—13.

4. Иванов Г.С. Радикальное решение проблемы энергосбережения в градостроительстве на основе применения энергоэффективных конструкций окон // ССК «ОКНА и ДВЕРИ». — 2000. — № 7—8. С. 14—16.

5. Лобов О.И., Ананьев А.И., Вязовченко В.А. и др. В защиту отечественного строительства и промышленности строительных материалов // Строительный эксперт. — 2001. — № 10 (101). — С. 4—5; № 11 (102). — С. 10—11.

6. Иванов Г.С. Внимательный взгляд на строительную теплотехнику // Строительный эксперт. — 2001. — № 20 (111). — С. 18—20.

7. Энергосбережение: проблемы остаются (Ком. ред. к развернувшейся дискуссии) // ССК «ОКНА и ДВЕРИ». — 2001. — № 10 (55). — С. 26—27.

8. Иванов Г.С. По следам выступлений // ССК «ОКНА и ДВЕРИ». — 2001. — № 10 (55). — С. 27—33.

9. Иванов Г.С., Спиридонов А.В. Хромец Д.Ю., Морозов А.М. Энергосбережение при реставрации и капитальном ремонте зданий // Жилищное строительство. — 2002. — № 1. — С. 7—9.

10. Реконструкция и санация жилого фонда первого и второго периодов индустриального домостроения в Москве / МНИИТЭП. — М., 2003.

11. Иванов Г.С. О преодолении тупиковой ситуации в градостроительном комплексе России, вызванной ошибками нормирования уровня теплозащиты зданий // ССК «ОКНА и ДВЕРИ». № 4—5 (61—52). — 2002. — С. 52—54.

12. Прохоров В.И. Облик энергосбережения. Актуальные проблемы строительной теплофизики // VI научно-практическая конференция 18—20 апреля 2002 г. Академические чтения: Сборник докладов. — М., 2002. — С. 73—93.

13. Прохоров В.И. Облик энергосбережения // Строительный эксперт. — 2002. — № 12 (127), 13 (128), 16 (131).

14. Гагарин В.Г. О реальной цене энергосбережения // Строительный эксперт. — 2003. — № 8 (147), 10.

15. О.И. Лобов, А.И. Ананьев, Ю.Я. Кувшинов и др. Взгляд на энергосбережение сквозь стены // Строительный эксперт. — 2004. — № 5 (168).

16. Иванов Г.С. Кому нужны непригодные нормы проектирования теплозащиты зданий СНиП 23-02-2003// ССК «ОКНА и ДВЕРИ». — 2005. — № 4 (97).

17. АВОК Стандарт. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. — М., 2002.

18. Самарин О.Д. О методике оценки энергоэффективности зданий // Сб.тр. к 75-летию факультета ТГВ МГСУ (МИСИ). — М., 2003. — С. 25—31.

Пояснения к стандарту РНТО строителей «Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий»

Попытка решить проблему энергосбережения в градостроительном комплексе России путем внесения в 1995 г. изменений № 3 и № 4 в СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» оказалась контрпродуктивной. В изменениях в качестве главной нормируемой величины принят без экономических обоснований избыточный уровень теплозащиты ограждающих конструкций (табл. 1а и 1б), который не является эксплуатационной характеристикой зданий и согласно СНиП 10-01-94* не подлежит нормированию.

Концептуальные просчеты усугублены методическими ошибками технического нормирования, например:

- принята линейная зависимость теплопотерь от увеличения толщины слоя теплоизоляции вместо фактической гиперболической;
- прямые требования по снижению эксплуатационных энергозатрат зданий подменены неадекватными требованиями к уровню теплозащиты ограждающих конструкций, превышающими в два раза их экономически целесообразный уровень;
- не учтено, что через ограждения оболочки зданий теряется теплопроводностью не менее 35 % теплоты, в т.ч. 15 % через окна, остальные 65 % энергии расходуются на подогрев инфильтрующегося холодного воздуха и горячее водоснабжение, а посему декларируемое 40 % снижение энергопотребления за счет избыточного утепления стен и перекрытий физически недостижимо;
- чудовищен по недоразумению запрет на строительство зданий с однослойными легкобетонными, кирпичными и деревянными стенами, испокон веков массово возводившихся в России, путем введения избыточных требований к теплозащите, выполнение которых приводит к увеличению толщины кирпичных стен до 1,5 м, лежащей за пределами разумного;
- перенос избыточных требований (этапа 2 норм) к теплозащите реставрируемых и капитально ремонтируемых зданий, приводящих к малорентабельным капиталовложениям (менее 3 %), что указывает на экономическую нецелесообразность такого решения при ремонте существующих зданий (фонд 2,8 млрд кв.м), без которых проблема энергосбережения в России вообще не может быть решена;
- недооценка энергосберегающего потенциала новых энергоэффективных конструкций окон, которые позволяют экономить до 30 % тепловой энергии, являясь высокорентабельным (более 20 %) техническим решением, альтернативным утеплению наружных стен зданий.

В целом внесение изменений № 3 и № 4 в СНиП II-3-79* не принесло ожидаемого разработчиками эффекта энергосбережения. Все произошло с точностью до наоборот. Невыполнимость избыточных требований к теплозащите зданий привела к свертыванию производства традиционных для России строительных материалов и конструкций и банкротству предприятий крупнопанельного домостроения, на долю которых приходилось более 80 % зданий со стенами из однослойных легкобетонных панелей. Ветшает фонд ранее построенных зданий — главный резерв энергосбережения, недоступный для реализации при указанных ошибках нормирования. В результате произошел резкий спад объемов жилищного строительства и в несколько раз возросла его стоимость. Объемы ввода нового жилья уже к 2000 г. сократились до 30 млн м^2 (около 50 % к уровню 1990 г.), достигнув абсолютного минимума за последние 40 лет.

По самым оптимистичным расчетам, при ежегодном вводе около 30 млн м^2 зданий, отвечающих требованиям «обновленных» в 1995 г. СНиП II-3-79*, экономия топлива в стране должна составить менее 0,1 %. Поэтому победные реляции о якобы достигнутых успехах в решении проблемы энергосбережения являются мифом. Государству нанесены многомиллиардные материальные убытки и неизмеримый социальный ущерб.

Ведущие ученые и специалисты требуют отмены абсурдных норм к теплозащите ограждающих конструкций с момента их ввода. В новых СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», введенных с 01.10.2003 г. взамен СНиП II-3-79*, сохранены все перечисленные выше и наслоены новые ошибки. Разработчики проигнорировали предложения ведущих ученых и специалистов по устранению ошибок технического нормирования, и в перелицованных нормах появились новые ошибки, что усугубляет создавшуюся критическую ситуацию в градостроительном комплексе России. Без замены абсурдных норм теплозащиты зданий, наносящих невосполнимый экономический и социальный ущерб государству, быстрое возрождение градостроительного комплекса невозможно. Минюст России отказал в их регистрации, т.е. их применение необязательно.

Избыточные и бесполезные требования к теплозащите наружных стен зданий открыли дорогу отечественным и зарубежным дельцам для ле-

гального разграбления государственных и частных средств. За примерами далеко ходить не надо. Речь идет об утеплении снаружи вентилируемых и невентилируемых фасадов ранее построенных и новых зданий. Толщина теплоизоляции из минераловатных плит достигает 20 см и более. Стоимость утепления 1 м^2 фасада — более 80, а для вентилируемых —130 долларов. Эти дополнительные затраты не могут окупиться за весь расчетный срок службы при учете стоимости сберегаемой тепловой энергии. «Строительный эксперт» № 18 (2005 г.) почти полностью посвящен этой проблеме. В преамбуле редакции отмечается, что «количество критических замечаний в адрес фасадных систем, находящихся в эксплуатации, не уменьшается. Дело в том, что с развитием рынка в России появились десятки фирм, занимающихся поставками защитно-декоративной отделки зданий, и сотни подрядных организаций, предоставляющих свои услуги по монтажу, среди которых немало случайных компаний, руководствующихся принципом «продал—забыл». Обращает внимание отсутствие во всех выступлениях упоминаний о качестве монтажа, и самое главное — о долговечности и эффективности фасадных систем. И это не случайно, судя по откровенному признанию председателя ассоциации фасадников: «Мы — системники, вряд ли сможем собственными силами решить проблемы, связанные, например, с теплофизикой».

За основу рассматриваемого стандарта приняты СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» (переиздание 1988 г. в редакции до внесения изменений № 3 и № 4). По единодушному мнению авторитетных ученых и специалистов, эти СНиП признаны по содержанию и обоснованности лучшими в мире. Их реанимация должна приостановить распад градостроительного комплекса страны и обеспечить быстрое наращивание объемов жилищного строительства. Немаловажно сохранить для поколений и богатейший научно-технический потенциал, выверенный теорией и многолетней практикой проектирования и строительства зданий.

В содержание ряда разделов внесены соответствующие изменения, обеспечивающие выполнение поставленной цели по решению проблемы энергосбережения на строго научной основе.

Их новизна заключается в следующем:

- уточнены и расширены формулировки раздела 1 «Общие положения» в связи с включением новых разделов и принятой оценкой эффективности применяемых в проектах зданий ресурсосберегающих технических решений исходя из требований потребителя;
- введена оценка эффективности энергосберегающих технических решений и мероприятий на основе значений эксплуатационной характеристики проектируемого здания в целом — удельных энергозатрат [кВт·ч/(м^2·год)] отапливаемой площади [либо кВт·ч/(м^3·год)] за один отопительный период;
- взамен так называемых волюнтаристских «предписывающих и потребительских подходов» предложены аналитически определяемые два уровня теплозащиты ограждающих конструкций: требуемый минимально допустимый и повышенный — экономически целесообразный — исходя из условий энергосбережения;
- восстановлена в правах и реструктурирована формула (1) для определения минимально допустимого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, и тем самым снят запрет на строительство зданий с однослойными кирпичными стенами и из легких бетонов;
- взамен некорректной выведена новая формула (14) для определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий;
- при определении экономически целесообразного уровня теплозащиты в качестве базисного аналога рекомендовано применять стены с минимально допустимым уровнем теплозащиты, соответствующие ранее построенным зданиям, что исключает волюнтаризм в принятии избыточных уровней теплозащиты для вновь проектируемых и капитально ремонтируемых зданий;
- заказчику рекомендовано устанавливать и утверждать техническое задание на проектирование и по экономии тепловой и электрической энергии, но не менее чем в два раза по отношению к аналогу;
- в качестве критерия экономической целесообразности применения в проектах энергосберегающих технических решений и мероприятий принят заданный в строительном комплексе показатель рентабельности дополнительных капиталовложений на утепление ограждающих конструкций, определяемый с учетом размера годовой прибыли от сэкономленной тепловой энергии;
- обновлено содержание раздела 4 «Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций», в том числе приведена новая формула для определения паропроницания вентилируемых воздушных прослоек;
- разработан новый раздел 6 «Эксплуатационная энергетическая характеристика зданий», который содержит методику и инженерные формулы для определения удельных энергозатрат здания, кВт·ч/(м^2·год), с учетом дополнительных энергозатрат на подогрев инфильтрующегося холодного воздуха и воздуха в системах механической вентиляции, горячее водоснабжение и электроснабжение.

В новых приложениях приведены примеры определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, срока окупаемости энергоэффективных конструкций окон, эксплуатационной энергетической характеристики здания, служащей одновременно энергетическим паспортом проектируемого здания.

При этом основное внимание сосредоточено на решении проблемы энергосбережения за счет применения в проектах вновь строящихся и капитально ремонтируемых зданий комплекса ресурсосберегающих высокорентабельных технических решений и мероприятий, в том числе при утеплении ограждений оболочки зданий до экономически целесообразного уровня. Например, принятая в проекте МНИИТЭП [10] согласно требованиям действующих норм толщина слоя теплоизоляции в наружных стенах должна быть снижена в два раза.

Реализация требований настоящего стандарта при проектировании зданий достаточна для ликвидации тупиковой ситуации, возникшей в градостроительном комплексе России, и должна позволить на деле приступить к решению важнейшей государственной проблемы — ресурсоэнергосбережения в строительном комплексе России.

Расчетами доказано, что при использовании положений настоящего стандарта должны быть достигнуты следующие результаты:

- снижено энергопотребление не менее чем в два раза по отношению к существующему уровню в капитально ремонтируемых зданиях при замене старых окон, снижении расхода горячей воды и электроэнергии (как правило, без утепления фасадов), остеклении лоджий, герметизации стыков, установке регулирующих термоклапанов на отопительных приборах, утеплении тамбуров и дверей, подвальных и чердачных перекрытий, внутренних трубопроводов и т.п.;
- снижено энергопотребление более чем в два раза во вновь строящихся и реставрируемых зданиях при комплексном использования в проектах более эффективных энергосберегающих технических решений, в том числе тепловых насосов и рекуперации низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов, например с учетом опыта строительства и эксплуатации пилотного 19-этажного дома Минобороны России в микрорайоне Никулино г. Москвы;
- снижен в два раза расход эффективных теплоизоляционных материалов, а также обеспечен прирост объемов строительства за счет снижения стоимости и снятия запрета на возведение новых зданий с однослойными кирпичными и легкобетонными стенами.

Указанные рубежи реально достижимы при обеспечении заданной высокой рентабельности дополнительных капиталовложений.

УДК 697.1 ОКС

Ключевые слова: ограждающие конструкции, снижение ресурсопотребления, теплозащита, коэффициент теплопроводности, сопротивление теплопередаче, воздухопроницанию, паропроницанию, теплоустойчивость

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

НОРМЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

СТО 17532043-001-2005

Оригинал-макет настоящего стандарта подготовлен РНТО строителей

Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 5,58.

Тираж 200 экз. Заказ № 654.

Отпечатано в ФГУП ЦПП

gost.e-ecolog.ru