



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство
«Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири»
(СРО НП «СПАС»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ
ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ**

Введен впервые

Омск 2012



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство
«Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири»
(СРО НП «СПАС»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ
ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ**

СТО СРО НП СПАС-04-2011

Омск 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН: ФГБОУ ВПО «СИБАДИ», СРО НП «СПАС» согласно Федеральному закону №184-ФЗ "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002 г. в соответствии с ГОСТ Р 1.0-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения", ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандарты организаций. Общие положения».

2 УТВЕРЖДЕН: председателем правления СРО НП «СПАС» на основании решения общего собрания.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: с 1 декабря 2012 г. в качестве стандарта организации.

© СРО «НП СПАС» , 2011

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве издания без разрешения СРО НП «СПАС».

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3	ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	1
4	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	1
5	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	4
5.1	Наружные климатические условия	4
5.2	Параметры внутренней среды	4
5.3	Характеристики строительных материалов и конструкций	5
5.4	Определение отапливаемых площадей и объемов зданий	5
6	ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОЗАЩИТЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	6
6.1	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций	6
6.2	Температурный режим ограждающих конструкций	8
6.3	Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	9
6.4	Эффективность объемно-планировочных решений	9
7	МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ	9
7.1	Последовательность проектирования	9
7.2	Расчет удельного расхода тепловой энергии	10
7.3	Расчет приведенного сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций	14
7.4	Расчет приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций	16
7.5	Оценка температурного режима ограждающих конструкций	16
7.6	Ограждающие конструкции теплого чердака	17
7.7	Ограждающие конструкции остекленных балконов и лоджий	18
7.8	Ограждающие конструкции технических подвалов	19
8	ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	20
9	ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ	22
9.1	Основные положения методики экономической оптимизации теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий	22
9.2	Основные положения методики оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий	24
10	КОНТРОЛЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ..	27
11	СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	28
12	ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ, ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЗДАНИЯ	29
12.1	Общие положения	29
12.2	Основные положения	29
12.3	Состав показателей теплоэнергетического паспорта	30
12.4	Форма и пример заполнения теплоэнергетического паспорта здания	32
	ПРИЛОЖЕНИЯ	35
	Приложение А. Перечень использованных нормативных документов	36
	Приложение Б. Основные термины и их определения	37
	Приложение В. Карта зон влажности	39
	Приложение Г. Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий	40
	Приложение Д. Значения температуры точки росы для ряда температур и относительной влажности воздуха	48
	Приложение Е. Значения коэффициентов затенения светового проема и относительного проникания солнечной радиации окон и зенитных фонарей	49

Приложение Ж. Средняя величина суммарной солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности при действительных условиях облачности за отопительный период	50
Приложение З. Метод определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций на основе расчета температурных полей	51
Приложение И. Примеры расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	57
Приложение К. Примеры оценки температурного режима узлов сопряжений ограждающих конструкций зданий	62
Приложение Л. Приведенное сопротивление теплопередаче некоторых конструктивных решений наружных стен	66
Приложение М. Расчетный метод определения приведенного сопротивления теплопередаче оконных и дверных балконных блоков	75
Приложение Н. Пример расчета температуры воздуха в теплом чердаке	81
Приложение О. Сопротивление воздухопроницанию некоторых материалов и конструкций	82
Приложение П. Пример определения сопротивления воздухопроницанию оконного блока при проектировании жилого здания	83
Приложение Р. Расчетные значения коэффициента (К) пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через ограждающие конструкции зданий в текущих ценах за расчетный срок их эксплуатации (Т) с приведением к текущему уровню цен в зависимости от прогнозных значений ежегодного темпа изменения стоимости тепловой энергии (е) и ежегодной нормы дисконта (Е) при фиксированном значении разрыва во времени (N=1 год) между моментом начала затрат на компенсацию теплопотерь через ограждающие конструкции и моментом затрат на их возведение	85
Приложение С. Примеры определения экономически целесообразных решений наружных ограждающих конструкций	88
Приложение Т. Пример расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоэтажного жилого дома	91
Приложение У. Сведения о разработчиках стандарта	95

ВВЕДЕНИЕ

Стандарт организации «Энергосбережение в зданиях. Проектирование тепловой защиты жилых и общественных зданий» разработан в соответствии с решением общего собрания саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Союз проектировщиков и архитекторов Сибири» (протокол № 3 от 26 сентября 2010 г.).

Разработка и ввод в действие данного стандарта обусловлены необходимостью детализации и уточнения ряда положений СНИП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2003 «Проектирование тепловой защиты зданий», изменением требований к теплоснабжению и энергоэффективности зданий, предусмотренных Федеральным законом №261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении соответствующих изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», постановлением правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 17 мая 2011 г. №224 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».

Совокупность требований настоящего нормативного документа преследует цель проектирования зданий с эффективным использованием энергии путем выявления суммарного эффекта энергосбережения от повышения теплозащитных качеств ограждающих конструкций, оптимизации технических решений и повышения эффективности управления системами отопления и вентиляции зданий с учетом режима их эксплуатации, использования возобновляемых источников энергии и др.

При разработке стандарта основное внимание уделено методическим аспектам проектирования тепловой защиты: расчетам приведенного сопротивления теплопередаче различных типов ограждающих конструкций, методике расчета удельного расхода тепловой энергии с учетом технических решений и повышения эффективности управления системами отопления и вентиляции зданий, применению возобновляемых источников энергии, оценке экономической эффективности

энергосберегающих мероприятий, разработке ряда приложений со справочными характеристиками конструкций и примерами расчетов.

Следует отметить ряд подходов, отличающих данный документ от аналогов.

1. В методику расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий внесены ряд изменений. В частности:

- в формулу для расчета общих потерь зданием за отопительный период включены теплопоступления от возобновляемых источников энергии и рекуперации тепла; подобного рода технические решения применяются, но методика их учета в общем тепловом балансе здания и оценке удельного теплопотребления до последнего времени отсутствовала;

- выделены отдельной строкой затраты тепла на вентиляцию; в методике СНИП 23-02 эти затраты включены в общий коэффициент теплопередачи здания и соответственно значимость и оценка эффективности применяемых решений завуалирована, хотя необходимость комплексного подхода к учету авторегулирования и взаимной увязке систем инженерного оборудования зданий очевидна;

- при расчете затрат тепла на вентиляцию введен коэффициент эффективности управления и авторегулирования воздухообменом; данный коэффициент включен в формулу расчета кратности воздухообмена и учитывает технические возможности регулирования притока и удаления воздуха с учетом режима эксплуатации помещений;

- выведены за рамки расчета удельного расхода тепловой энергии проектируемого здания коэффициенты, учитывающие потери тепла в тепловых сетях, источниках теплоснабжения, центральных распределительных пунктов и т.п.; в настоящее время согласно СП 23-101 эти коэффициенты должны вводиться при определении нормативной величины удельного теплопотребления (нормируемая величина снижается при использовании крышных котельных, систем электроотопления и др.); но поскольку потребитель оплачивает тепловую энергию по факту получения на вводе в здание, тепловая защита здания не должна зависеть от эффективности или неэффективности выработки тепловой энергии и ее потерь при транспортировке; даже при проектировании автономных систем теплоснабжения или стационарного электроотопления определяющим фактором должна являться стоимость вырабатываемой энер-

гии, а не понижение (или повышение) нормативных требований.

2. Внесены уточнения и дополнения в методики расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- исключена двойственность в подходе к определению приведенного сопротивления теплопередаче (в СП 23-101 и СНИП 23-02 при определении величины приведенного сопротивления теплопередаче неоднородность ограждающей конструкции до последнего времени могла рассчитываться как с учетом пограничных слоев, так и без их учета – через приведенное термическое сопротивление, что вносило путаницу и возможность получения разных результатов для одной и той же конструкции); в СТО приведенное сопротивление теплопередаче любой неоднородной конструкции предложено определять через приведенное термическое сопротивление с добавлением сопротивлений теплоотдаче пограничных слоев, как это прописано и в стандартах на методы испытаний;

- проработан и введен в качестве приложения метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий на основе компьютерных программ расчета температурных полей; оговорены требования к программному обеспечению, правила определения расчетных областей, задания граничных условий и пр.;

- проработан и введен в качестве приложения метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций с учетом линейных коэффициентов теплотехнической однородности;

- приведены примеры расчета приведенного сопротивления теплопередаче ряда ограждающих конструкций, примеры оценки температурного режима узлов сопряжений отдельных конструкций и др.

3. Внесены поправки в методики:

- расчета требуемых теплозащитных качеств ограждающих конструкций теплого чердака, его расчетной температуры и относительной влажности;

- расчета требуемого сопротивления воздухопроницанию светопрозрачных конструкций; в СНИП 23-02 при определении требуемого сопротивления воздухопроницанию светопрозрачных конструкций допущены грубые ошибки, в результате чего размерность сопротивления воздухопроницанию непрозрачных и светопрозрачных конструкций оказалась различной $[м^2 \cdot ч \cdot Па / кг]$ – для непро-

зрачных и $[м^2 \cdot ч / кг]$ – для светопрозрачных; как следствие – ошибки в примерах, показывающих увязку расчетных требований и результатов испытаний;

- назначения кратности воздухообмена при расчете температурного режима теплых подвалов и технических подполий.

4. Прописаны методика определения экономически обоснованного уровня теплозащитных качеств ограждающих конструкций, методика определения срока окупаемости различных энергосберегающих мероприятий. Приведены необходимые справочные данные и примеры расчетов для различных конструкций.

5. Минимально допустимый уровень теплозащитных качеств ограждающих конструкций (минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен и покрытий) предложено определять из условий обеспечения нормативного температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкций (как это было прописано в ТСН 23-338-2002 Омской области и ТСН 23-317-2000 Новосибирской области).

Такой подход расширяет возможности проектировщиков по применению местных строительных материалов, апробированных строительных конструкций, но при обязательном выполнении требований по удельному расходу тепловой энергии проектируемого здания. Если за счет планировочных решений, повышения эффективности инженерного оборудования здания, рекуперации тепла и пр., требования по удельному расходу тепловой энергии проектируемого здания выполняются, то возможно снижение теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций, но не ниже минимально допустимого уровня. При этом приоритеты остаются за конструкциями с высокими теплозащитными качествами, а целесообразность снижения теплозащитных качеств отдельных конструкций должна подтверждаться экономическими выкладками.

Стандарт разработан в дополнение к СНИП 23-02, СНИП 41-01, СНИП 31-05, СП 54.13330, СП 55.13330, СП 44.13330, СП 23-101 в соответствии с основными принципами и общей структурой системы нормативных документов в строительстве, действующих законодательных и нормативных актов Российской Федерации, требований ГОСТ Р 1.0, ГОСТ Р 1.4.

Стандарт организации

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ
THERMAL PERFORMANCE DESIGN OF BUILDINGS

СТО СРО НП СПАС-04-2011

Дата введения 2012-12-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт разработан в дополнение к СНИП 23-02, СНИП 31-05, СП 23-101, СП 54.13330, СНИП 41-01, СП 55.13330, СП 44.13330 и предназначен для обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов при проектировании тепловой защиты зданий.

1.2 Стандарт устанавливает требования по тепловой защите и теплотреблению зданий, содержит рекомендации по выбору уровня тепловой защиты с учетом применяемых объемно-планировочных решений, систем отопления, вентиляции, технических решений по их автоматизации и авторегулированию, при условии обеспечения оптимальных параметров микроклимата и экономической целесообразности.

1.3 Требования стандарта должны соблюдаться при проектировании, экспертизе, строительстве, приемке и эксплуатации новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых отапливаемых жилых зданий (многоквартирных и многоквартирных) и зданий общественного назначения с нормируемой температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха.

1.4 Стандарт не распространяется на:

- культовые здания, строения и сооружения;
- здания, строения и сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
 - мобильные (передвижные) жилые здания;
 - временные постройки, срок службы которых составляет менее двух лет;
 - объекты индивидуального жилищного строительства (отдельно стоящие и предназначенные для проживания одной семьи жилые дома с количеством этажей не более трех), дачные и садовые дома;
 - строения и сооружения вспомогательного использования;
 - отдельно стоящие здания, строения и сооружения, общая площадь которых не превышает 50 м²;

- объекты, начатые строительством по проектной документации, разработанной и утвержденной до момента ввода в действие настоящего стандарта;

- иные определенные Правительством Российской Федерации здания, строения, сооружения.

Возможность применения настоящего стандарта при реконструкции, капитальном ремонте и модернизации зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, определяется на основании согласования с органами государственного контроля охраны и использования памятников истории и культуры в каждом конкретном случае.

1.5 Стандарт вводится в качестве методического документа для применения юридическими и физическими лицами, входящими в саморегулируемую организацию Некоммерческое партнерство «Межрегиональный союз проектировщиков и архитекторов Сибири», независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в данном документе, приведен в приложении А.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины и определения, применяемые в настоящем нормативном документе, приведены в приложении Б.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Стандартом установлены следующие показатели тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания $R_{o,r}$, м²·°С/Вт;

б) температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и средней температурой поверхности ограждающих конструкций Δt_n , °С;

в) минимальная температура на внутренней поверхности конструкций τ_{min} , °С ;

г) удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h , кДж/(м²·°С·сут) или кДж/(м³·°С·сут).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «а», «б», «в» и «г», указанных в п.4.1.

В зданиях производственного назначения необходимо соблюдение требований показателей «а», «б» и «в».

Показателем, определяющим класс энергетической эффективности зданий, является удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период q_h .

4.2 Теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций по показателю «а» следует определять согласно разделу 7 настоящего СТО.

4.3 Выбор проектного решения следует производить на основе сравнения вариантов с различными конструктивными, объемно-планировочными и инженерными решениями по наименьшему значению удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания q_h^{des} , а также с учетом оценки экономической эффективности и целесообразности энергосберегающих мероприятий, согласно разделу 9 настоящего СТО.

4.4 Энергетическую эффективность жилых и общественных зданий следует определять

в соответствии с классификацией, приведенной в таблице 4.1.

4.5 Величину отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания q_h^{des} от нормативного значения q_h^{reg} следует рассчитывать по формуле

$$\Delta_{eff} = [(q_h^{des} - q_h^{reg}) / q_h^{reg}] \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где q_h^{reg} – нормативный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, кДж/(м²·°С·сут) или кДж/(м³·°С·сут), определяемый для различных типов зданий по таблице 4.1 или 4.2 в зависимости от функционального назначения и этажности;

q_h^{des} – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, кДж/(м²·°С·сут) или кДж/(м³·°С·сут), определяемый в соответствии с разделом 7 настоящего СТО.

Если отклонение Δ_{eff} равно предельному значению, приведенному в таблице 4.1, то класс энергетической эффективности устанавливается по строке, в которой приведено это предельное отклонение.

4.6 Классы А, В и С устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии проектирования, а на стадии эксплуатации уточняются по результатам проведения энергетических обследований.

Присвоение классов D и E на стадии проектирования не допускается. Классы D и E

Т а б л и ц а 4.1 – Классы энергетической эффективности зданий*

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания q_h^{des} от нормативного значения q_h^{reg} , %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов Федерации
Для новых и реконструируемых зданий			
A	Очень высокий	Менее - 41	Экономическое стимулирование
B B+ B++	Высокий	От -10 до -20 От -21 до -30 От -31 до -40	Экономическое стимулирование
C	Нормальный	От + 5 до - 9	-
Для эксплуатируемых зданий			
D	Пониженный	От + 6 до + 75	Желательна реконструкция здания
E	Очень низкий	Более 76	Необходима реализация комплекса энергосберегающих мероприятий

*Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 25.01.2011 г. №18.

устанавливают при эксплуатации зданий по результатам энергетических обследований с целью разработки мероприятий по уменьшению их энергопотребления.

4.7 Порядок экономического стимулирования или штрафные санкции устанавливаются органами администрации субъектов Федерации или решениями муниципальных администраций.

Т а б л и ц а 4.2 – Базовый уровень нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых домов: многоквартирных отдельностоящих и блокированных, многоквартирных и массового промышленного изготовления q_h^{req} , кДж/(м²·°C·сут)

Отапливаемая площадь домов, м ²	Число этажей			
	1	2	3	4
60 и менее	119,0	--	--	--
100	106,0	115,0	--	--
150	93,5	102,0	110,5	--
250	85,9	89,0	93,5	98,0
400	--	76,5	81,0	85,0
600	--	68,0	72,0	76,5
1000 и более	--	59,5	64,0	68,0

Примечания:
 1. При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60 – 1000 м² значения q_h^{req} должны определяться по линейной интерполяции.
 2. Под отапливаемой площадью малоэтажного многоквартирного дома принимается сумма площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12°С, для блокированных домов – площадь квартиры, а для многоквартирных домов с общей лестничной клеткой – сумма площадей квартир без летних помещений.

Т а б л и ц а 4.3 – Базовый уровень нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий q_h^{req} , кДж/(м²·°C·сут) [кДж/(м³·°C·сут)]

Типы зданий	Этажность зданий					
	1-3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1. Жилые, гостиницы, общежития	По таблице 4.2	72,0 [26,5]	68,0 [24,5]	65,0 [23,5]	61,0 [22,0]	59,5 [21,5]
2. Общественные, кроме перечисленных в поз.3, 4 и 5 настоящей таблицы	[37,5], [32,5], [30,5]*	[27,0]	[26,5]	[25,0]	[24,0]	-
3. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[29], [28], [27]*	[26,5]	[26,5]	[24,5]	[24,0]	-
4. Дошкольные учреждения, хосписы	[38]	-	-	-	-	-
5. Сервисного обслуживания	[19,5], [18,5], [18,0]*	[17,0]	[17,0]	-	-	-
6. Административного назначения (офисы)	[30,5], [29,0], [28,0]*	[23,5]	[20,5]	[18,5]	[17,0]	[17,0]

Примечания:
 1. Показатели, отмеченные *, приведены соответственно нарастающую этажности.
 2. Для регионов, имеющих значение $D_{г}$ = 8000 °C·сут и более, нормируемые q_h^{req} следует снизить на 5 %.

5 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

5.1 Наружные климатические условия

5.1.1 Расчетную температуру наружного воздуха в холодный период года t_{ext} , °С, следует принимать равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01 для соответствующего городского или сельского населенного пункта.

При отсутствии данных для конкретного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.1.2 Продолжительность отопительного периода z_{ht} , сут, и среднюю температуру наружного воздуха в течение отопительного периода t_{ht} , °С, следует принимать согласно СНиП 23-01 (при проектировании лечебно-профилактических и детских учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов принимаются для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 10 °С; в остальных случаях - не более 8 °С) для соответствующего города или населенного пункта.

При отсутствии данных для конкретного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.1.3 Величину градусо-суток D_d , °С·сут, в течение отопительного периода следует вычислять по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} \quad (5.1)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно 5.2.1;

t_{ht} , z_{ht} – то же, что и в п.5.1.2.

5.1.4 Средний удельный вес наружного воздуха в течение отопительного периода γ_a^{ht} , Н/м³, следует рассчитывать по формуле

$$\gamma_a^{ht} = 3463 / (273 + t_{ht}) \quad (5.2)$$

где t_{ht} – то же, что и в п.5.1.2, °С.

5.1.5 Среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период ρ_a^{ht} , кг/м³, следует рассчитывать по формуле

$$\rho_a^{ht} = 353 / [(273 + 0,5(t_{int} + t_{ext}))] \quad (5.3)$$

где t_{int} – то же, что и в п.5.1.3, °С.

t_{ext} – то же, что и в п.5.1.1, °С.

5.2 Параметры внутренней среды

5.2.1 Расчетную температуру внутреннего воздуха t_{int} , °С, следует принимать:

- для жилых зданий, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий – по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22 °С);

- для общественных зданий, кроме указанных выше, административных, бытовых, производственных и других зданий и помещений с влажным или мокрым режимом эксплуатации – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 °С);

- для производственных зданий с сухим и нормальным режимами эксплуатации – по нормам проектирования соответствующих зданий.

5.2.2 Расчетную относительную влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} , %, следует принимать:

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

- для помещений кухонь – 60%;

- для ванных комнат – 65%;

- для теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%;

- для теплых чердаков жилых зданий – 55%;

- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) – 50%;

- для производственных зданий - согласно нормам проектирования соответствующих зданий.

5.2.3 Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по таблице 5.1.

5.2.4 Условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 5.2.

Зоны влажности территории России следует принимать по приложению В.

Таблица 5.1 – Влажностный режим помещений зданий*

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	" 60 " 75	" 50 " 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

* По СНиП 23-02 .

Таблица 5.2 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций*

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 5.1)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В)		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

* по СНиП 23-02

5.3 Характеристики строительных материалов и конструкций

5.3.1 При теплотехническом проектировании ограждающих конструкций следует применять следующие расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций (для условий эксплуатации А или Б):

- коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С);
- коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , Вт/(м²·°С);
- удельную теплоемкость (в сухом состоянии) c_o , кДж/(кг·°С);
- коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па), или сопротивление паропроницанию R_{vr} , м²·ч·Па/мг;
- сертифицированные значения приведенного сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей, фонарей R_{of} , м²·°С/Вт;
- сопротивление воздухопроницанию R_a , м²·ч·Па/кг, или сертифицированные значения воздухопроницаемости G_m , кг/(м²·ч), для окон и балконных дверей;
- термическое сопротивление воздушных прослоек $R_{a,l}$, м²·°С/Вт;
- коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения ρ_s ;
- сертифицированные значения коэффициентов затенения непрозрачными элементами τ и относительного пропускания солнечной радиации окон k ;
- коэффициент теплового излучения поверхности (тепловая эмиссия) ε .

5.3.2 Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов следует принимать по приложению Г данного СТО или СП 23-101. Допускается расчетные теплотехнические показатели эффективных теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловолоконистых и полимерных), а также материалов, не приведенных в приложении Г, принимать по результатам теплотехнических испытаний, проведенных аккредитованными испытательными лабораториями.

5.4 Определение отопляемых площадей и объемов зданий

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

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

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

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

5.4.4 Отапливаемый объем здания определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

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

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

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

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

При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия, чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка

6 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОЗАЩИТЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

6.1.1 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий R_o^{reg} , м²·°С/Вт, в том числе окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°), следует принимать согласно таблице 6.1 в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , °С·сут.

6.1.2 Допускается уменьшение сопротивления теплопередаче R_o^{reg} отдельных эле-

ментов ограждающих конструкций здания (светопрозрачных согласно примечанию 4 к таблице 6.1) по сравнению с нормируемым значением по таблице 6.1, но не ниже минимальных величин R_o^{min} , м²·°С/Вт, определяемых согласно п.6.1.3 при условии, если расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания q_h^{des} окажется меньше нормируемого значения q_h^{reg} , определенного согласно таблиц 4.2 и 4.3. При этом класс энергетической эффективности здания должен быть не ниже «В» согласно таблицы 4.1.

6.1.3 Минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций следует рассчитывать по формуле

$$R_o^{min} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}, \quad (6.1)$$

где n – коэффициент, принимаемый по таблице 6.2;

Δt_n – нормативный температурный перепад, °С, принимаемый по таблице 6.3 в зависимости от назначения вида здания и типа ограждающей конструкции;

α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 6.4.

6.1.4 Требуемое сопротивление теплопередаче внутренних ограждающих конструкций (внутренних стен, перегородок, перекрытий и т.п.) следует определять по формуле (6.1). При этом следует принимать $n = 1$ и вместо t_{ext} – расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

Для теплых чердаков и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения расчетную температуру воздуха следует принимать по расчету теплового баланса (но не менее плюс 2 °С для подвалов при расчетных условиях и не более плюс 15 °С для чердаков и подвалов).

Для чердачных и цокольных перекрытий теплых чердаков и подвалов, а также конструкций стен и окон, выходящих на остекленные лоджии, с температурой воздуха в них t_c , большей t_{ext} , но меньшей t_{int} , коэффициент n следует определять по формуле $n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext})$.

Температуру воздуха внутри остекленной лоджии следует принимать по расчету теплового баланса.

6.1.5 Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче R_o^{reg} светопрозрачных конструкций следует принимать согласно таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций*

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °C·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_o^{reg} , м ² ·°C/Вт, ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55

Примечания:

- Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.
- Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c , большей t_{ext} , но меньшей t_{int} , следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент n , определяемый согласно п.6.1.4 данного стандарта. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.
- Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже установленного в таблице.
- Для группы зданий в поз.1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать, как для группы зданий в поз.2.

* Согласно СНиП 23-02 .

6.1.6 Приведенное сопротивление теплопередаче для входных дверей в многоквартирные здания и квартиры, расположенные на первых этажах многоэтажных зданий, а также ворот следует принимать не менее $0,6 R_o^{reg}$.

6.1.7 В жилых зданиях коэффициент остекленности фасада f должен быть не более 18 % (для общественных – не более 25 %), если приведенное сопротивление теплопередаче окон (кроме мансардных) меньше:

- $0,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при градусо-сутках 3500 и ниже;

- $0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при градусо-сутках выше 3500 до 5200; $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при градусо-сутках выше 5200 до 7000;

- $0,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при градусо-сутках выше 7000.

При определении коэффициента остекленности фасада f в суммарную площадь ограждающих конструкций следует включать все продольные и торцевые стены. Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15 % площади пола освещаемых помещений, мансардных окон – 10 %.

Т а б л и ц а 6.2 – Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенными выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Т а б л и ц а 6.3 – Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для			
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int} - t_d$
2. Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int} - t_d$

Примечание. Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад Δt_n для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по СНиП 2.11.02.

Т а б л и ц а 6.4 – Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , Вт/(м ² ·°С)
1. Стены, полы, гладкие потолки, потолки с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолки с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окна	8,0
4. Зенитные фонари	9,9

6.2 Температурный режим ограждающих конструкций

6.2.1 Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха,

определяемой при расчетных значениях температур и относительной влажности воздуха (см. п.5.2.1 и п.5.2.2).

Значения температур точки росы t_d для ряда температур и относительной влажности воздуха приведены в приложении Д.

6.2.2 Расчетный температурный перепад Δt_o , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превы-

шать нормируемых величин, Δt_n , °С, установленных в таблице 6.3.

Величину Δt_o следует рассчитывать по формуле

$$\Delta t_o = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{R_o^r \cdot \alpha_{int}}, \quad (6.2)$$

где n , α_{int} – то же, что и в формуле (6.1);

R_o^r – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м²·°С/Вт.

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

6.2.4 Результирующая температура помещения t_{su} при скорости движения воздуха до 0,2 м/с в холодный период года, определяемая в соответствии с ГОСТ 30494, должна быть не ниже $t_{su}^{req} = 17$ °С – для жилых зданий; $t_{su}^{req} = 19$ °С – для домов престарелых и инвалидов; для других зданий – не ниже значений, представленных в таблице 2 ГОСТ 30494.

6.3 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

6.3.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии (на 1 м² отапливаемой площади) или на 1 м³ отапливаемого объема здания q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)], должен быть не менее нормируемого значения q_h^{reg} , кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)], определяемого в зависимости от назначения и этажности зданий по таблице 4.2 или 4.3.

6.3.2 Величина расчетного удельного расхода тепловой энергии q_h^{des} определяется по формулам (7.1), (7.2) и обеспечивается за счет выбора соответствующего уровня теплозащитных качеств ограждающих конструкций, объемно-планировочных решений и ориентации здания, типа, эффективности и метода регулирования систем отопления и вентиляции, утилизации тепла и др., до удовлетворения условия

$$q_h^{des} \leq q_h^{reg}. \quad (6.3)$$

6.4 Эффективность объемно-планировочных решений

6.4.1 Эффективность объемно-планировочных решений здания характеризуется расчетным показателем компактности k_e^{des} , 1/м.

Величину k_e^{des} следует определять по формуле

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h, \quad (6.4)$$

где A_e^{sum} – общая площадь наружных ограждающих конструкций, включая наружные стены, окна, покрытие (перекрытие) верхнего этажа и цокольное перекрытие, м²;

V_h – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м³.

6.4.2 Для зданий жилых, административных, поликлиник, лечебных учреждений, домов-интернатов и дошкольных учреждений величина k_e^{des} не должна превышать следующих значений:

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

6.4.3 Для общественных зданий, не перечисленных выше, расчетные показатели компактности k_e^{des} , представленные в п.6.4.2, являются рекомендуемыми.

7. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

7.1 Последовательность проектирования

В общем случае последовательность проектирования тепловой защиты и определения энергетической эффективности здания включает:

- выбор (определение) исходных данных для проектирования;
- расчет требуемых (нормативных) значений приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания (наружных стен, покрытий, чердачных и цокольных перекрытий, окон и фонарей, наружных дверей и ворот) в зависимости от градусо-суток отопительного периода;
- назначение класса здания по энергетической эффективности (А, В или С); определение нормативных значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию q_h^{reg} ;

- расчет требуемого воздухообмена согласно норм проектирования соответствующих зданий (СП 54.13330.2011, СП 55.13330 и др.) или настоящего СТО;

- задание (выбор) технических решений систем отопления, вентиляции, горячего и холодного водоснабжения, теплоснабжения здания;

- выбор (задание) конструктивных решений, материалов утепляющих слоев и т.п. для всех ограждающих конструкций;

- расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;

- проверку (расчет) температурного режима ограждающих конструкций (по показателям минимальная температура внутренней поверхности и температурный перепад между температурами внутренней поверхности и внутреннего воздуха);

- расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания с учетом режима его эксплуатации, эффективности управления и регулирования системами отопления и вентиляции и др.;

- сопоставление нормируемых и расчетных показателей; при необходимости корректировку проектных решений;

- составление теплоэнергетического паспорта здания и раздела проекта «Энергоэффективность».

Если в процессе проектирования расчетное значение удельного расхода тепловой энергии q_h^{des} оказывается больше q_h^{reg} , проводят анализ структуры теплопотерь, рассматривая влияние на величину q_h^{des} следующих факторов:

- изменение приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, в первую очередь стен и окон;

- повышение эффективности управления системами отопления, вентиляции, способов их регулирования;

- изменение объемно-планировочных решений здания (размеров, формы, компоновки и др.);

- комбинирование предыдущих вариантов.

При необходимости определяют экономически целесообразный уровень теплозащиты тех или иных ограждающих конструкций и проводят оценку экономической эффективности отдельных энергосберегающих мероприятий.

Алгоритм проектирования тепловой защиты здания приведен на рисунке 7.1.

7.2 Расчет удельного расхода тепловой энергии

7.2.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или

кДж/(м³·°С·сут), следует определять по формуле

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (A_h \cdot D_d) \quad (7.1)$$

или

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (V_h \cdot D_d), \quad (7.2)$$

где Q_h^y – потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода, определяемая согласно п.7.2.2, МДж/год;

A_h – отапливаемая (суммарная) площадь здания, определяемая по п.5.4.1, м²;

D_d – то же, что и формуле (5.1), °С·сут;

V_h – то же, что и формуле (6.4), м³.

7.2.2 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода Q_h^y , МДж/год, следует определять по формуле

$$Q_h^y = [Q_n + Q_{ven} - (Q_{int} + Q_s + Q_n + Q_{rek}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_n, \quad (7.3)$$

где Q_n – общие потери тепла зданием через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (трансмиссионные потери теплоты), МДж/год;

Q_{ven} – затраты тепла на подогрев приточного вентиляционного воздуха за отопительный период, МДж/год;

Q_{int} – общие бытовые теплопоступления в здание за отопительный период, МДж/год;

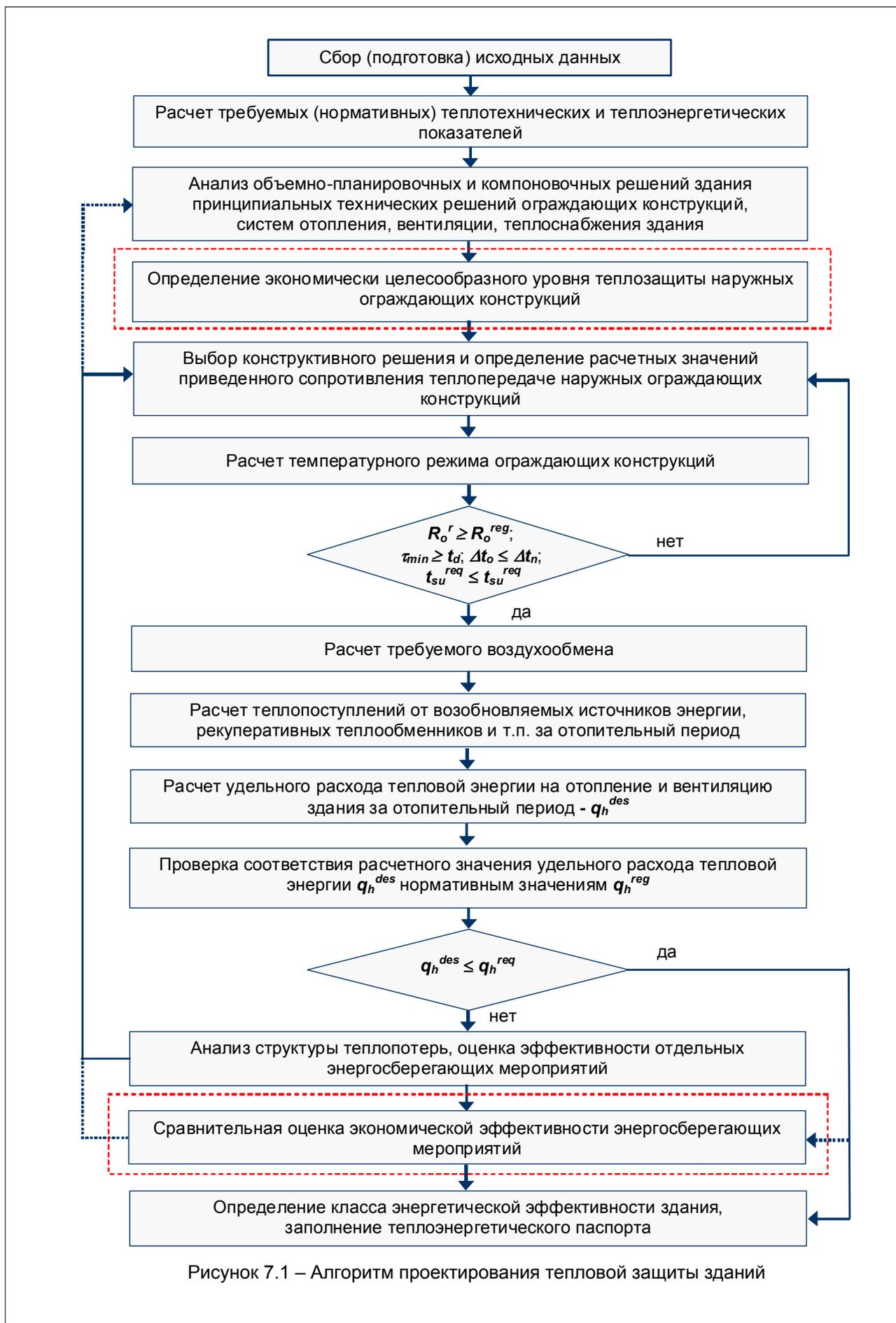
Q_s – теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год;

Q_n – теплопоступления от возобновляемых источников энергии за отопительный период (солнечных, ветровых, геотермальных и пр.), МДж/год;

Q_{rek} – теплопоступления от рекуперативных теплообменников за отопительный период, МДж/год;

ν – коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать тепло (при отсутствии данных рекомендуется принимать $\nu = 0,8$);

ζ – коэффициент, учитывающий эффективность авторегулирования подачи тепла в системах отопления (рекомендуется принимать $\zeta = 1,0$ – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой; $\zeta = 0,9$ – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе; $\zeta = 0,85$ – в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе; $\zeta = 0,95$ – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;



$\zeta = 0,7$ – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха; $\zeta = 0,5$ – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе - регулирование центральное в ЦТП или котельной);

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для: многосекционных и других протяженных зданий $\beta_h = 1,13$; зданий башенного типа $\beta_h = 1,11$; зданий с отапливаемыми подвалами $\beta_h = 1,07$.

7.2.3 Величину общих теплотер здания через наружные ограждающие конструкции Q_h , МДж/год, следует рассчитывать по формуле

$$Q_h = 0,0864 \cdot K_m^{tr} \cdot D_d \cdot A_e^{sum}, \quad (7.4)$$

где K_m^{tr} – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м²·°C);

A_e^{sum} – то же, что и в формуле (6.4), м².

7.2.4 Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания следует определять по формуле

$$K_m^{tr} = (A_w/R_{o,w} + A_f/R_{o,f} + A_{ed}/R_{o,ed} + A_c/R_{o,c} + n \cdot A_{c1}/R_{o,c1} + n \cdot A_f/R_{o,f} + A_{f1}/R_{o,f1})/A_e^{sum}, \quad (7.5)$$

где A_i – общая площадь i -й ограждающей конструкции (стен, окон, пола, покрытия, дверей, цокольных перекрытий и пр.), м²;

$R_{o,i}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i -й ограждающей конструкции, м²·°C/Вт;

n_i – коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый согласно таблице 6.2; для чердачных и цокольных перекрытий теплых чердаков и подвалов с температурой воздуха в них t_c , большей t_{ext} , но меньшей t_{int} , коэффициент n следует определять по формуле

$$n = (t_{int} - t_c)/(t_{int} - t_{ext}). \quad (7.6)$$

7.2.5 Величину затрат тепла на подогрев приточного вентиляционного воздуха за отопительный период Q_{ven} , МДж/год, следует рассчитывать по формуле

$$Q_{ven} = 0,0864 \cdot K_m^{inf} \cdot D_d \cdot A_e^{sum}, \quad (7.7)$$

где K_m^{inf} – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха и вентиляцию, Вт/(м²·°C)

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht} / A_e^{sum}, \quad (7.8)$$

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

n_a – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, 1/ч, определяемая по формуле (7.10);

V_h – то же, что и в формуле (6.4), м³;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций (при отсутствии данных рекомендуется принимать $\beta_v = 0,85$);

ρ_a^{ht} – плотность приточного воздуха, кг/м³, рассчитываемая по формуле

$$\rho_a^{ht} = 353 / (273 - t_{ext}^{av}). \quad (7.9)$$

7.2.6 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a , ч⁻¹, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_a = [\epsilon_{вент} \cdot (L_v \cdot n_v) / 168 + (G_{inf} \cdot n_{inf}) / (168 \cdot \rho_a^{ht})] / (\beta_v \cdot V_h), \quad (7.10)$$

где L_v – количество приточного воздуха в здании при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м³/ч, равное для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м² общей площади и менее на человека) – $3 \cdot A_i$;

б) других жилых зданий – $0,35 \cdot 3 \cdot A_i$, но не менее 30 м³/ч на одного жителя;

в) общественных и административных зданий принимают по результатам расчета требуемого воздухообмена в соответствии с нормами проектирования; допускается принимать условно для офисов и объектов сервисного обслуживания $4 \cdot A_i$, для учреждений здравоохранения и образования $5 \cdot A_i$, для спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений $6 \cdot A_i$;

A_i – для жилых зданий – площадь жилых помещений, для общественных зданий – расчетная площадь, определяемая согласно СНиП 31-05 как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей, м²;

n_v – число часов работы механической вентиляции в течение недели;

168 – число часов в неделе;

G_{inf} – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч; для жилых зданий – воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое по формуле (7.10); для общественных зданий – воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время $G_{inf} = 0,5 \cdot \beta_v \cdot V_h$;

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

ρ_a^{ht} , β_v и V_h – то же, что и в формуле (7.7);

$\varepsilon_{вент}$ – коэффициент, учитывающий эффективность управления и авторегулирования системой вентиляции здания, принимаемый по таблице 7.1, в зависимости от типа и степени авторегулирования систем вентиляции (применяется только при наличии в системах отопления авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов по температуре внутреннего воздуха).

7.2.7 Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку здания через неплотности заполнения проемов следует определять по формуле

$$G_{inf} = (A_F / R_{inf}^{reg, F}) \cdot (\Delta P_F / 10)^{2/3} + (A_{ed} / R_{inf}^{reg, ed}) \cdot (\Delta P_{ed} / 10)^{1/2}, \quad (7.11)$$

где A_F и A_{ed} – соответственно для лестничной клетки суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м²;

$R_{inf}^{reg, F}$ и $R_{inf}^{reg, ed}$ – соответственно для лестничной клетки требуемое сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей и входных наружных дверей, определяемые согласно раздела 8 настоящего СТО;

ΔP_F и ΔP_{ed} – соответственно для лестничной клетки расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяют по формуле

$$\Delta P = 0,28 \cdot H (\gamma_a^{ht} - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_a^{ht} \cdot v^2, \quad (7.12)$$

где H – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

γ_a^{ht} , γ_{int} – расчетный удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле

$$\gamma = 3463 / (273 + t), \quad (7.13)$$

здесь t – расчетная температура воздуха: внутреннего (для определения γ_{int}) – принимается согласно п.5.2.1; наружного (для определения γ_a^{ht}) – принимается согласно п. 5.1.2 настоящего СТО;

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь повторяемость которых составляет 16 % и более, м/с, принимаемая по таблице 1* СНиП 23-01.

7.2.8 Бытовые тепlopоступления в течение отопительного периода Q_{int} , МДж, следует определять по формуле

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_I, \quad (7.14)$$

где q_{int} – величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений и кухонь или расчетной площади общественного здания, Вт/м², принимаемая для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м² общей площади и менее на человека), $q_{int} = 17$ Вт/м²;

б) жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м² общей площади и более на человека), $q_{int} = 10$ Вт/м²;

в) других жилых зданий, в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины q_{int} между 17 и 10 Вт/м²;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел.), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м²) с учетом рабочих часов в неделю;

z_{ht} – то же, что и в формуле (5.1), сут;

A_I – то же, что в п.7.2.6, м².

7.2.9 Величину тепlopоступлений в здание Q_s через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, рассчитывают с учетом ориентации фасадов по формуле

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4) + \tau_{scy} \cdot k_{scy} \cdot A_{scy} \cdot I_{hor}, \quad (7.15)$$

где τ_F , τ_{scy} – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным (при отсутствии проектных данных – по приложению Е);

k_F , k_{scy} – коэффициенты относительного проникновения солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий (при отсутствии данных – по приложению Д);

$A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$ – площади светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

A_{scy} – площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средние за отопительный период величины солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/(м²·год), принимаемые по приложению Ж (для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции);

I_{hor} – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/(м²·год), принимаемая по приложению Ж.

7.2.10 Величину теплоступлений в здание от возобновляемых источников энергии (солнечных, ветровых, геотермальных и пр.) Q_r , МДж/год, рассчитывают с учетом продолжительности и эффективности поступления тепла за отопительный период, по методикам, утвержденным в установленном порядке.

Т а б л и ц а 7.1 – Значения коэффициента $\epsilon_{вен}$ эффективности управления и авторегулирования систем вентиляции здания *

№ п/п	Характеристика системы вентиляции и элементов авторегулирования	$\epsilon_{вен}$
Системы вентиляции с естественным побуждением		
1	Без приточных вентиляционных клапанов или с нерегулируемыми клапанами	1,0
2	С приточными вентиляционными клапанами без авторегулирования (с ручным управлением)	0,90
3	С приточными вентиляционными клапанами, обеспечивающими авторегулирование по показателям относительной влажности воздуха или содержанию углекислого газа	0,85
4	С приточными и вытяжными вентиляционными клапанами, обеспечивающими авторегулирование по показателям относительной влажности воздуха, содержанию углекислого газа или присутствия человека	0,80
Системы вентиляции с механическим побуждением		
5	С децентрализованным механическим удалением воздуха и приточными клапанами без авторегулирования (с ручным управлением)	0,85
6	С децентрализованным механическим удалением воздуха и приточными клапанами с авторегулированием	0,75
7	С централизованным механическим удалением воздуха, приточными и вытяжными клапанами с авторегулированием	0,80
8	С централизованным механическим притоком и удалением воздуха	0,85

* Применяется только при наличии в системах отопления авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов по температуре внутреннего воздуха .

7.3 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций

7.3.1 В общем случае приведенное сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций R_o^r , (м²·°C)/Вт, следует рассчитывать по формуле

$$R_o^r = 1/\alpha_{int} + R_k^r + 1/\alpha_{ext}, \quad (7.16)$$

где α_{int} , α_{ext} – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждаю-

щей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемые по таблице 6.4 и 7.2;

R_k^r – приведенное термическое сопротивление конструкции, (м²·°C)/Вт, рассчитываемое согласно п.7.3.2 и п.7.3.3.

7.3.2 Для теплотехнически однородных ограждающих конструкций (однослойных или многослойных конструкций с однородными слоями, например, чердачных и цокольных перекрытий, совмещенных покрытий и т.п.), в том числе содержащих замкнутые воздушные прослойки, величину R_k^r допускается рассчи-

тывать как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k^r = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (7.17)$$

где R_1, R_2, R_3, R_n – термические сопротивления отдельных слоев конструкции, определяемые по формуле (7.18);

R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по таблице 7.3.

$$R_i = \delta_i / \lambda_i, \quad (7.18)$$

где δ_i – толщина i -го слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя, Вт/(м·°C), принимаемый согласно п.5.3.

7.3.3 Для теплотехнически неоднородных ограждающих конструкций, содержащих сквозные и несквозные теплопроводные включения, соединительные элементы между наружными и внутренними слоями (ребра, шпонки, стержневые связи), проемы и др., приведенное термическое сопротивление R_k следует определять на основе расчета температурных полей с применением специальных компьютерных программ по формуле

$$R_k^r = (\tau_{int} - \tau_{ext}) \cdot A / Q, \quad (7.19)$$

где τ_{int}, τ_{ext} – средние температуры наружной и внутренней поверхностей рассчитываемой конструкции, °C, определяемые по результатам расчета температурных полей;

Q – суммарный тепловой поток, входящий в рассчитываемую конструкцию, Вт;

A – площадь приведения, м², численно равна площади проекции рассчитываемой конструкции на параллельную плоскость.

Особенности метода и примеры определения приведенного сопротивления теплопередаче неоднородных ограждающих конструкций на основе расчета температурных полей приведены в приложениях 3, И.

7.3.4 Допускается определять величину приведенного термического сопротивления многослойной ограждающей конструкции R_k^r на основе условного термического сопротивления с использованием коэффициента теплотехнической однородности r :

$$R_k^r = r \cdot R_{ysl}, \quad (7.20)$$

где R_{ysl} – условное термическое сопротивление, (м²·°C)/Вт, рассчитанное по формуле (7.17) по габаритам конструкции, без учета теплопроводных включений;

r – коэффициент теплотехнической однородности конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ре-

бер, гибких связей и других теплопроводных включений, определяемый по справочным данным или по результатам расчета температурных полей.

Справочные значения коэффициента теплотехнической однородности r для ряда ограждающих конструкций приведены в приложении Л.

7.3.5 Для ограждающей конструкции, состоящей из нескольких участков с известными (рассчитанными) величинами приведенного сопротивления теплопередаче $R_{o,i}$, расчет величины приведенного сопротивления теплопередаче всей конструкции следует осуществлять по формуле

$$R_o^r = \sum_{i=1}^m A_i / \left[\sum_{i=1}^m (A_i / R_{o,i}^r) \right], \quad (7.21)$$

где $A_i, R_{o,i}^r$ – соответственно площадь i -го участка ограждающей конструкции, м², и его приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°C)/Вт;

m – число участков ограждающей конструкции с рассчитанными приведенными сопротивлениями теплопередаче.

7.3.6 При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом, слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, при определении величины R_o^r не учитываются.

При этом величина коэффициента теплоотдачи на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, принимается равной $\alpha_{ext} = 10,8$ Вт/(м²·°C).

7.3.7 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен следует определять для фасада здания либо для одного промежуточного этажа с учетом откосов оконных и дверных проемов $R_{o,fas}^r$:

$$R_{o,fas}^r = A_{fas} / \left[\sum_{i=1}^n (A_i / R_{o,i}^r) \right], \quad (7.22)$$

где $A_{fas} = \sum A_i$ – площадь всех фасадов здания, за исключением площади проемов, м²;

A_i – площадь i -го фрагмента (панели) фасада здания, м²;

$R_{o,i}^r$ – приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента, (м²·°C)/Вт.

Правила выбора расчетных фрагментов и примеры определения приведенного сопротивления теплопередаче фасада здания $R_{o,fas}^r$ приведены в приложении 3.

Т а б л и ц а 7.2 – Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции*

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_{ext} , Вт/(м ² ·°С)
1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17
3. Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

* Согласно СП 23-101.

Т а б л и ц а 7.3 – Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Толщина воздушной прослойки δ_{al} , м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки R_{al} , (м ² ·°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 наличии на одной или обеих поверхностях воздушной прослойки теплоотражающей алюминиевой фольги термическое сопротивление следует увеличивать в два раза.

7.4 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций

7.4.1 Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) $R_{o,F}$, (м²·°С)/Вт, определяют на основании расчета температурных полей согласно п.7.3.3 либо экспериментально по ГОСТ 26602.1.

7.4.2 Допускается величину $R_{o,F}$ рассчитывать по методике, представленной в приложении М, учитывая площади и сопротивления теплопередаче непрозрачной части и остекления оконных и дверных балконных блоков.

7.4.3 Приведенное сопротивление теплопередаче остекленных фасадов здания, вклю-

чающих светопрозрачные и непрозрачные участки, следует определять по формуле (7.22), учитывая площади и приведенные сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов и непрозрачных участков.

7.5 Оценка температурного режима ограждающих конструкций

7.5.1 Температуру внутренней поверхности τ_{si} , °С, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$\tau_{si} = t_{int} - [n \cdot (t_{int} - t_{ext})] / (R_o \cdot \alpha_{int}), \quad (7.23)$$

где n , t_{int} , t_{ext} , α_{int} – то же, что в формуле (6.1);

R_o – сопротивление теплопередаче конструкции, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), рассчитанное по формулам (7.16), (7.17).

7.5.2 Температуру внутренней поверхности τ_{si} , °C , неоднородных ограждающих конструкций в области теплопроводных включений, в узлах сопряжений ограждающих и (или) несущих конструкций, а также светопрозрачных конструкций следует определять по результатам расчета двумерных (плоских) или трехмерных (пространственных) температурных полей с применением специальных компьютерных программ либо принимать по результатам испытаний.

Выбор размеров рассчитываемой области (фрагмента) и программы расчета следует принимать в зависимости от типа и размеров рассчитываемой конструкции.

Основные положения методики расчета и примеры реализации программ расчета двумерных и трехмерных температурных полей приведены в приложении К.

7.5.3 Температуру точки росы t_d , °C , в зависимости от различных сочетаний температуры t_{int} , °C , и относительной влажности ϕ_{int} , %, воздуха помещения следует определять по приложению Д.

7.5.4 Расчетный перепад между температурами внутреннего воздуха и поверхности конструкции Δt_o , °C , следует рассчитывать по формуле (6.2).

7.6 Ограждающие конструкции теплового чердака

7.6.1 Требуемое сопротивление теплопередаче перекрытия теплового чердака R_o^{gf} , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), определяют по формуле

$$R_o^{gf} = n \cdot R_o^{reg}, \quad (7.24)$$

где R_o^{reg} – нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия, определяемое по таблице 6.1 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

n – коэффициент, определяемый по формуле

$$n = (t_{int} - t_{int}^g) / (t_{int} - t_{ext}), \quad (7.25)$$

где t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (6.1);

t_{int}^g – расчетная температура воздуха в чердаке, °C , устанавливаемая из расчета теплового баланса по формуле (7.28).

Для 6-8-этажных зданий величину t_{int}^g при проведении расчетов следует принимать не менее 14°C , для 9-12-этажных зданий 15°C , для 14-17-этажных зданий 17°C . Для зданий ниже 6 этажей чердак, как правило, выполня-

ют холодным, а вытяжные каналы из каждой квартиры выводят на кровлю.

7.6.2 Расчетный температурный перепад Δt_o , °C , между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности перекрытия теплового чердака должен быть не более нормируемой величины Δt_n , °C , определяемой по табл.6.3.

Величину Δt_o для перекрытия теплового чердака следует рассчитывать по формуле

$$\Delta t_o = (t_{int} - t_{int}^g) / (R_o^{r,gf} \cdot \alpha_{int}), \quad (7.26)$$

где t_{int} , t_{int}^g – то же, что и в формуле (7.25);

α_{int} – то же, что и в формуле (6.1);

$R_o^{r,gf}$ – приведенное сопротивление теплопередаче перекрытия теплового чердака, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), определяемое согласно п.7.6.4.

Если условие $\Delta t_o \leq \Delta t_n$ не выполняется, то следует увеличить сопротивление теплопередаче перекрытия R_o^{gf} до значения, обеспечивающего это условие.

7.6.3 Требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен R_o^{gw} и покрытия R_o^{gc} теплового чердака, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяют по формуле (6.1), принимая в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха температуры воздуха в чердаке t_{int}^g .

7.6.4 Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций теплового чердака $R_o^{r,i}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), рассчитывают согласно п.7.3.1 с учетом принятых конструктивных решений;

7.6.5 Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций теплового чердака (покрытие и наружные стены) должна быть не ниже температуры точки росы при расчетных значениях температуры и относительной влажности воздуха в теплом чердаке.

Температуру внутренней поверхности стен τ_{si}^{gw} и покрытий τ_{si}^{gc} теплового чердака рассчитывают по формуле

$$\tau_{si} = t_{int}^g - [(t_{int}^g - t_{ext})] / (R_o^r \cdot \alpha_{int}^g), \quad (7.27)$$

где t_{int}^g , t_{ext} – то же, что в формуле (7.25);

α_{int}^g – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности наружных ограждений теплового чердака, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый: для стен – 8,7; для покрытий 7-9-этажных домов – 9,9; 10-12-этажных – 10,5; 13-16-этажных – 12 $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

R_o^r – приведенное сопротивление теплопередаче рассчитываемой конструкции теплового чердака, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$).

Температуру точки росы t_d , °C , для теплового чердака следует определять при расчетной температуре воздуха t_{int}^g и расчетной относительной влажности воздуха, принимаемой в соответствии с п.5.2.2.

Если условие $\tau_{si} \geq t_d$ не выполняется, следует увеличить сопротивление теплопередаче соответствующей конструкции до значения, обеспечивающего это условие.

7.6.6 Расчетную температуру воздуха в теплом чердаке t_{int}^g , °С, определяют из уравнения теплового баланса чердака – с учетом теплопоступлений через чердачное перекрытие, от трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения (при наличии), с вентиляционным воздухом и потерь тепла через наружные стены и покрытие

$$t_{int}^g = \left[\left(\sum_{i=1}^n q_{pi} \cdot l_{pi} \right) + t_{ven} \cdot c \cdot G_{ven} \cdot \rho_{ven} + t_{int} \cdot A_{gf} / R_o^{r,gf} + t_{ext} \cdot (A_{gw} / R_o^{r,gw} + A_{gc} / R_o^{r,gc}) \right] / (c \cdot G_{ven} \cdot \rho_{ven} + A_{gw} / R_o^{r,gw} + A_{gf} / R_o^{r,gf} + A_{gc} / R_o^{r,gc}), \quad (7.28)$$

где t_{int} , t_{ext} – то же, что в формуле (7.25);

q_{pi} – линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, проходящая на 1 м длины трубопровода i -го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м; для чердаков и подвалов значения q_{pi} приведены в таблице 7.4;

l_{pi} – длина трубопровода i -го диаметра, м, принимается по проекту;

A_{gf} , A_{gw} , A_{gc} – расчетные площади, м², соответственно перекрытия, наружных стен и покрытия теплого чердака (определяются по внутренним размерам);

$R_o^{r,gf}$, $R_o^{r,gw}$, $R_o^{r,gc}$ – приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт, соответ-

ственно перекрытия, наружных стен и покрытия теплого чердака;

t_{ven} – температура вентиляционного воздуха, поступающего из вытяжных каналов в пространство теплого чердака, °С (при отсутствии рекуперации принимается равной расчетной температуре внутреннего воздуха основных помещений t_{int});

c – удельная теплоемкость воздуха (принимается равной 0,278 Вт·ч/(кг·°С));

ρ_{ven} – плотность вентиляционного воздуха, кг/м³ (принимается равной 1,2 кг/м³);

G_{ven} – расчетный расход вентиляционного воздуха, м³/ч, поступающего в пространство теплого чердака, рассчитываемый по формуле

$$G_{ven} = n_a \cdot \beta_v \cdot V_h, \quad (7.29)$$

где n_a , β_v , V_h – то же, что в формуле (7.8).

В том случае, если рассчитанная температура воздуха в теплом чердаке t_{int}^g окажется меньше принятой первоначально (согласно п.6.7.1), следует провести анализ теплопотерь и теплопоступлений теплого чердака либо изменить теплозащитные качества ограждающих конструкций, либо запроектировать чердак холодным.

7.6.7 Пример расчета теплого чердака приведен в приложении Н.

7.7 Ограждающие конструкции остекленных балконов и лоджий

7.7.1 При остеклении лоджий и балконов образуется замкнутое пространство, температура которого формируется в результате теп-

Т а б л и ц а 7.4 - Нормируемая плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции трубопроводов на чердаках и подвалах

Условный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, t_T , °С				
	60	70	95	105	125
	Линейная плотность теплового потока q_{pi} , Вт/м				
10	7,7	9,4	13,6	15,1	18
15	9,1	11	15,8	17,8	21,6
20	10,6	12,7	18,1	20,4	25,2
25	12	14,4	20,4	22,8	27,6
32	13,3	15,8	22,2	24,7	30
40	14,6	17,3	23,9	26,6	32,4
50	14,9	17,7	25	28	34,2
70	17	20,3	28,3	31,7	38,4
80	19,2	22,8	31,8	35,4	42,6
100	20,9	25	35,2	39,2	47,4
125	24,7	29	39,8	44,2	52,8
150	27,6	32,4	44,4	49,1	58,2

Примечание . Плотность теплового потока в таблице определена при средней температуре окружающего воздуха 18 °С.

При меньшей температуре воздуха плотность теплового потока возрастает с учетом следующей зависимости

$$q = q_{18} \cdot \left(\frac{t_T - t}{t_T - 18} \right)^{1,283},$$

где q_{18} – линейная плотность теплового потока по таблице 7.4;

t_T – температура теплоносителя, циркулирующего в трубопроводе при расчетных условиях;

t – температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод.

лопуступлений через ограждающие конструкции отапливаемых помещений, и потерь тепла через светопрозрачные и непрозрачные ограждения, граничащие с наружным воздухом.

При необходимости, расчетную температуру воздуха в пространстве остекленной лоджии или балкона (далее лоджии) t_{bal} , °С, определяют по формуле

$$t_{bal} = [t_{int} \cdot \sum_{i=1}^n (A_i^+ / R_{oi}^+) + t_{ext} \cdot \sum_{j=1}^m (A_j^- / R_{oj}^-)] / [\sum_{i=1}^n (A_i^+ / R_{oi}^+) + \sum_{j=1}^m (A_j^- / R_{oj}^-)], \quad (7.30)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха помещения, °С, принимаемая согласно п.5.2.1;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха, °С, принимаемая согласно п.5.1.1;

A_i^+ , R_{oi}^+ – соответственно площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт, i -го участка ограждения между отапливаемым помещением здания и лоджией;

A_j^- , R_{oj}^- – соответственно площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт, j -го участка ограждения между лоджией и наружным воздухом;

n – число участков ограждений между помещением здания и лоджией;

m – число участков ограждений между лоджией и наружным воздухом.

7.7.2 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций остекленной лоджии, разделяющих внутреннюю и наружную среды: стен R_w^{bal} и окон R_f^{bal} следует определять по формулам:

$$R_w^{bal} = R_w^r / n; \quad R_f^{bal} = R_f^r / n, \quad (7.31)$$

где R_w^r – приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены в пределах остекленной лоджии, (м²·°С)/Вт;

R_f^r – приведенное сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов и проемов лоджии, расположенных в наружной стене в пределах остекленной лоджии, (м²·°С)/Вт;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций здания по отношению к наружному воздуху; для наружных стен и окон остекленной лоджии следует принимать по формуле

$$n = (t_{int} - t_{bal}) / (t_{int} - t_{ext}), \quad (7.32)$$

где t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (6.1).

7.8 Ограждающие конструкции технических подвалов

7.8.1 Технические подвалы (техподполье) – это технические помещения, в которых

располагаются трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, канализации.

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_o^{bw} , (м²·°С)/Вт, части наружной стены, расположенной выше уровня грунта, определяют согласно таблице 6.1 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства.

При этом в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха принимают расчетную температуру воздуха в техподполье t_{int}^b , °С, рассчитанную по формуле (7.35), но не менее плюс 2 °С.

7.8.2 Нормируемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия над техподпольем R_o^{bc} , (м²·°С)/Вт, определяют по формуле

$$R_o^{bc} = R_{reg} \cdot n, \quad (7.33)$$

где R_{reg} – нормируемое сопротивление теплопередаче перекрытий над техподпольем, определяемое согласно таблице 6.1 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

n – коэффициент, определяемый по формуле

$$n = (t_{int} - t_{int}^b) / (t_{int} - t_{ext}), \quad (7.34)$$

где t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (6.1);

t_{int}^b – расчетную температуру воздуха в техподполье, принимаемая в первом приближении равной плюс 2 °С.

7.8.3 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций технического подвала (наружных стен выше уровня грунта $R_o^{r,bw}$ и цокольного перекрытия $R_o^{r,bc}$), (м²·°С)/Вт, рассчитывают согласно п.7.3.1 с учетом принятых конструктивных решений и материалов.

7.8.4 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций заглубленной части техподполья, расположенных ниже уровня земли $R_o^{r,s}$, рассчитывают с учетом следующих правил:

- расчет проводится по зонам шириной 2 м, начиная от уровня земли; если наружных стен ниже уровня земли нет, то отсчет проводится по полу, начиная от внутренней поверхности наружной стены;

- для неутепленных полов на грунте в случае, когда материалы пола и (или) стены имеют расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda \geq 1,2$ Вт/(м·°С), приведенное сопротивление теплопередаче по каждой из зон R_o^{si} , определяют по таблице 7.5;

- для утепленных полов на грунте и наружных стен ниже уровня земли, в случае, ко-

гда материалы пола и (или) стены имеют расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м·°С), приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{r,si}$ рассчитывают по формуле

$$R_o^{r,si} = R_o^{si} + \sum_{i=1}^n (\delta_i / \lambda_i), \quad (7.35)$$

где R_o^{si} – сопротивление теплопередаче рассматриваемой зоны, (м²·°С)/Вт;

δ_i – толщина i -го утепляющего слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности i -го утепляющего слоя, Вт/(м·°С).

Для полов на лагах величину $R_o^{r,si}$ рассчитывают по формуле

$$R_o^{r,si} = 1,18 \cdot [R_o^{si} + \sum_{i=1}^n (\delta_i / \lambda_i)], \quad (7.36)$$

где R_o^{si} , δ_i , λ_i – то же, что в формуле (7.35).

7.8.5 Расчетную температуру воздуха в техподполье, t_{int}^b , °С, определяют по формуле

$$t_{int}^b = [(\sum_{i=1}^n q_{pi} \cdot l_{pi}) + t_{ext} \cdot c \cdot V_b \cdot n_a \cdot \rho_{int}^b + t_{int} \cdot A_{bc} / R_o^{r,bc} + t_{ext} \cdot (A_{bw} / R_o^{r,bw}) + t_{ext} \cdot (\sum_{j=1}^k A_{sj} / R_o^{r,sj})] / [(A_b / R_o^{r,bc} + c \cdot V_b \cdot n_a \cdot \rho_{ext} + A_s / R_o^{r,s} + A_{bw} / R_o^{r,bw})], \quad (7.37)$$

где t_{int} , t_{ext} – то же, что в формуле (7.34);

q_{pi} – линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на 1 м длины трубопровода i -го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м; значения q_{pi} приведены в таблице 7.4;

l_{pi} – длина трубопровода i -го диаметра, м, принимается по проекту;

A_{bc} , A_{bw} – расчетная площадь, м², соответственно цокольного перекрытия и наружных стен выше уровня земли (определяются по внутренним размерам);

A_{sj} – расчетная площадь, м², участков наружных стен и пола, контактирующих с грунтом наружных стен и пола и стен, расположенных ниже уровня земли (определяются по зонам шириной 2 м, согласно приложения Р);

$R_o^{r,bc}$, $R_o^{r,bw}$ – приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт, соответственно цокольного перекрытия и наружных стен выше уровня земли;

$R_o^{r,sj}$ – приведенное сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт, участков наружных стен и пола, контактирующих с грунтом;

c – удельная теплоемкость воздуха (принимается равной 0,278 Вт·ч/(кг·°С));

ρ_{int}^b – плотность воздуха в техподполье, кг/м³ (принимается равной 1,2 кг/м³);

V_b – объем воздуха, заполняющего пространство техподполья, м³;

n_a – кратность воздухообмена в подвале, 1/ч, принимаемая равной: при прокладке в подвале газовых труб $n_a = 1,0$ 1/ч; в остальных случаях $n_a = 0,2$ 1/ч.

Если расчетное значение t_{int}^b отличается от первоначально заданной температуры, расчет повторяют по п.7.8.1 – п.7.8.5 до получения равенства величин в предыдущем и последующем шагах.

7.8.6 Проверяют по формуле (6.2) соответствие перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой поверхности пола Δt_o , °С, полученное с учетом проектного значения приведенного сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия $R_o^{r,bc}$, на удовлетворение требования

$$\Delta t_o \leq \Delta t_n, \quad (7.38)$$

где Δt_n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по табл.6.3.

Т а б л и ц а 7.5 – Значения сопротивления теплопередаче для неутепленных полов по грунту

Номер зоны	Сопротивление теплопередаче R_o^{si} , (м ² ·°С)/Вт,
I	2,1
II	4,3
III	8,6
IV	14,2

8 ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

8.1 Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений R_{inf}^{des} , м²·ч·Па/кг, должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{reg} , м²·ч·Па/кг, определяемого по формуле

$$R_{inf}^{reg} = \Delta p / G_n, \quad (8.1)$$

где Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с п.8.2;

G_n – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м²·ч), принимаемая в соответствии с п.8.3.

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

$$\Delta P = 0,55 \cdot H (\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_{ext} \cdot v^2, \quad (8.2)$$

где H – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

γ_{ext} , γ_{int} – расчетный удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле (7.13) при расчетной температуре внутреннего воздуха согласно п.5.1.1, расчетной температуре наружного воздуха согласно п.5.2.1;

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь повторяемость которых составляет 16 % и более, м/с, принимаемая по таблице 1* СНиП 23-01.

Для зданий высотой свыше 60 м величину v следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте согласно табл.8.1.

8.3 Нормируемую воздухопроницаемость G_n , кг/(м²·ч), непрозрачных ограждающих конструкций зданий следует принимать по таблице 8.2.

8.4 Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий R_{inf}^{des} , м²·ч·Па/кг, должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию, R_{inf}^{reg} , м²·ч·Па/кг, рассчитанного по формуле

$$R_{inf}^{reg} = (\Delta p_o / G_n) \cdot (\Delta p / \Delta p_o)^n, \quad (8.3)$$

где Δp , G_n – то же, что в формуле (8.1);

$\Delta p_o = 10$ Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при ко-

торой определяется фактическое сопротивление воздухопроницанию при проведении испытаний по ГОСТ 26602.2;

n – показатель режима фильтрации, учитывающий турбулизацию воздушного потока при фильтрации воздуха через неплотности светопрозрачных конструкции; при расчете R_{inf}^{reg} принимается $n = 2/3$.

8.5 Расчетное (проектное) сопротивление воздухопроницанию многослойных ограждающих конструкций R_{inf}^{des} , м²·ч·Па/кг, принятых к проектированию, следует определять по формуле

$$R_{inf}^{des} = R_{inf,1} + R_{inf,2} + \dots + R_{inf,n}, \quad (8.4)$$

где $R_{inf,1}$, $R_{inf,2}$, $R_{inf,n}$ – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·ч·Па/кг, принимаемые по приложению О или результатам испытаний согласно ГОСТ 25891 или ГОСТ 26602.2.

8.6 Расчетное (проектное) сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной ограждающей конструкции R_{inf}^{des} , м²·ч·Па/кг, определяют по формуле

$$R_{inf}^{des} = \Delta p_o / G_s, \quad (8.5)$$

где Δp_o – то же, что в формуле (8.3);

G_s – воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции при $\Delta p_o = 10$ Па, полученная в результате испытаний по ГОСТ 26602.2, кг/(м²·ч).

Если $R_{inf}^{des} \geq R_{inf}^{reg}$, выбранная светопрозрачная конструкция удовлетворяет требованиям СТО.

Если $R_{inf}^{des} < R_{inf}^{reg}$, необходимо заменить светопрозрачную конструкцию и проводить расчеты по формуле (8.5) до удовлетворения требований $R_{inf}^{des} \geq R_{inf}^{reg}$.

Пример расчета R_{inf}^{des} и R_{inf}^{reg} приведен в приложении П.

Т а б л и ц а 8.1 – Изменение скорости ветра по высоте по отношению к стандартной высоте 10 м

Высота, м	Коэффициент ξ при расчетной скорости ветра, м/с								
	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10
10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	2,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2
150	3,2	2,8	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4
200	3,5	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,7	1,4
250	3,8	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5
300	3,8	3,4	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,6
350	4,0	3,4	3,0	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,7
400	4,0	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8
450	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8
500	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9

Примечание. Коэффициенты ξ действительны для центрального региона РФ. Для других регионов РФ коэффициенты могут использоваться условно.

Т а б л и ц а 8.2 – Нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость G_n , кг/(м ² ·ч), не более
1. Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2. Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3. Стыки между панелями наружных стен: - жилых зданий - производственных зданий	0,5* 1,0*
4. Входные двери в квартиры	1,5
5. Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
6. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
8. Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9. Фонари производственных зданий	10,0
* Воздухопроницаемость указана в кг/(м·ч).	

9 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

9.1 Основные положения методики экономической оптимизации теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий

9.1.1 Под экономической оптимизацией теплозащиты наружных ограждающих конструкций понимается определение экономически целесообразных значений их сопротивления теплопередаче R_o^w из условия сведения к минимуму приведенных затрат P , складывающихся из затрат единовременных C_{des} (сметная стоимость 1 м² этих конструкций в текущих ценах) и эксплуатационных (суммарные будущие затраты в прогнозных ценах на компенсацию теплопотерь через 1 м² этих конструкций C_{ht} за расчетный срок их эксплуатации T , приведенные к текущему уровню цен).

Основные положения методики экономической оптимизации теплозащиты ограждающих конструкций здания включают:

- предварительное определение приближенного значения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче R_o^w ;
- определение коэффициента K пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через 1 м² рассматриваемой ограждающей конструкции в текущих ценах в суммарные

будущие затраты за расчетный срок её эксплуатации T в прогнозных ценах, приведенные к уровню текущих цен;

- определение расчетных значений сметной стоимости в текущих ценах единичной теплоизоляции C_u , руб./м²;

- определение окончательных значений экономически целесообразных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий R_o^w путем сравнения их вариантов, отличающихся уровнем теплозащитных качеств, по приведенным затратам P .

9.1.2 Приближенное значение экономически целесообразного сопротивления теплопередаче R_o^w (для однослойных и многослойных ограждающих конструкций за исключением светопрозрачных) следует определять по формуле

$$R_o^w = \sqrt{\frac{8,64 \cdot 10^{-5} \cdot (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} \cdot C_h \cdot K}{C_u}}, \quad (9.1)$$

где $8,64 \cdot 10^{-5}$ – коэффициент согласования размерностей ($24 \cdot 3600 / 10^9$);

t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха помещений, °С, принимаемая согласно п.5.2.1;

t_{ht} и z_{ht} – средняя температура, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые согласно п.5.1.2;

C_h – стоимость тепловой энергии, руб./ГДж;

K – коэффициент пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через 1 м^2 рассматриваемой ограждающей конструкции в текущих ценах в суммарные будущие затраты за расчетный срок её эксплуатации T в прогнозных ценах, приведенные к уровню текущих цен, определяемый в соответствии с п.9.1.3;

C_u – сметная стоимость в текущих ценах, руб./ м^2 , с единичным термическим сопротивлением $R_u = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ (однослойной ограждающей конструкции или теплоизоляционного слоя многослойной конструкции), определяемая с учетом затрат на устройство располагающихся в нем крепежных, связевых и прочих подобных конструктивных элементов и их влияния на его теплозащитные качества в соответствии с п.9.1.4.

9.1.3 Определение коэффициента K пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через 1 м^2 рассматриваемой ограждающей конструкции в текущих ценах в суммарные будущие затраты за расчетный срок её эксплуатации T в прогнозных ценах, приведенные к уровню текущих цен, в зависимости от прогнозных значений ежегодного темпа изменения стоимости тепловой энергии e , %, и ежегодной нормы дисконта E , %, рассчитывают по формуле

$$K = \frac{\left(\frac{1+0,01 e}{1+0,01 E} \right)^N \cdot \left| \left(\frac{1+0,01 e}{1+0,01 E} \right)^T - 1 \right|}{\left| \frac{1+0,01 e}{1+0,01 E} - 1 \right|}, \quad (9.2)$$

где N – разрыв во времени, лет, между моментом начала затрат на компенсацию теплопотерь через ограждающую конструкцию и моментом затрат на её возведение.

Расчетные значения e и E следует принимать по данным официальных прогнозов на долговременную перспективу.

В случае невозможности получения официального прогнозного значения e можно использовать официальные прогнозные значения ежегодного темпа изменения оптовых цен промышленности или ежегодного темпа общей инфляции.

Аналогичным образом в случае невозможности получения официального прогнозного значения E можно использовать значения возможного уровня доходности общедоступных финансовых механизмов (банки, финансовые компании и т.п.).

Расчетные значения T следует принимать по приложению 3 ВСН 58–88(р) и другим нормативным документам.

При $e = E$ расчетное значение K численно равно T . Расчетные значения K для отдель-

ных значений T (10, 15, 20, 25, 30, 40 и 50 лет) представлены в приложении Р (для e от 0 до 15 % и E от 0 до 20% при $N = 1$ году).

9.1.4 Расчетные значения сметной стоимости в текущих ценах единичной теплоизоляции C_u , руб./ м^2 , следует определять по формуле 9.3, позволяющей учесть затраты на устройство располагающихся в них крепежных, связевых и прочих подобных конструктивных элементов, и обусловленное ими снижение эффективности теплоизоляции.

$$C_u = \frac{C_{des(max)} - C_{des(min)}}{R_{o(max)} - R_{o(min)}}, \quad (9.3)$$

где $R_{o(max)}$ и $R_{o(min)}$ – расчетные значения приведенного сопротивления теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, вариантов рассматриваемой ограждающей конструкции, подобранных из предпосылки обеспечения соответственно максимальных (исходя из условия энергосбережения) и минимальных требований к теплозащите зданий;

$C_{des(max)}$ и $C_{des(min)}$ – сметная стоимость, руб./ м^2 , вариантов рассматриваемой ограждающей конструкции соответственно с максимальным $R_{o(max)}$ и минимальным $R_{o(min)}$ уровнями теплозащиты, определенная в текущих ценах по действующим сметным нормам.

Значения C_u целесообразно определять по специально выбираемым фрагментам рассматриваемых ограждающих конструкций, включающих основные конструктивные элементы, оказывающие влияние на стоимость и теплозащитные качества их теплоизоляционных слоев (связи, детали крепления, деформационные и противопожарные швы, стыки панелей и крупных блоков, швы кладки из легковесных камней и т.п.). Размеры расчетных фрагментов ограждающих конструкций в данном случае следует выбирать таким образом, чтобы весомость учитываемых наряду с теплоизоляцией их прочих конструктивных элементов, оказывающих влияние на её технико-экономические показатели, в пределах выбранных фрагментов была такой же, как для этих конструкций в целом.

Например, в качестве расчетных фрагментов наружных стен зданий наиболее целесообразно принимать их участки, по высоте соответствующие их полной высоте от фундаментов до карниза, а по длине ограниченные принятым шагом проемов.

9.1.5 Окончательные значения экономически целесообразных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий R_o^w следует определять путем сравнения их вариантов, отличающихся уровнем теплозащитных качеств, по приведенным затратам P ,

складывающимся из единовременных затрат на их устройство C_{des} и затрат эксплуатационных $C_e = C_{ht}$:

$$P = C_{des} + C_e. \quad (9.4)$$

За окончательные значения R_o^w следует принимать приведенные значения сопротивления теплопередаче вариантов ограждающих конструкций, отличающихся от прочих минимумом приведенных затрат P .

В качестве единовременных затрат C_{des} следует принимать пересчитанные из расчета на 1 м^2 значения сметной стоимости различных вариантов расчетного фрагмента рассматриваемой ограждающей конструкции, определяемые в текущих ценах в соответствии с действующими сметными нормами, с добавлением в случае необходимости дополнительных затрат, обусловленных увеличением толщины теплоизоляционного слоя относительно минимального из рассматриваемых значений (например, затрат на устройство фундаментов или затрат, обусловленных необходимостью изменения оснастки или необходимостью применения более дорогостоящих несущих элементов).

В качестве эксплуатационных затрат в данном случае следует принимать суммарные будущие затраты в прогнозных ценах на компенсацию теплопотерь через 1 м^2 сравниваемых вариантов ограждающих конструкций за расчетный срок их эксплуатации T , приведенные к текущему уровню цен C_{ht} , определяемые по формуле

$$C_{ht} = \frac{8,64 \cdot 10^{-5} (t_{int} - t_{ext}^{av}) \cdot z_{ht} \cdot C_h \cdot K}{R_o^r}, \quad (9.5)$$

где $8,64 \cdot 10^{-5}$, t_{int} , t_{ext}^{av} , z_{ht} , C_h , K – то же, что и в формуле (9.1);

R_o^r – приведенное сопротивление теплопередаче рассматриваемого варианта ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов ограждающих конструкций следует определять для их расчетных фрагментов, включающих все конструктивные элементы, оказывающие влияние на их стоимость и теплозащитные качества (связи, детали крепления, деформационные и противопожарные швы, стыки панелей и крупных блоков, швы кладки из легковесных камней и т.п.).

Примеры расчета экономически целесообразных значений сопротивления теплопередаче ряда ограждающих конструкций приведены в приложении С.

9.2 Основные положения методики оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий

9.2.1 Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий может быть выполнена проверкой следующих условий:

а) покрытия суммарных единовременных затрат на обоснование, разработку и реализацию оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент его реализации $\sum C_d$ и суммарных затрат на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) $\sum C_{ei}$, а также на текущие $\sum C_{mpni}$ и капитальные $\sum C_{kpmi}$ ремонты за весь период их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия суммарным сокращением энергозатрат за весь срок его использования (также в прогнозных ценах) с приведением к текущему уровню цен $\sum \Delta C_{hti}$:

$$\sum C_d + \sum C_{ei} + \sum C_{mpni} + \sum C_{kpmi} \leq \sum \Delta C_{hti}; \quad (9.6)$$

б) соответствия расчетного срока окупаемости $T_{ок}$ суммарных единовременных затрат на обоснование, разработку и реализацию оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент его реализации $\sum C_d$ за счет его реализации в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен ΔC_{hti} с учетом затрат на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) C_{ei} , затрат на текущие C_{mpni} и капитальные C_{kpmi} ремонты (также в прогнозных ценах) с приведением к текущему уровню цен на момент реализации, нормативному или приемлемому для реализующей организации сроку окупаемости капитальных вложений $T_{ок}^H$

$$T_{ок} = \sum C_d / (\Delta C_{hti} - C_{ei} - C_{mpni} - C_{kpmi}) \leq T_{ок}^H; \quad (9.7)$$

в) получения положительного экономического эффекта \mathcal{E} от использования после реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия за период, соответствующий нормативному или приемлемому для организации, реализующей оцениваемое энергосберегающее мероприятие, сроку окупаемости капитальных вложений $T_{ок}^H$ или за весь расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия T_{uc} :

$$\mathcal{E} = \sum \Delta C_{hti} - (\sum C_d + \sum C_{ei} + \sum C_{mpni} + \sum C_{kpmi}) \geq 0, \quad (9.8)$$

где $\sum C_d$ – суммарные единовременные затраты на обоснование, разработку и реализацию оцениваемого энергосберегающего мероприя-

тия в текущих ценах на момент его реализации, руб.;

C_{ei} – ежегодные затраты на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

$\sum C_{ei}$ – суммарные затраты на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования за расчетный срок их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

C_{mpni} – затраты на разовые текущие ремонты предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования, выполняемые через n лет, в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

$\sum C_{mpni}$ – суммарные затраты на все текущие ремонты предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования за весь расчетный срок их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

C_{mpmi} – затраты на разовые капитальные ремонты предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования, выполняемые через m лет, в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

$\sum C_{mpmi}$ – суммарные затраты на все капитальные ремонты предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования за весь расчетный срок их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

ΔC_{hti} – сокращение энергозатрат за годовой период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

$\sum \Delta C_{hti}$ – суммарное сокращение энергозатрат за весь период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

$T_{ок}$ – расчетный срок окупаемости суммарных единовременных затрат на обоснование, разработку и реализацию оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент его реализации ($\sum C_d$) сокращением энергозатрат за счет реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия ΔC_{hti} с учетом затрат на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования C_{ei} и затрат на их текущие C_{mpni} и капитальные C_{kpmi} ремонты также в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, лет;

$T_{ок}^H$ – нормативный или приемлемый для реализующей оцениваемое энергосберегающее мероприятие организации срок окупаемости капитальных вложений на реализацию энергосберегающих мероприятий, лет;

\mathcal{E} – экономический эффект от использования после реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия за период, соответствующий нормативному или приемлемому для организации сроку окупаемости капитальных вложений $T_{ок}^H$ или за весь расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия T_{uc} , руб.

9.2.2 Оценка экономической целесообразности применения энергосберегающих мероприятий может производиться по условиям «а» и «б», а оценка сравнительной эффективности альтернативных энергосберегающих мероприятий по условию «в» п.9.2.1 данного раздела.

9.2.3 Составляющие суммарных единовременных затрат на обоснование, разработку и реализацию оцениваемого энергосберегающего мероприятия $\sum C_d$ следует определять в текущих ценах на момент его реализации путем соответствующих сметных расчетов на основе действующей нормативной базы ценообразования в строительстве.

9.2.4 Расчетные значения ежегодных затрат на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования C_{ei} , затрат на их разовые текущие C_{mpni} и капитальные C_{kpmi} ремонты можно также предварительно определять в текущих ценах на момент его реализации путем соответствующих сметных расчетов на основе дейст-

вующей нормативной базы ценообразования в строительстве.

9.2.5 Суммарные затраты на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) оцениваемого энергосберегающего мероприятия $\sum C_{ei}$ можно определить по формуле

$$\sum C_{ei} = C_{ei} \sum_{i=1}^{T_{uc}} \frac{(1 + 0,01r)^i}{(1 + 0,01E)^i} = C_{ei} \cdot K, \quad (9.9)$$

где C_{ei} – определенное в соответствии с п.9.2.5 расчетное значение ежегодных затрат на эксплуатацию (техническое обслуживание, пусконаладку, регулировку, подготовку к сезонной эксплуатации) в текущих ценах на момент реализации, руб; i – шаг дисконтирования, обычно в данном случае принимаемый равным 1 году;

T_{uc} – расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия, лет;

r – годовой темп изменения стоимости ремонтно-строительных работ, %;

E – норма дисконта, %;

K – коэффициент пересчета ежегодных затрат в текущих ценах (C_{ei}) в суммарные затраты за расчетный срок T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен.

9.2.6 Расчетные значения коэффициента пересчета ежегодных затрат в текущих ценах C_{ei} в суммарные затраты за расчетный срок T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен K можно определить по приложению Р в зависимости от расчетных значений прогнозного значения годового темпа изменения стоимости ремонтно-строительных работ r , нормы дисконта E и расчетного срока использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия T_{uc} .

9.2.7 Прогнозное значение годового темпа изменения стоимости ремонтно-строительных работ r можно принимать по соответствующим справочным данным, подготавливаемым центрами ценообразования в строительстве или на уровне прогнозного значения темпа инфляции.

9.2.8 Значение нормы дисконта E можно принимать по соответствующим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов или на уровне прогнозных значений ставки рефинансирования с поправкой на инфляцию.

9.2.9 Суммарные затраты на все текущие ремонты $\sum C_{mpni}$ предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования за

весь расчетный срок их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия можно определить по формуле:

$$\sum C_{mpni} = C_{mpni} \frac{(1 + 0,01r)^n}{(1 + 0,01E)^n} + C_{mpni} \frac{(1 + 0,01r)^{2n}}{(1 + 0,01E)^{2n}} + \dots + C_{mpni} \frac{(1 + 0,01r)^{kn}}{(1 + 0,01E)^{kn}} \quad (9.10)$$

при $kn \leq T_{uc}$,

где C_{mpni} – определенные в соответствии с п.9.2.4 расчетные значения затрат на разовые текущие ремонты предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования, выполняемые через n лет, в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

r, E – то же, что и в п.9.2.5;

n – периодичность рассматриваемых текущих ремонтов, лет;

k – количество рассматриваемых текущих ремонтов за расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия.

9.2.10 Суммарные затраты на все капитальные ремонты $\sum C_{крmi}$, предусмотренные оцениваемым энергосберегающим мероприятием, строительных конструкций и оборудования за весь расчетный срок их использования T_{uc} в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия можно определить по формуле

$$\sum C_{крmi} = C_{крmi} \frac{(1 + 0,01r)^m}{(1 + 0,01E)^m} + C_{крmi} \frac{(1 + 0,01r)^{2m}}{(1 + 0,01E)^{2m}} + \dots + C_{крmi} \frac{(1 + 0,01r)^{km}}{(1 + 0,01E)^{km}} \quad (9.11)$$

при $km \leq T_{uc}$,

где $C_{крmi}$ – определенные в соответствии с п.9.2.4 расчетные значения затрат на разовые капитальные ремонты, предусмотренные оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования, выполняемые через n лет, в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

r, E – то же, что и в п.9.2.5;

m – периодичность рассматриваемых текущих ремонтов, лет;

k – количество рассматриваемых текущих ремонтов за расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия.

9.2.11 Периодичность рассматриваемых текущих n и капитальных m ремонтов, предусмотренных оцениваемым энергосберегающим мероприятием строительных конструкций и оборудования, можно определить по правилам нормам технической эксплуатации соответствующих зданий и сооружений.

9.2.12 Расчетное значение сокращения энергозатрат за годовой период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия (ΔC_{hti}) следует определять по формуле

$$\Delta C_{hti} = \Delta Q \cdot C_h, \quad (9.12)$$

где ΔQ – сокращение энергозатрат за годовой период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия, ГДж; C_h – стоимость тепловой энергии в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб/ГДж.

9.2.13 Расчетное значение сокращения энергозатрат за годовой период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия ΔQ определяется соответствующим расчетом или энергетическим обследованием.

9.2.14 Расчетное значение суммарного сокращения энергозатрат за весь период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия $\sum \Delta C_{hti}$ определяется по формуле

$$\sum \Delta C_{hti} = \Delta C_{hti} \sum_{i=1}^{T_{uc}} \frac{(1 + 0,01e)^i}{(1 + 0,01E)^i} = \Delta C_{hti} \cdot K, \quad (9.13)$$

где ΔC_{hti} – определенное в соответствии с п.9.2.11 расчетное значение сокращения энергозатрат за годовой период использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия в текущих ценах на момент реализации оцениваемого энергосберегающего мероприятия, руб.;

i – шаг дисконтирования затрат, как правило, принимаемый равным 1 году;

T_{uc} – расчетный срок использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия, лет;

e – годовой темп изменения стоимости тепловой энергии, %;

E – норма дисконта, %;

K – коэффициент пересчета ежегодных затрат в текущих ценах (ΔC_{hti}) в суммарные затраты за расчетный срок (T_{uc}) в прогнозных ценах с приведением к текущему уровню цен, определяемый в зависимости от расчетных значений годового темпа изменения стоимости тепловой энергии e , нормы дисконта E и расчетного срока использования оцениваемого энергосберегающего мероприятия T_{uc} .

10 КОНТРОЛЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

10.1 При проектировании здания следует устанавливать класс энергетической эффективности – А, В или С, обеспечивающий заданный расход тепловой энергии на поддержание параметров микроклимата помещений с учетом климатического района строительства.

Показателем, определяющим класс энергетической эффективности зданий, является удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период q_h^{reg} , базовые уровни которого приведены в таблицах 4.2 и 4.3.

10.2 Контроль теплотехнических и теплоэнергетических показателей при проектировании и экспертизе проектов на их соответствие требований данного СТО проводится по данным теплоэнергетического паспорта.

10.3 Соответствие тепловой защиты здания и (или) его отдельных элементов требованиям данного стандарта на стадии эксплуатации проводится организациями (испытательными лабораториями), имеющими свидетельства СРО или аккредитованными в установленном порядке, путем экспериментального определения основных показателей на основе государственных стандартов на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом.

10.4 Определение теплотехнических показателей (теплопроводности, теплоусвоения, влажности, сорбционных характеристик, паропроницаемости, водопоглощения, морозостойкости) теплоизоляционных материалов и конструкций производится в соответствии с требованиями федеральных стандартов: ГОСТ 7025, ГОСТ 7076, ГОСТ 17177, ГОСТ 21718, ГОСТ 23250, ГОСТ 24816, ГОСТ 25609, ГОСТ 25898, ГОСТ 30256, ГОСТ 30290.

При определении расчетных значений теплофизических показателей материалов согласно п.5.3.1 следует пользоваться методикой стандартных испытаний согласно СП 23-101.

10.5 Определение теплотехнических характеристик (сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию, теплоустойчивости, теплотехнической однородности) отдельных конструктивных элементов тепловой защиты выполняются в натурных условиях либо в лабораторных условиях в климатических камерах, а также методами математического моделирования температурных полей на ЭВМ согласно ГОСТ 25380, ГОСТ 26253, ГОСТ 26254, ГОСТ 26602.1, ГОСТ 26602.2, ГОСТ 26629, ГОСТ 31166, ГОСТ 31167.

10.6 Класс энергетической эффективности здания на стадии эксплуатации устанавливается по данным измерения фактического нормализованного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период не менее чем через год после ввода здания в эксплуатацию.

Присвоение класса энергетической эффективности производится по степени отклонения удельного расхода тепловой энергии (полученного по результатам энергетического обследования и нормализованного в соответствии с расчетными условиями) от базовых уровней по таблицам 4.2 и 4.3.

10.7 С целью информирования об энергетической эффективности здания должна проводиться его маркировка с указанием основных параметров и класса энергоэффективности.

Маркировка должна располагаться на фасаде здания в местах, доступных для осмотра.

Собственники здания либо лица, ответственные за его управление и содержание, обязаны обеспечивать надлежащее состояние указателя класса энергетической эффективности и при изменении класса энергетической эффективности здания обеспечивать замену данного указателя.

Указатель класса энергетической эффективности должен выполняться из погодостойчивого материала и представлять собой табличку (пластину) размерами не менее 300x400 мм с отверстиями по углам для крепления шурупами, дюбелями и другими крепежными элементами на поверхности фасада.

Маркировочная табличка должна содержать следующую информацию:

- класс энергетической эффективности;
- год и месяц ввода здания в эксплуатацию;
- название организации, ответственной за эксплуатацию;
- местонахождение организации с обязательным указанием адреса и действующего номера телефона, а также адреса электронной почты при наличии.

Пример маркировочной таблички приведен на рисунке 10.1.

Дата ввода здания в эксплуатацию: июнь 2011 г.	КЛАСС ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ВЫСОКИЙ
Ответственный за эксплуатацию здания: ТСЖ «Комфорт»	
Местонахождение: 644123, Омск, ул. Перелета, 16. Тел. XX-XX-XX e-mail:comfort.ru	

Рисунок 10.1 – Пример маркировочной таблички

11 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

11.1 Проект здания должен содержать раздел «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов».

В разделе проекта должны быть представлены:

- в текстовой части
 - а) перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности, включающих:
 - показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении и сооружении;
 - требования к архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений;
 - требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений и сооружений и их свойствам, к используемым в зданиях, строениях и сооружениях устройствам и технологиям, а также к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий, строений и сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции и капитального ремонта зданий, строений и сооружений, так и в процессе их эксплуатации;
 - иные установленные требования энергетической эффективности;
 - б) обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и

капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов;

в) перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности;

- в графической части

а) схемы расположения в зданиях, строениях и сооружениях приборов учета используемых энергетических ресурсов.

11.2 Текстовая часть раздела проекта должна быть оформлена в виде пояснительной записки, включающей:

- общую характеристику запроектированного здания;

- сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии;

- описание технических решений ограждающих конструкций с расчетом приведенного сопротивления теплопередаче (за исключением светопрозрачных) с приложением протоколов испытаний, подтверждающих принятые расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций, и сертификаты соответствия для светопрозрачных конструкций;

- принятые виды пространства под нижним и над верхним этажами с указанием температур внутреннего воздуха, принятых в расчет, наличие мансардных этажей, используемых для жилья, тамбуров входных дверей вестибюлей, остекления лоджий;

- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;

- теплотехнические расчеты теплого чердака и техподполья;

- характеристику запроектированных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, сведения о наличии приборов учета и регулирования, обеспечивающих эффективное использование энергии и др.;

- специальные приемы повышения энергоэффективности здания, в том числе устройства по пассивному использованию солнечной энергии, системы утилизации теплоты вытяжного воздуха, теплоизоляция трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, применение тепловых насосов и прочее;

- информацию о выборе и размещении источников теплоснабжения для объекта. В необходимых случаях приводится технико-экономическое обоснование энергоснабжения

от автономных источников вместо централизованных;

- расчеты теплоэнергетических показателей и сопоставление проектных решений в части энергопотребления с требованиями данных норм.

- заключение с определением класса энергоэффективности запроектированного здания.

11.3 К разделу проекта должен прикладываться теплоэнергетический паспорт здания.

12 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ, ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЗДАНИЯ

12.1 Общие положения

12.1.1 Теплоэнергетический паспорт здания предназначен для подтверждения соответствия показателей энергосбережения и энергетической эффективности зданий по теплотехническим и энергетическим критериям, установленным в настоящем документе.

12.1.2 Теплоэнергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых зданий, при приемке здания в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

12.2 Основные положения

12.2.1 Теплоэнергетический паспорт здания следует заполнять:

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

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

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, справки, предоставляемые приемочными комиссиями, и прочее);

- изменения, внесенные в проект и санкционированные (согласованные) отступления от проекта в период строительства;

- итоги текущих и целевых проверок соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором, ГАСН, рабочей комиссией и др.

В случае необходимости (несогласованное отступление от проекта, отсутствие необходимой технической документации, серьезный брак) заказчик и инспекция ГАСН вправе

потребуется проведения экспертизы, включая натурные испытания ограждающих конструкций;

в) на стадии эксплуатации – организацией, эксплуатирующей здание, или инспектирующей организацией после годичной эксплуатации здания за счет эксплуатирующей организации. Включение эксплуатируемого здания в список на заполнение энергетического паспорта, анализ заполненного паспорта и принятие решения о необходимых мероприятиях производится в порядке, определяемом постановлением Администрации Омской области.

12.2.2 Для эксплуатируемых зданий теплоэнергетический паспорт здания следует разрабатывать по заданиям организаций, осуществляющих их эксплуатацию.

При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, теплоэнергетические паспорта составляются на основе материалов бюро технической инвентаризации, натурных технических обследований и измерений.

12.2.3 Для жилых многоквартирных зданий с встроенно-пристроенными нежилыми помещениями в нижних этажах теплоэнергетические паспорта следует составлять раздельно по жилой части и каждому встроенно-пристроенному нежилому блоку; для встроенных нежилых помещений в первый этаж жилых зданий, не выходящих за проекцию жилой части здания, теплоэнергетический паспорт допускается составлять как для одного здания.

12.2.4 Контроль качества и соответствия теплозащиты зданий и отдельных его элементов действующим нормам осуществляется путем экспериментального определения теплотехнических и энергетических показателей эксплуатируемых зданий в соответствии с разделом 10.

12.2.5 Ответственность за достоверность данных теплоэнергетического паспорта проекта здания несет проектная организация, осуществляющая его заполнение в процессе проектирования и на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию, или организация, оформляющая теплоэнергетический паспорт эксплуатируемого здания.

12.2.6 Теплоэнергетический паспорт здания не предназначен для расчетов за коммунальные и другие услуги, оказываемые владельцам зданий, квартиросъемщикам и владельцам квартир.

12.2.7 Теплоэнергетический паспорт следует составлять в 4-х экземплярах. Один экземпляр должен храниться в проектной орга-

низации; второй, заполняемый на стадии разработки проекта после привязки к условиям конкретной площадки, представляется в ГАЧН одновременно с документами, необходимыми для получения разрешения на ведение строительно-монтажных работ; третий экземпляр, заполняемый на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию, передается заказчику, в дальнейшем – собственнику здания, четвертый – организации, эксплуатирующей здание.

12.3 Состав показателей теплоэнергетического паспорта

12.3.1 Теплоэнергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- функциональное назначение и тип здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные теплоэнергетические показатели здания (в том числе теплотехнические и теплоэнергетические показатели);
- сопоставление с нормативными требованиями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания (при необходимости);
- результаты измерений теплоэнергопотребления и уровня теплозащиты здания после годичного периода его эксплуатации;
- установленную категорию энергетической эффективности здания.

12.3.2. Гражданские здания следует различать по функциональному назначению – жилые и общественные (отдельно стоящие или пристраиваемые к другим зданиям), по типу – малоэтажные (одноквартирные) – до трех этажей включительно и многоэтажные (многоквартирные); по конструктивным решениям – крупнопанельные железобетонные, монолитные, кирпичные, деревянные и др.

12.3.3. Внутренние и наружные расчетные условия должны содержать сведения о расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, расчетной температуре наружного воздуха, градусо-сутках и продолжительности отопительного периода. Нормируемые величины следует принимать согласно ГОСТ 30494, настоящего СТО и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

12.3.4. Объемно-планировочные и компоновочные параметры здания должны содержать данные о геометрических параметрах здания (строительном объеме, высоте этажей и количестве квартир для жилых зданий), о

площадах помещений общественных зданий, площадях жилых помещений и кухонь жилых зданий, о площадях наружных ограждающих конструкций (стен, окон, балконных и входных дверей, покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий над неотапливаемыми подвалами и подпольями, проездами, полов по грунту), о коэффициентах остекленности фасада здания и компактности здания, сведения о компоновочных решениях.

12.3.5. Нормативные теплотехнические и энергетические параметры должны содержать данные о требуемом сопротивлении теплопередаче и воздухопроницаемости наружных ограждающих конструкций, о нормативном удельном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период. Нормируемые величины следует принимать согласно раздела 4, раздела 6 настоящего СТО.

12.3.6. Расчетные теплотехнические показатели здания должны содержать данные о приведенном сопротивлении теплопередаче и сопротивлении воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций, расчетном воздухообмене или расчетной кратности воздухообмена, продолжительности работы системы вентиляции в течение суток и др.

12.3.7. Расчетные теплоэнергетические показатели здания должны содержать данные о потребности тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, общие расчетные потери тепла через ограждающие кон-

струкции, тепlopоступления и затраты тепла на вентиляцию, величине расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период.

12.3.8. Результаты измерений теплотехнических и теплоэнергетических показателей должны содержать данные о фактических значениях величин, поименованных в п.12.3.5 – п.12.3.7. Результаты фактических измерений должны быть приведены к расчетным условиям.

12.3.9 Рекомендации по повышению энергоэффективности здания следует разрабатывать:

- на стадии проектирования, в случае несоответствия энергетических показателей требованиям данного стандарта, – проектной организацией;

- на стадии эксплуатации, в случае несоответствия фактического тепlopотребления установленному классу энергетической эффективности, – организацией, по чьей вине не достигнута требуемая категория теплоэнергетической эффективности.

12.3.10 Оформление и заполнение энергетического паспорта следует выполнять в соответствии с требованиями, изложенными в настоящем документе.

Форма энергетического паспорта приведена в п.12.4.

Пример расчета удельного тепlopотребления многоэтажного жилого дома приведен в приложении Т.

12.4. Форма и пример заполнения теплоэнергетического паспорта здания

Общая информация о проекте

Дата заполнения (число, м-ц, год)	16.06.2011
Адрес здания	г.Омск, ул.Перелета, 6
Разработчик проекта	ООО «Стройпроект»
Адрес и телефон разработчика	644023, г.Омск, ул.Иванова, 23
Шифр проекта	123456-11

Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение и единица измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int} , °C	21
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext} , °C	- 37
3	Расчетная температура воздуха на чердаке	t_{ext}^d , °C	+15
4	Расчетная температура воздуха в подвале	t_{int}^b , °C	+2
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht} , сут.	221
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ext}^{av} , °C	- 8,4
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d , °C·сут	6276

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Жилой дом с встроенными помещениями общественного назначения на первом этаже
9	Размещение в застройке	Отдельно стоящий
10	Тип	Шестнадцатиэтажный жилой дом
11	Характеристика ограждающих конструкций здания: - наружные стены - заполнение оконных проемов - чердачное перекрытие теплого чердака - цокольное перекрытие - входные двери	Двухслойные с наружным облицовочным слоем из кирпичной кладки плотностью 1800 кг/м ³ , толщиной 120 мм и внутренним теплоизоляционным слоем (кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 400 кг/м ³) толщиной 450 мм. Оконные блоки из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами. Монолитные железобетонные плиты с утепляющим слоем из полистиролбетона плотностью 300 кг/м ³ толщиной 120 мм и стяжкой из цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм. Монолитные железобетонные плиты с утеплителем из полистиролбетона плотностью 300 кг/м ³ толщиной 60 мм и стяжкой из цементно-песчаного раствора толщиной 40 мм. Металлические, утепленные

Объемно-планировочные и компоновочные показатели здания

№ п/п	Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций, в том числе:	A_e^{sum} , м ²	-	6780,99	
	- стен, включая окна, балконные и входные двери	A_{w+F+ed} , м ²	-	5580,09	
	- стен, расположенных выше уровня земли	A_w , м ²	-	4423,6	
	- стен, расположенных ниже уровня земли	A_w , м ²	-	-	

21	Воздухопроницаемость наружных ограждений: - стен - окон и балконных дверей - покрытий (чердачных перекрытий) - цокольного перекрытия	G_m , кг/(м ² ·ч) G_m^w G_m^f G_m^c G_m^f	0,5 5 0,5 0,5	0 1,8 0 0	
22	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr} Вт/(м ² ·°С)	-	0,610	
23	Средняя кратность воздухообмена в жилой части здания	n_{av} , 1/ч	0,405	0,405	
24	Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{inf} Вт/(м ² ·°С)	-	0,518	

Теплоэнергетические показатели

25	Общие теплотери здания через наружные ограждающие конструкции	Q_h , МДж/год	-	2242950	
26	Общие затраты тепла на подогрев приточного вентиляционного воздуха за отопительный период	Q_{ven} , МДж/год	-	1904669	
27	Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int} , Вт/м ²	не менее 17	-	
28	Бытовые тепlopоступления в здание	Q_{int} , МДж/год	-	1093917	
29	Тепlopоступления в здания от солнечной радиации	Q_s , МДж/год	-	617601	
30	Тепlopоступления от возобновляемых источников энергии за отопительный период	Q_n , МДж/год	-	-	
31	Тепlopоступления от рекуперативных теплообменников за отопительный период	Q_{rek} , МДж/год	-	-	
32	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y , МДж/год	-	3236012	

Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение и размерность	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
33	Коэффициент эффективности авторегулирования систем отопления	ζ	0,9	0,9
34	Коэффициент эффективности управления и авторегулирования систем вентиляции	ε	0,95	0,95
35	Коэффициент учета дополнительного тепlopотребления	β_n	1,11	1,11

Сопоставление с нормативными требованиями

36	Удельный расход тепловой энергии здания за отопительный период	q_n^y , кДж/(м ² ·°С·сут)	59,5	55,9
37	Класс теплоэнергетической эффективности			«нормальный»
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию			Да
39	Дорабатывать ли проект здания?			Нет

Рекомендации по повышению энергетической эффективности

40				
41	Паспорт заполнен	16.06.2011		
42	Организация	ООО «Стройпроект»		
43	Адрес и телефон	644023, г.Омск, ул.Иванова, 23		
44	Ответственный исполнитель	Петров И.И.		

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А
(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

В настоящем документе сделаны ссылки на следующие законодательные и нормативные документы:

- Федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
- Федеральный закон № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- Постановление Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ № 427 от 18 мая 2009 г., постановлением Правительства РФ №235 от 13 апреля 2010 г.)
- Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»
- Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 17 мая 2011 г. № 224 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»
- СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий
- СНиП 23-01-99. Строительная климатология
- СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование
- СНиП 31-05-2003. Общественные здания административного назначения
- СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения
- ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы контроля
- ГОСТ 21.1101-2009 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации
- ГОСТ 25380-82. Здания и сооружения. Метод измерения тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции
- ГОСТ 25898-83. Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию
- ГОСТ 26253-84. Здания и сооружения. Методы определения теплоустойчивости ограждающих конструкций
- ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций
- ГОСТ 26602.1-99. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче
- ГОСТ 26602.2-99. Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости
- ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
- ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- ГОСТ 31166-2003. Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи
- ГОСТ 31167-2003. Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях
- ГОСТ 31168-2003. Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление
- ГОСТ Р 1.0-2004. «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»
- ГОСТ Р 1.4-2004. «Стандарты организаций. Общие положения»
- ГОСТ Р 54166-2010 (ЕН 673:1997). Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Метод расчета сопротивления теплопередаче
- СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий
- СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87
- СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003
- СП 55.13330.2011. Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001
- ВСН 58-88(р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обследования жилых зданий, объектов коммунального хозяйства и социально-культурного назначения
- ТСН 23-338-2002 Омской области. Энергосбережение в гражданских зданиях. Нормативы по теплопотреблению и теплозащите.

Приложение Б
(справочное)

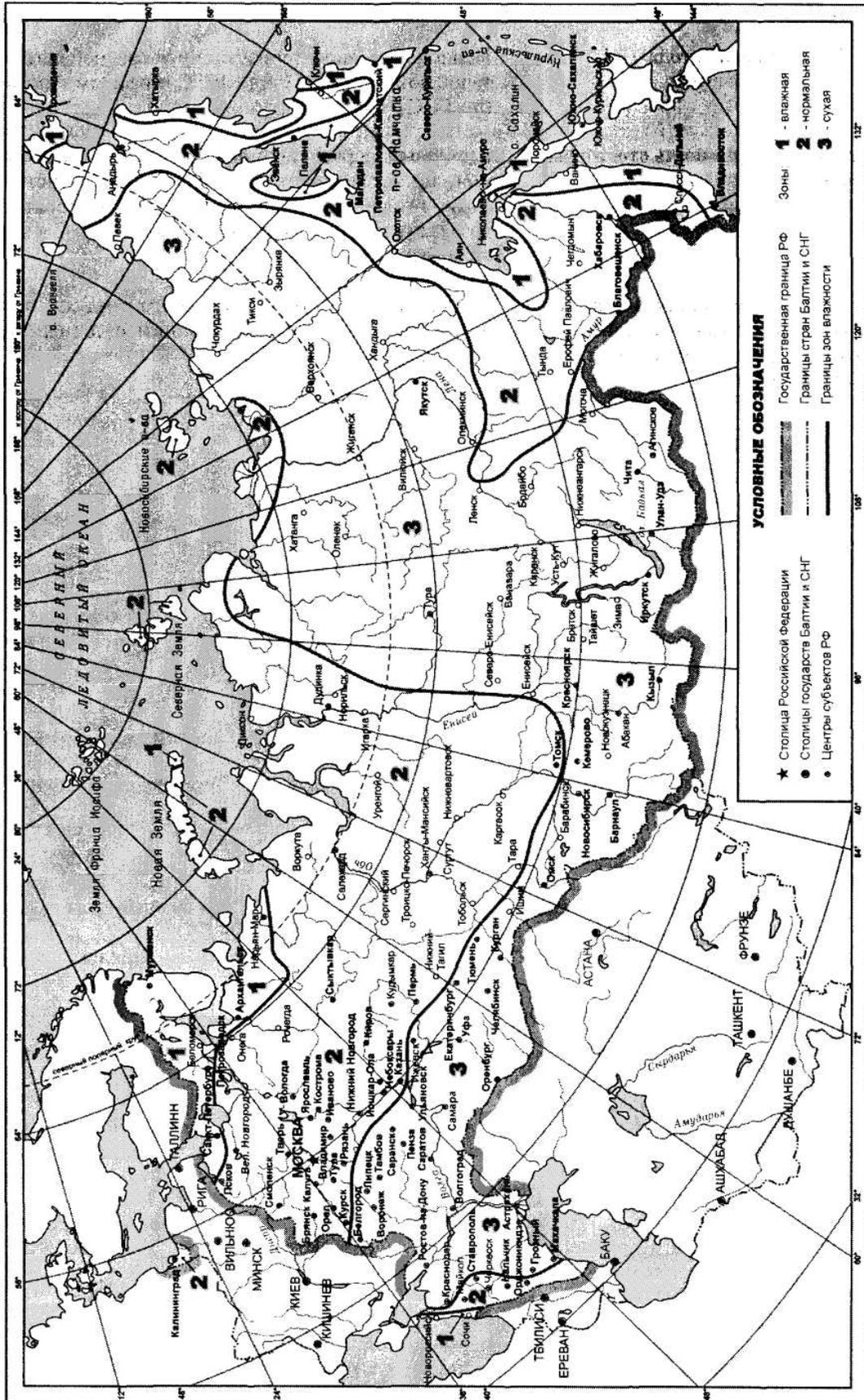
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
1. Общие положения			
Тепловая защита здания	-	Свойство совокупности ограждающих конструкций здания, образующих замкнутый объем внутреннего пространства, сопротивляться переносу теплоты между помещениями и наружной средой, а также между помещениями с различной температурой воздуха	-
Теплопередача	-	Перенос теплоты через ограждающую конструкцию, разделяющую две среды с различной температурой	-
Теплоотдача	-	Перенос теплоты с поверхности конструкции в окружающую среду за счет конвективного и лучистого теплообмена	-
Тепловой поток	Q	Количество теплоты, проходящее через конструкцию или среду в единицу времени	Вт
Приведенное сопротивление теплопередаче	R_o^r	Показатель, характеризующий способность ограждающей конструкции в целом (или ее части) сопротивляться прохождению теплового потока при наличии разности температур между двумя средами, разделенных данной конструкцией; обратно пропорционален плотности теплового потока, прошедшего через конструкцию (или ее часть) при разности температур воздуха по обе стороны конструкции в 1 °С	м ² ·°С/Вт
Приведенное термическое сопротивление	R_k^r	Показатель, характеризующий теплозащитные качества неоднородной ограждающей конструкции без учета сопротивлений теплоотдаче граничных слоев	м ² ·°С/Вт
Коэффициент теплоотдачи поверхности конструкции	α	Показатель, характеризующий интенсивность теплообмена наружной или внутренней поверхности ограждающей конструкции с окружающим воздухом	Вт/(м ² ·°С)
Коэффициент теплопроводности материала	λ	Показатель, характеризующий способность материала переносить (передавать) теплоту за счет теплопроводности под действием разности (градиента) температур на ее поверхностях; зависит от вида материала, его плотности, влажности; различают коэффициент теплопроводности в абсолютном сухом состоянии λ_o , в условиях эксплуатации «А» – λ_A и условиях эксплуатации «Б» – λ_B	Вт/м·°С
Относительная влажность воздуха	φ	Показатель, характеризующий степень насыщения воздуха водяным паром; численно равен отношению парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре	%
Температура точки росы	t_d	Температура, при которой наступает полное насыщение воздуха водяным паром	°С
Результирующая температура помещения	t_{su}	Комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения	°С

1	2	3	4
Инфильтрация	-	Перемещение воздуха через материалы и неплотности ограждающих конструкций вследствие ветрового и теплового напоров, формируемых разностью температур и перепадом давлений воздуха снаружи и внутри здания	-
Градусо-сутки отопительного периода	D_d	Показатель, представляющий собой температурно-временную характеристику района строительства здания и используемый для расчетов потребления топлива и отопительной нагрузки здания в течение отопительного периода	$^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$
Отапливаемая площадь здания	A_h	Суммарная площадь этажей здания (в т.ч. мансардного, отапливаемого цокольного и подвального), измеряемая в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь лестничных клеток и лифтовых шахт; для общественных зданий включается площадь антресолей, галерей и балконов зрительных залов	м^2
Отапливаемый объем	V_h	Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания (стен, покрытий, чердачных перекрытий, перекрытий пола нижнего этажа)	м^3
Теплый чердак	-	Пространство между утепленными конструкциями покрытия (крыши), наружными стенами и перекрытием верхнего этажа, обогрев которого осуществляется теплом воздуха, удаляемого из помещений здания посредством вытяжной вентиляции	--
Холодный чердак	-	Пространство между неутепленными конструкциями покрытия (крыши) и утепленным перекрытием верхнего этажа, внутренний воздух которого сообщается с наружным воздухом	--
Теплый подвал	-	Подвал, в котором размещаются трубопроводы систем отопления, водоснабжения, канализации и в течение всего отопительного периода поддерживается положительная температура воздуха	--
Холодный подвал	-	Подвал, в котором отсутствуют источники тепловыделений и пространство которого сообщается с наружным воздухом	--
2. Показатели энергоэффективности			
Класс энергетической эффективности	-	Показатель уровня энергетической эффективности здания, характеризуемый удельным расходом тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	-
Теплоэнергетический паспорт здания	-	Документ, содержащий геометрические, энергетические, теплотехнические характеристики проектируемого (эксплуатируемого) здания, его ограждающих конструкций и устанавливающий соответствие его характеристик требованиям нормативных документов	-
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания	q_h	Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания через ограждающие конструкции, на подогрев вентиляционного воздуха, с учетом теплопотуплений и тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений, отнесенное к единице площади или отапливаемому объему, и градусо-суткам отопительного периода	$\text{кДж}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут})$, $\text{кДж}/(\text{м}^3\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут})$

Приложение В
(обязательное)

КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ



Приложение Г
(рекомендуемое)

РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

№ п/п	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации							
		плотность ρ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость c_0 , кДж/(кг·°C)	коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°C)	массового отношения влаги в материале w , %		теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , Вт/(м ² ·°C)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	А	Б	А	Б		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)											
A	Полимерные											
1	Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05	
2	"	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05	
3	Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05	
4	Пенополистирол ОАО "СП Радослав"	18	1,34	0,042	2	10	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02	
5	То же	24	1,34	0,04	2	10	0,04	0,041	0,32	0,36	0,02	
6	Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013	
7	То же, 2800С	28	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,30	0,33	0,013	
8	То же, 3035С	33	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,32	0,36	0,013	
9	То же, 4000С	35	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,34	0,37	0,005	
10	То же, 5000С	45	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,38	0,42	0,005	
11	Пенополистирол Стиропор PS15	15	1,34	0,039	2	10	0,040	0,044	0,25	0,29	0,035	
12	То же, PS20	20	1,34	0,037	2	10	0,038	0,042	0,28	0,33	0,030	
13	То же, PS30	30	1,34	0,035	2	10	0,036	0,040	0,33	0,39	0,030	
14	Экструдированный пенополистирол "Стайрофоам"	28	1,45	0,029	2	10	0,030	0,031	0,31	0,34	0,006	
15	То же, "Руфмат"	32	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,32	0,36	0,006	
16	То же, "Руфмат А"	32	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,34	0,37	0,006	
16а	То же, "Флурмат 500"	38	1,45	0,027	2	10	0,028	0,028	0,34	0,38	0,006	
17	То же, "Флурмат 500А"	38	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,37	0,41	0,006	
18	То же, "Флурмат 200"	25	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,28	0,31	0,006	
19	То же, "Флурмат 200А"	25	1,45	0,029	2	10	0,031	0,031	0,29	0,32	0,006	
20	Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23	
21	То же	100 и менее	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,68	0,8	0,23	
22	Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,7	0,05	
23	"	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05	
24	"	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,4	0,42	0,05	
25	Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90	1,68	0,045	5	20	0,053	0,073	0,81	1,10	0,15	
26	То же	80	1,68	0,044	5	20	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23	
27	"	50	1,68	0,041	5	20	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23	
28	Перлитопластбетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008	
29	"	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008	
30	Перлитофосфогелевые изделия	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,2	
31	То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,1	1,43	0,23	
32	Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука "Аэрофлекс"	80	1,806	0,034	5	15	0,04	0,054	0,65	0,71	0,003	

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	То же, "К флекс": ЕС ST ЕСО	60-80 60-80 60-95	1,806 1,806 1,806	0,039 0,039 0,041	0 0 0	0 0 0	0,039 0,039 0,041	0,039 0,039 0,041	0,6 0,6 0,65	0,6 0,6 0,65	0,010 0,009 0,010
34	Экструзионный пенополистирол "Пеноплэкс", тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,029	0,030	0,36	0,37	0,018
35	То же, тип 45	45	1,53	0,030	2	3	0,031	0,032	0,40	0,42	0,015
Б	Минераловатные (ГОСТ 4640), стекловолокнистые, пеностекло, газостекло										
36	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125	0,84	0,044	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
37	То же	100	0,84	0,044	2	5	0,061	0,067	0,64	0,72	0,49
38	"	75	0,84	0,046	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,49
39	Маты минераловатные на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	225	0,84	0,054	2	5	0,072	0,082	1,04	1,19	0,49
40	То же	175	0,84	0,052	2	5	0,066	0,076	0,88	1,01	0,49
41	"	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,49
42	"	75	0,84	0,047	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,53
43	Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	250	0,84	0,058	2	5	0,082	0,085	1,17	1,28	0,41
44	То же	225	0,84	0,058	2	5	0,079	0,084	1,09	1,20	0,41
45	"	200	0,84	0,056	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
46	"	150	0,84	0,050	2	5	0,068	0,073	0,83	0,92	0,49
47	"	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,069	0,73	0,81	0,49
48	"	100	0,84	0,044	2	5	0,06	0,065	0,64	0,71	0,56
49	"	75	0,84	0,046	2	5	0,056	0,063	0,53	0,60	0,6
50	Плиты минераловатные ЗАО "Минеральная вата"	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
51	То же	140-175	0,84	0,037	2	5	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
52	"	80-125	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
53	"	40-60	0,84	0,035	2	5	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
54	"	25-50	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
55	Плиты минераловатные повышенной жесткости на органическом связующем	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
56	Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
57	То же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38
58	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45	0,84	0,047	2	5	0,06	0,064	0,44	0,5	0,6
59	Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,8	0,9	0,53
60	Маты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	25	0,84	0,04	2	5	0,043	0,05	0,27	0,31	0,61
61	То же	17	0,84	0,044	2	5	0,046	0,053	0,23	0,26	0,66
62	"	15	0,84	0,046	2	5	0,048	0,053	0,22	0,25	0,68
63	"	11	0,84	0,048	2	5	0,05	0,055	0,19	0,22	0,7

Продолжение приложения Г1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64	Плиты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
65	То же	75	0,84	0,04	2	5	0,042	0,047	0,46	0,52	0,5
66	"	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
67	"	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
68	"	35	0,84	0,039	2	5	0,041	0,046	0,31	0,35	0,52
69	"	30	0,84	0,04	2	5	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
70	"	20	0,84	0,04	2	5	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
71	"	17	0,84	0,044	2	5	0,047	0,053	0,23	0,26	0,54
72	"	15	0,84	0,046	2	5	0,049	0,055	0,22	0,25	0,55
73	Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
74	То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
75	"	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,1	0,03
В	Плиты из природных органических и неорганических материалов										
76	Плиты древесноволокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
77	То же	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
78	"	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
79	"	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
80	"	200	2,3	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
81	Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
82	То же	450	2,3	0,09	10	15	0,135	0,17	3,47	4,04	0,11
83	"	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
84	Теплозвукоизоляционный материал «Эковата»*	40-60	2,3	0,040	15	20	0,045	0,055	1,67	1,81	0,33
85	Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
86	То же	200	2,3	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
87	Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
88	То же	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
89	Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49
90	Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098
91	То же	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
92	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075
93	То же	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
94	Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
95	То же	250	1,68	0,082	1	2	0,085	0,099	1,53	1,64	0,04
96	"	225	1,68	0,079	1	2	0,082	0,094	1,39	1,47	0,04
97	"	200	1,68	0,076	1	2	0,078	0,09	1,23	1,32	0,04
Г	Засыпки										
98	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
99	То же	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
100	"	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
101	"	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
102	"	350	0,84	0,115	2	3	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
103	"	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
104	"	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
105	Гравий шунгизитовый (ГОСТ 9757)	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
106	То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,19	2,54	2,89	0,22
107	"	500	0,84	0,12	2	4	0,15	0,175	2,25	2,54	0,22
108	"	450	0,84	0,11	2	4	0,14	0,16	2,06	2,30	0,22
109	"	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,15	1,87	2,10	0,23
110	Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0,84	0,21	2	3	0,24	0,31	4,02	4,67	0,21
111	Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	900	0,84	0,19	2	3	0,23	0,3	3,73	4,36	0,21
112	То же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
113	"	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,22
114	"	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23
115	"	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,23
116	"	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,13	2,32	0,24
117	"	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
118	Щебень и песок из перилита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
119	То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,095	1,5	1,6	0,3
120	"	350	0,84	0,07	1	2	0,081	0,085	1,35	1,42	0,3
121	"	300	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
122	Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
123	То же	150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26
124	"	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
125	Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
Д	Строительные растворы (ГОСТ 28013)										
126	Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
127	То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
128	Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,3	4,64	5,42	0,15
129	То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
130	Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
131	Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
132	То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
A	Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)										
133	Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
134	"	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11
135	"	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
136	"	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
137	Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
138	"	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
139	"	1200	0,84	0,34	4	6	0,4	0,43	5,94	6,41	0,098
140	"	1000	0,84	0,26	4	6	0,3	0,34	4,69	5,2	0,11
141	"	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
142	Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
143	То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
144	"	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,09
145	"	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098
146	"	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,9	4,61	0,11
Б	Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)										
147	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
148	То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
149	"	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
150	"	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
151	"	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
152	"	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
153	"	600	0,84	0,16	5	10	0,2	0,26	3,03	3,78	0,26
154	"	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
155	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
156	То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
157	"	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
158	Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
159	То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
160	Шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
161	"	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
162	"	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
163	Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
164	"	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
165	"	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
166	"	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
167	Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
168	То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
169	"	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
170	"	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
171	"	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
172	Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,7	9,29	10,31	0,09
173	То же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,9	8,78	0,098
174	"	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
175	"	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
176	"	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
177	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
178	То же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
179	"	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
180	"	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
181	Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075
182	То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
183	"	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
184	"	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
185	"	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
186	Бетон на зольном гра- вии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
187	То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
188	"	1000	0,84	0,24	5	8	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12
189	Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-
190	"	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
191	"	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
192	"	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
В	Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)										
193	Полистиролбетон	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
194	"	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
195	"	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085
196	"	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10
197	"	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
198	"	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
199	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
200	То же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
201	"	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
202	"	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
203	"	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
204	Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
205	То же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
206	"	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
207	"	500	0,84	0,12	10	15	0,15	0,17	2,19	2,42	0,17

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Г	Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
208	Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
209	Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
210	Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
211	Силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
212	Трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
213	То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
214	Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,7	8,12	8,76	0,11
Д	Кирпичная кладка из пустотного кирпича										
215	Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
216	Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
217	Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
218	Силикатного одиннадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
219	Силикатного четырнадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
220	Одинарного пустотелого поризованного марки 1 НФ (ГОСТ 530) плотностью 900 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1100	0,88	0,30	1	2	0,38	0,46	6,16	6,62	0,17
221	Камня пустотелый поризованного крупноформатного 15 НФ (ГОСТ 530) плотностью 900 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе *	1000	0,88	0,17	1	2	0,25	0,33	6,16	6,62	0,18
Е	Кладка из газобетонных блоков										
222	Пазогребневых газобетонных блоков «ВАРМИТ» (ГОСТ 31360-2007) плотностью 500 кг/м ³ (брутто) на клеевом растворе 2-3 мм толщиной*	500	0,84	0,12	10	15	0,15	0,17	2,19	2,42	0,17

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ж	Дерево и изделия из него										
223	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
224	Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
225	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
226	Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
227	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
228	Картон облицовочный (ГОСТ 8740)	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
229	Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
III	Конструкционные материалы										
A	Бетоны (ГОСТ 7473, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)										
230	Железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
231	Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633)	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
232	Раствор цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
233	Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,42	0,098
234	Раствор известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
Б	Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)										
235	Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
236	Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
237	Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
238	"	1800	0,88	0,7	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
239	"	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
240	"	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
241	Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
242	"	1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
243	"	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
244	"	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
245	"	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
246	"	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
В	Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 30547)										
247	Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
248	То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
249	Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
250	То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
251	"	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
252	Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
253	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	-
257	Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
254	То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002

Окончание приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
255	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
256	То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
257	"	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
Г	Металлы и стекло										
258	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
259	Чугун (ГОСТ 9583)	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
260	Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
261	Медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
262	Стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0
<p>Примечания:</p> <p>1. Расчетные значения коэффициента теплоусвоения (при периоде 24 ч) материала в конструкции вычислены по формуле</p> $s = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \rho_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)},$ <p>где λ, ρ_0, c_0, w – показатели по соответствующим графам настоящей таблицы.</p> <p>2. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале w, %, равном нулю.</p> <p>3. Значения коэффициента теплопроводности материала в сухом состоянии λ_0 приняты по действующим нормативным документам.</p> <p>4. Значения показателей материалов, помеченных *, приведены по результатам испытаний ИЦ «Стройтест-СибАДИ».</p>											

Приложение Д
(справочное)

**ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ ДЛЯ РЯДА ТЕМПЕРАТУР И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ
ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА**

t_{int} , °C	Относительная влажность воздуха φ_{int} , %										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
-5	-18,4	-16,8	-15,30	-14,04	-12,90	-11,84	-10,83	-9,96	-9,11	-7,62	-6,24
-4	-17,5	-15,8	-14,40	-13,10	-11,93	-10,84	-9,89	-8,99	-8,11	-6,62	-5,24
-3	-16,6	-14,9	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99	-7,16	-5,62	-4,24
-2	-15,7	-14,0	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04	-6,21	-4,62	-3,34
-1	-14,7	-13,0	-11,61	-10,28	-9,10	-7,98	-7,00	-6,09	-5,21	-3,66	-2,34
0	-13,9	-12,2	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14	-4,26	-2,58	-1,34
1	-13,1	-11,3	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26	-3,40	-1,82	-0,41
2	-12,2	-10,6	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44	-2,56	-0,97	-0,52
3	-11,6	-9,7	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57	-1,69	-0,08	1,52
4	-10,6	-9,0	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,70	-1,75	-0,87	0,87	2,50
5	-9,9	-8,2	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92	-0,01	1,83	3,49
6	-9,1	-7,4	-5,81	-4,45	-3,22	-2,08	-1,04	-0,08	0,94	2,80	4,48
7	-8,2	-6,6	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,90	3,77	5,47
8	-7,6	-5,8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	4,77	6,46
9	-6,8	-5,0	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	5,74	7,45
10	-6,0	-4,2	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,60	3,72	4,78	6,71	8,44
11	-5,2	-3,4	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	7,68	9,43
12	-4,5	-2,6	-1,04	0,44	1,90	3,25	4,48	5,63	6,70	8,65	10,42
13	-3,7	-1,9	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	9,62	11,41
14	-2,9	-1,0	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	10,59	12,40
15	-2,2	-0,3	1,51	3,17	4,68	6,04	7,30	8,48	9,58	11,59	13,38
16	-1,4	0,5	2,41	4,08	5,60	6,97	8,24	9,43	10,54	12,56	14,36
17	-0,6	1,4	3,31	4,99	6,52	7,90	9,18	10,37	11,50	13,53	15,36
18	0,2	2,3	4,20	5,90	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	14,50	16,34
19	1,0	3,2	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	15,47	17,32
20	1,9	4,1	6,00	7,72	9,28	10,69	12,00	13,22	14,38	16,44	18,32
21	2,8	5,0	6,90	8,62	10,20	11,62	12,94	14,17	15,33	17,41	19,30
22	3,6	5,9	7,69	9,52	11,12	12,55	13,88	15,12	16,28	18,38	20,30
23	4,5	6,7	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	19,38	21,28
24	5,4	7,6	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	20,35	22,26
25	6,2	8,5	10,46	12,75	13,86	15,34	16,70	17,97	19,15	21,32	23,24
26	7,1	9,4	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	22,29	24,22
27	8,0	10,2	12,24	14,05	15,70	17,19	18,57	19,87	21,06	23,26	25,22
28	8,8	11,1	13,13	14,95	16,61	18,11	19,50	20,81	22,01	24,23	26,20
29	9,7	12,0	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	25,20	27,20
30	10,5	12,9	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	26,17	28,18

Приложение Е
 (справочное)

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАТЕНЕНИЯ СВЕТОВОГО ПРОЕМА И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПРОНИКАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ОКОН И ЗЕНИТНЫХ ФОНАРЕЙ

№ п/п	Заполнение светового проема	Коэффициенты τ_F и τ_{Scy} , k_F и k_{Scy}			
		в деревянных или ПВХ переплетах		в металлических переплетах	
		τ_F и τ_{Scy}	k_F и k_{Scy}	τ_F и τ_{Scy}	k_F и k_{Scy}
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,75	0,85	-	-
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,65	0,85	0,8	0,85
3	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: - 194x194x98 - 244x244x98	0,9 0,9	0,65 (без переплета) 0,7 (без переплета)		
4	Профильное стекло коробчатого сечения	0,9	0,75 (без переплета)		
5	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,9	-	-
6	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,83	-	-
7	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,5	0,76	0,7	0,76
8	Однокамерный стеклопакет из стекла: - обычного - с твердым селективным покрытием - с мягким селективным покрытием	0,8 0,8 0,8	0,85 0,57 0,57	0,9 0,9 0,9	0,85 0,57 0,57
9	Двухкамерный стеклопакет из стекла: - обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм) - обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм) - с твердым селективным покрытием - с мягким селективным покрытием - с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,78 0,78 0,78 0,78 0,78	0,76 0,76 0,51 0,51 0,51	0,85 0,85 0,85 0,85 0,85	0,76 0,76 0,51 0,51 0,51
10	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: - обычного - с твердым селективным покрытием - с мягким селективным покрытием - с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,75 0,75 0,75 0,75	0,76 0,51 0,51 0,51	- - - -	- - - -
11	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: - обычного - с твердым селективным покрытием - с мягким селективным покрытием - с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,73 0,73 0,73 0,73	0,72 0,48 0,48 0,48	- - - -	- - - -
12	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7	0,72	-	-
13	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,6	0,72	-	-
14	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,5	0,72	-	-

Примечания:
 1 К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым – более 0,15.
 2 Условные обозначения:
 τ_F , τ_{Scy} – коэффициенты затенения светового проема соответственно окон и зенитных фонарей;
 k_F и k_{Scy} – коэффициенты относительного проникновения солнечной радиации соответственно окон и зенитных фонарей.

Приложение 3 (рекомендуемое)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

3.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в моделировании стационарного процесса теплопередачи через ограждающие конструкции зданий с использованием специальных компьютерных программ.

Метод предназначен для оценки температурного режима и расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий или их фрагментов с учетом геометрической формы, расположения и характеристик конструктивных и теплоизоляционных слоев, температур окружающего воздуха, коэффициентов теплоотдачи поверхностей.

3.2 Требования к программному обеспечению

3.2.1 Компьютерные программы, с помощью которых производятся расчеты, должны иметь сопроводительную техническую документацию и обеспечивать возможность расчета трехмерного (пространственного) или двухмерного (плоского) температурного поля, тепловых потоков и сопротивления теплопередаче в заданной области ограждающих конструкций при стационарных условиях теплопередачи.

3.2.2 Ввод исходных данных должен производиться в графическом виде (с экрана монитора), либо в виде табличных данных и обеспечивать возможность задания требуемых характеристик материалов и граничных условий рассчитываемой конструкции в заданной области; при этом возможно использование как банка данных, так и задания исходных данных в виде расчетных значений.

3.2.3 Представление результатов расчета должно обеспечивать возможность визуализации температурного поля, определение температуры в любой точке рассчитываемой конструкции, определение суммарных входящих и выходящих тепловых потоков через заданные поверхности, средних температур заданных поверхностей, сопротивления теплопередаче (или коэффициента теплопередачи) рассчитываемой конструкции.

3.2.4 Окончательные результаты расчета должны представляться в документированном виде и включать: расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха, коэффициенты теплообмена поверхностей, распределение температур по заданному сечению рассчитанного узла, информацию по входящим и

выходящим тепловым потокам, средним температурам поверхностей по заданным областям, значения сопротивления теплопередаче (или коэффициента теплопередачи) рассчитанной конструкции или её участка.

3.2.5 Сопроводительная документация к компьютерной программе должна содержать:

- область применения программного продукта;
- сведения о сертификации;
- подробное описание назначения программы и ее функций;
- описание процедуры установки программы на персональном компьютере;
- описание математических моделей, используемых в программе;
- детальное руководство пользователя с примерами реализации;
- координаты службы технической поддержки.

3.3 Последовательность расчета

В общем случае расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- анализ рассчитываемой конструкции, выбор расчетной области (расчетного фрагмента);
- выбор программного средства (компьютерной программы) для проведения расчетов трехмерных или двухмерных температурных полей;
- составление расчетной схемы;
- подготовка и ввод в программу исходных данных (геометрических размеров, расчетных коэффициентов теплопроводности, расчетных температур наружного и внутреннего воздуха, расчетных коэффициентов теплоотдачи поверхностей конструкции);
- расчет температурного поля;
- визуализация результатов расчета; анализ характера распределения температур в рассматриваемой области, определение средних температур внутренней и наружной поверхностей по заданным поверхностям; определение суммарного теплового потока, входящего в расчетную область; при необходимости – определение минимальной температуры внутренней поверхности;
- расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструкции;
- составление документированного отчета по результатам расчетов.

3.4 Выбор расчетной области

3.4.1 В общем случае задача выбора расчетной области может быть сведена к следующим частным случаям:

- определение размеров (границ) рассчитываемой ограждающей конструкции (или ее фрагментов) для расчета приведенного сопротивления теплопередаче фасада здания или его промежуточного этажа, совмещенного покрытия, цокольного или чердачного перекрытия;

- определение размеров расчетной области для определения приведенного сопротивления теплопередаче отдельной конструкции (например, оконного или дверного балконного блока, стеновой панели и т.п.);

- выбор расчетной области для оценки температурного режима отдельных узлов сопряжений ограждающих конструкций.

3.4.2 При необходимости рассчитываемая ограждающая конструкция может быть разбита на отдельные фрагменты и расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции в целом выполнен по формуле (7.21) или (7.22), на основании расчета приведенного сопротивления теплопередаче отдельных фрагментов $R_{o,r}$.

3.4.3 В качестве расчетных фрагментов для определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций рекомендуется принимать:

- для наружных стен – повторяющиеся однотипные участки, например, участки фасада здания без оконных проемов, с оконными проемами, с балконными дверями и т.п.

- для совмещенных покрытий или чердачных перекрытий – повторяющиеся однотипные участки по осям симметрии;

- для стеновых панелей – участки фасада по размерам стеновых панелей (на комнату или несколько комнат – для крупнопанельных зданий).

Возможные варианты разбиения ограждающих конструкций здания на расчетные фрагменты и участки приведены на рисунке 31.

3.4.4 В качестве расчетной области для оценки температурного режима отдельных узлов сопряжений ограждающих конструкций могут приниматься:

- характерные сечения узлов сопряжений конструкций, ограничиваемые осями симметрии или длиной не менее 5-ти толщин рассчитываемой конструкции в каждую сторону от рассчитываемого узла;

- пространственные конструкции (трехмерные области), размеры которых принимаются с учетом расположения и размеров теплопроводных включений, несущих и ограждающих конструкций, ограничиваемые либо по осям симметрии, либо длиной не менее 5-

ти толщин конструкции в каждую сторону от внутренней поверхности рассчитываемого узла.

Для проверки корректности размеров выбранной расчетной области, рекомендуется проводить проверку результатов расчета температурного поля по наиболее удаленному сечению путем сопоставления с расчетом по одномерному температурному полю.

3.4.5 Примеры ограничения и задания размеров расчетных областей для некоторых конструкций приведены на рисунках 3.2 и 3.3.

3.5 Формализация расчетной области и составление расчетной схемы

3.5.1 При составлении расчетной схемы для выбранной расчетной области рекомендуется:

- заменять сложные конфигурации отдельных ограждающих конструкций, например, криволинейные поверхности, более простыми, прямоугольными, если эта замена имеет незначительное влияние в теплотехническом отношении;

- для ограждающих конструкций, содержащих оконные или дверные проемы, расчеты следует проводить с учетом заполнения этих проемов; при этом оконные или дверные блоки могут быть представлены в виде пластин с заданными коэффициентами теплопроводности;

- ограждающие конструкции, включающие плиты перекрытий, перегородки, колонны и т.п. следует рассчитывать с учетом этих элементов, принимая их размеры согласно п.3.4.4.

3.5.2 Замкнутые (невентилируемые) воздушные прослойки, расположенные внутри рассчитываемых ограждающих конструкций, следует учитывать в виде областей, по форме и размерам аналогичных воздушной прослойке, заполненных материалом с коэффициентом теплопроводности λ_{ek} , Вт/(м·°С)

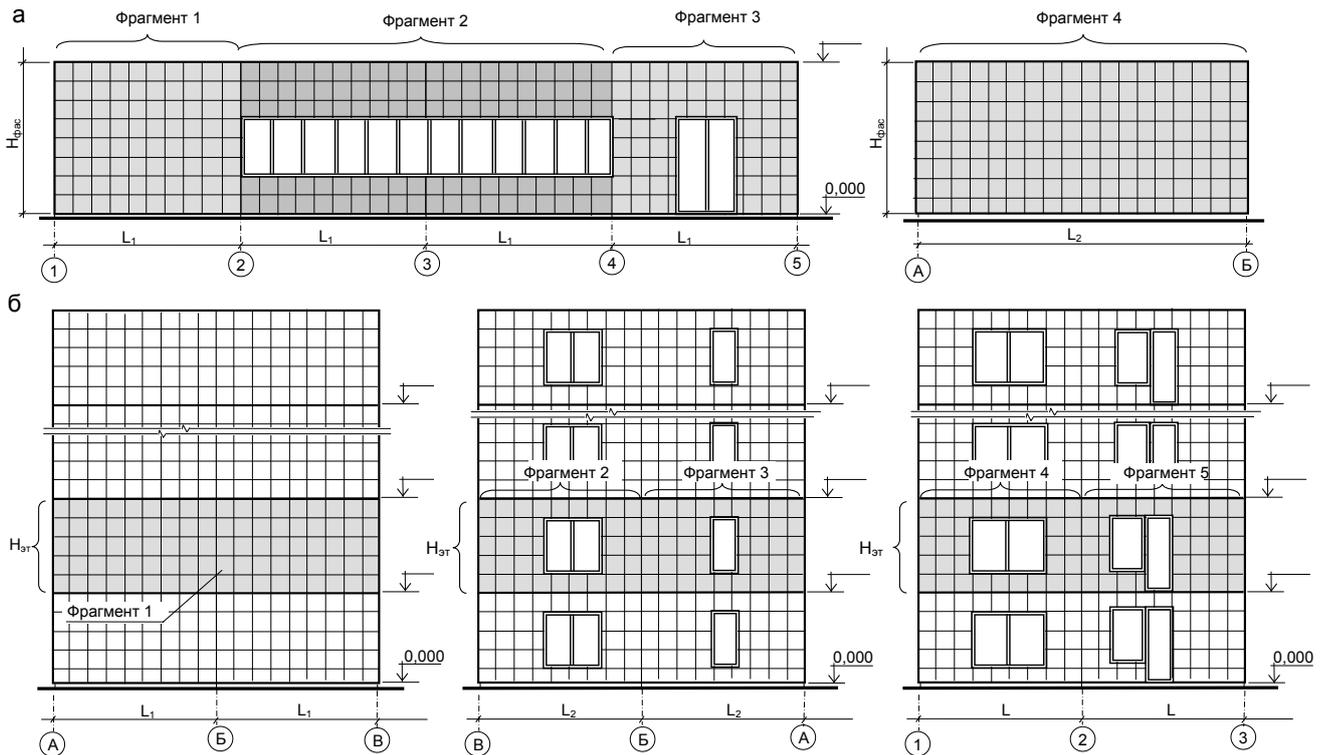
$$\lambda_{ek} = \delta_{al}/R_{al} \quad , \quad (3.1)$$

где δ_{al} – толщина воздушной прослойки, м;

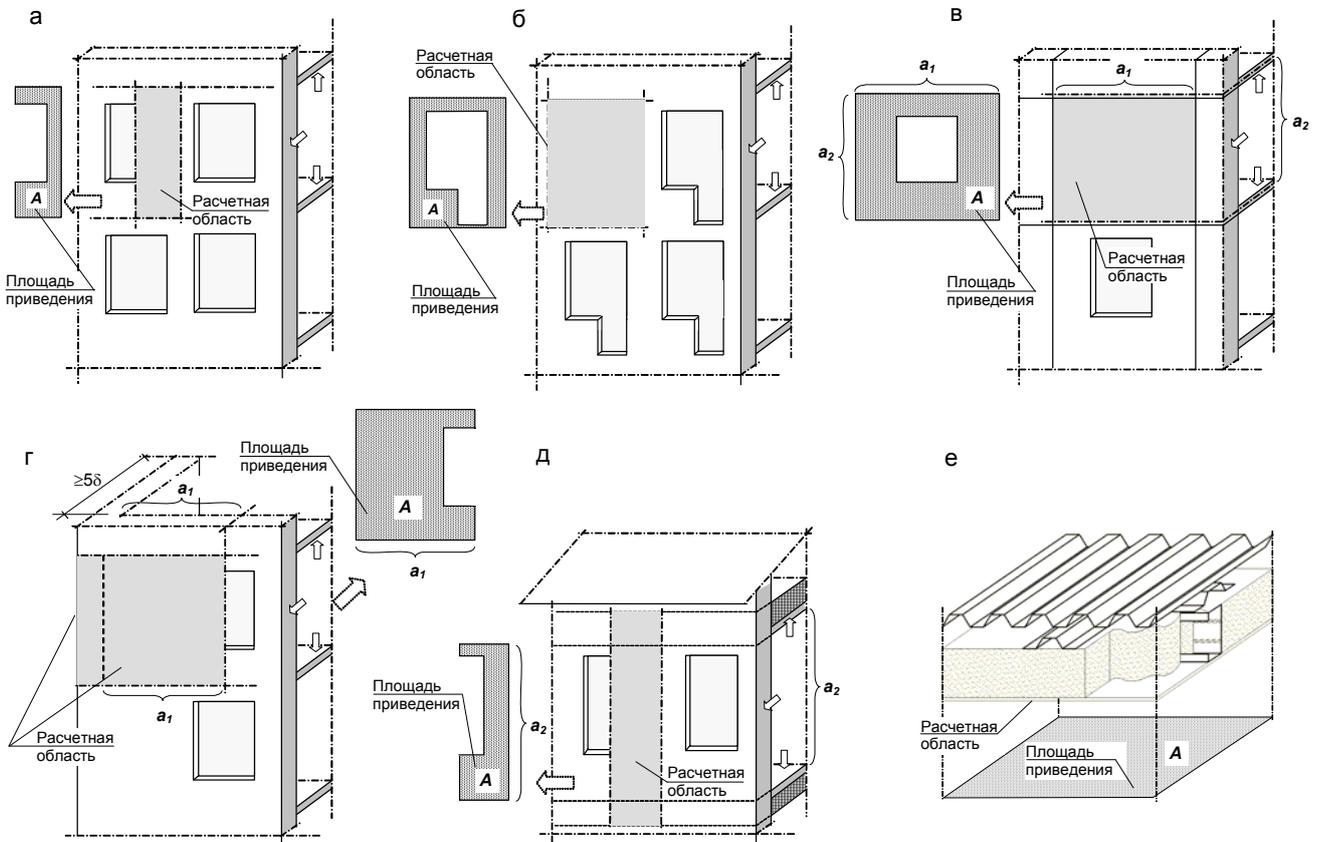
R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, (м²·°С)/Вт, принимаемое по таблице 7.3.

3.5.3 При наличии в ограждающей конструкции воздушной прослойки, вентилируемой наружным воздухом, все слои, расположенные за вентилируемой прослойкой, допускаются в расчете не учитывать.

3.5.4 При задании разностной сетки или размеров конечных элементов (разбиении рассчитываемой области) следует руководствоваться следующими правилами:



Р и с у н о к 3.1 - Примеры разбиения фасада здания (а) или промежуточного этажа (б) на отдельные фрагменты для расчета приведенного сопротивления теплопередаче по формулам (7.21), (7.22)



Р и с у н о к 3.2 - Примеры выбора расчетной области для некоторых конструкций: а – стена с окнами; б – стена с балконными дверями; в – стеновая панель крупнопанельного здания; г – стена углового помещения; д – стена одноэтажного здания; е – совмещенное покрытие

- участки рассчитываемой конструкции, содержащие теплопроводные включения (связи, шпонки, ребра, металлические профильные элементы и т.п.), должны иметь более мелкое разбиение, по сравнению с теплотехнически однородными участками конструкции;

- изменение размеров разностной сетки на участках, прилегающих к теплопроводным включениям, должно производиться постепенно, без значительных скачков;

- теплопроводные включения должны разбиваться разностной сеткой или конечными элементами, как минимум на два или три слоя.

При наличии в компьютерной программе технических возможностей следует проводить оценку корректности разбиения рассчитываемой области на конечные элементы или разностную сетку. При отсутствии подобной возможности рекомендуется проводить проверку оценки корректности разбиения путем удвоения конечно-разностной сетки и сопоставления результатов расчетов температурных полей.

Примеры задания равномерной и неравномерной разностной сетки для расчета некоторых конструкций приведены на рисунке 3.3.

3.6 Граничные условия

3.6.1 Условия теплообмена на поверхностях рассчитываемых конструкций задаются в виде расчетных температур окружающего воздуха и расчетных коэффициентов теплоотдачи поверхностей (граничные условия третьего рода).

Величины расчетных температур окружающего воздуха и расчетных коэффициентов теплоотдачи поверхностей принимаются согласно разделу 7.3, в зависимости от района строительства, назначения здания, вида и положения ограждающей конструкции и т.п.

При расчете конструкций теплых чердаков, подвалов, остекленных лоджий и т.п. граничные условия принимаются с учетом расчетных условий эксплуатации этих помещений.

3.6.2 Условия теплообмена по осям симметрии ограждающих конструкций задаются адиабатными ($t = 0$, $\alpha = 0$).

3.6.3 При необходимости, например, расчете заглубленных в грунт конструкций, возможно задание граничных условий в виде распределения температур по поверхности (или сечению) конструкций.

3.7 Определение расчетных площадей и тепловых потоков

3.7.1 При определении приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций на основе расчета температур-

ных полей следует различать площадь, по которой рассчитывается (учитывается) суммарный тепловой поток, входящий в расчетную область F_i , m^2 , и площадь приведения A_i , m^2 , относительно которой определяется («приводится») приведенное сопротивление теплопередаче.

Необходимость подобного разделения обусловлена тем, что при расчете суммарного теплового потока должны учитываться все тепловые потоки, входящие в расчетную область (например, для наружной стены – через внутреннюю поверхность стены, оконные откосы, внутренние перегородки, колонны и т.п.), но при «приведении» суммарный тепловой поток относится к площади, численно равной площади проекции рассчитываемой конструкции на параллельную плоскость.

Примеры определения площадей F_i и A_i для ряда конструкций приведены на рисунке 3.4.

3.7.2 В том случае, если рассчитываемая конструкция представляет собой пластину с плоскопараллельными поверхностями, независимо от наличия и типа теплопроводных включений, $A_i = F_i$.

Если рассчитываемая конструкция отличается от пластины с плоскопараллельными поверхностями, например, имеет оконные проемы, выступающие или западающие участки и т.п. (см. рисунке 3.4), $A_i \neq F_i$.

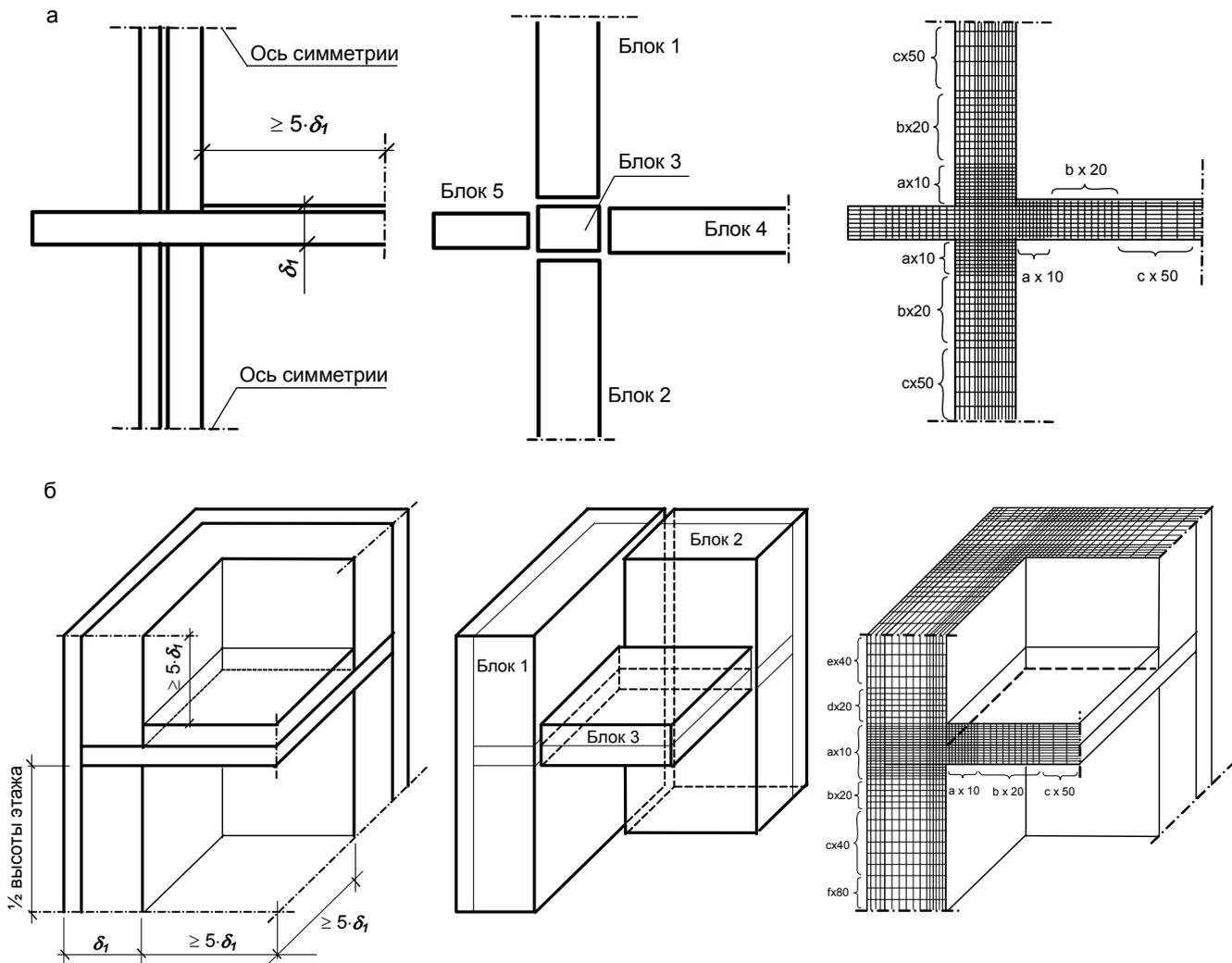
Если рассчитываемая конструкция включает наружные выступающие углы, площадь приведения A_i принимается по внутренним размерам конструкции.

3.7.3 При расчете приведенного сопротивления теплопередаче оконных или дверных балконных блоков, витражей, профильных систем и т.п. суммарный тепловой поток, входящий в рассчитываемую конструкцию определяется суммированием тепловых потоков по всем внутренним поверхностям, а площадь приведения A_i , m^2 , определяется как площадь проекции рассчитываемой конструкции на параллельную плоскость.

3.7.4 При определении приведенного сопротивления теплопередаче на основе расчета двумерных (плоских) температурных полей определяется линейная плотность теплового потока, входящего в рассчитываемую область, Q_L , Вт/м, аналогично вышеизложенными правилами, и приведенная длина конструкции L , м (рисунок 3.5).

3.8 Определение приведенного сопротивления теплопередаче

3.8.1 Величина приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_o^r , определяется по формуле (7.16) как сумма приведенного термического сопротивления конструкции R_k^r , $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, и сопротив-



Р и с у н о к 3.3 - Примеры разбиения расчетной области на конечные элементы: а – для расчета двухмерного температурного поля; б – для расчета трехмерного температурного поля

лений теплоотдаче наружной $R_{ext} = 1/\alpha_{ext}$ и внутренней $R_{int} = 1/\alpha_{int}$ поверхностей, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт.

Приведенное термическое сопротивление рассчитываемой ограждающей конструкции или ее фрагмента R_k^r определяется по формуле

$$R_k^r = (\tau_{int} - \tau_{ext}) \cdot A / Q, \quad (3.4)$$

где τ_{int} , $\tau_{ext,i}$ - средние температуры наружной и внутренней поверхностей рассчитываемой конструкции, $^\circ C$, принимаемые по результатам расчета температурных полей;

Q – суммарный тепловой поток, входящий в рассчитываемую область конструкции, Вт;

A – площадь приведения, m^2 , численно равна площади проекции рассчитываемой конструкции на параллельную плоскость.

3.8.2 Величина приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции по результатам расчета двухмерного (плоского) температурного поля для характерного сечения конструкции определяется по формуле (7.16).

При этом приведенное термическое сопротивление конструкции рассчитывается по формуле

$$R_k^r = (\tau_{int} - \tau_{ext}) \cdot L / Q_L, \quad (3.3)$$

где τ_{int} , τ_{ext} – средние температуры наружной и внутренней поверхностей рассчитываемой конструкции, $^\circ C$, определяемые по результатам расчета температурных полей;

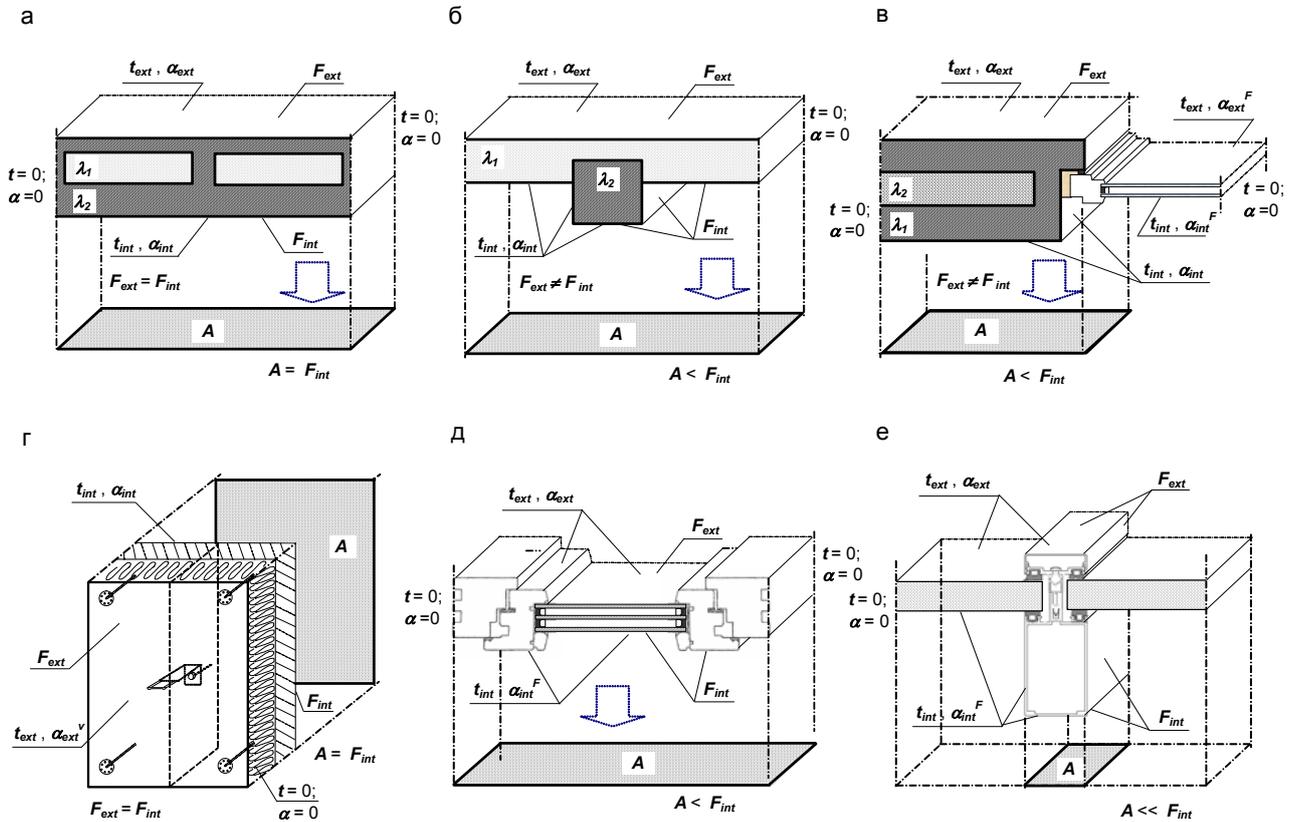
Q_L – линейная плотность теплового потока, входящего в рассчитываемую область, Вт/м;

L – длина приведения рассчитываемой конструкции, м.

3.8.3 Если при проведении расчетов необходимо определить приведенное сопротивление теплопередаче части конструкции (например, непрозрачной части витражной системы, или стеновой панели без учета оконного блока), программными средствами выделяются требуемые участки, по которым определя-

ются средние значения температур и тепловых потоков.

Расчет величины R_o^f в данном случае проводится аналогично 3.8.1, 3.8.2 с учетом соответствующих площадей или длин приведения.



Р и с у н о к 3.4 – Примеры задания граничных условий и определения площадей приведения A_i для расчета приведенного сопротивления теплопередаче некоторых конструкций: а, б – фрагменты наружной стены с теплопроводными включениями без проемов; в – фрагмент наружной стены с оконным блоком; г – фрагмент наружной стены с фасадной теплоизоляцией; д – оконный блок; е – система профилей

Приложение И (справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

И.1 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с каркасом из термопрофилей

Требуется определить приведенное сопротивление фрагмента наружной стены с каркасом из термопрофилей ТПП 110. Шаг профилей – 600 мм, толщина стенки профилей – 1,0 мм.

Исходные данные:

- район строительства – г. Челябинск;
- назначение здания – общественное;
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -34\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- зона влажности – сухая;
- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «А»;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{int} = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;

- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{ext} = 10,8\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
- расчетный коэффициент теплопроводности слоя теплоизоляции $\lambda_A = 0,04\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
- расчетный коэффициент теплопроводности металла $\lambda = 58\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$.

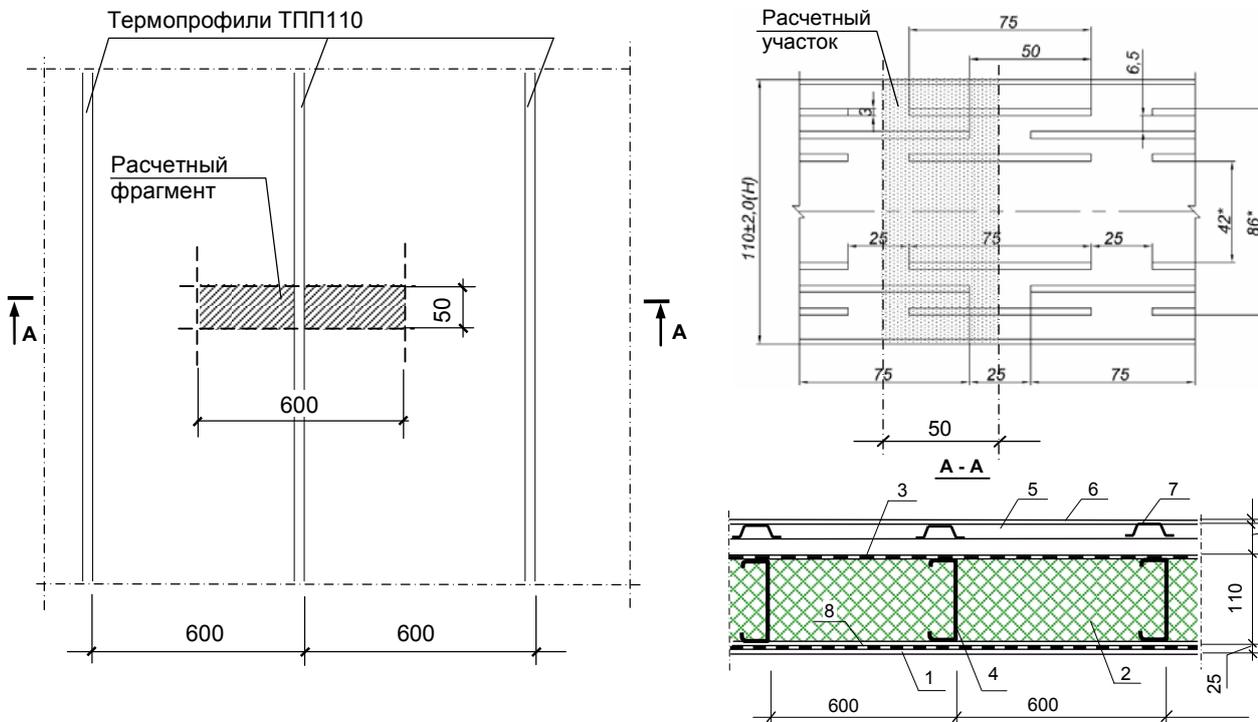
Конструктивное решение стены с расположением термопрофилей и их основными размерами приведено на рис.И.1.

Расчет выполнен для участка стены без проемов с применением компьютерной программы расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий.

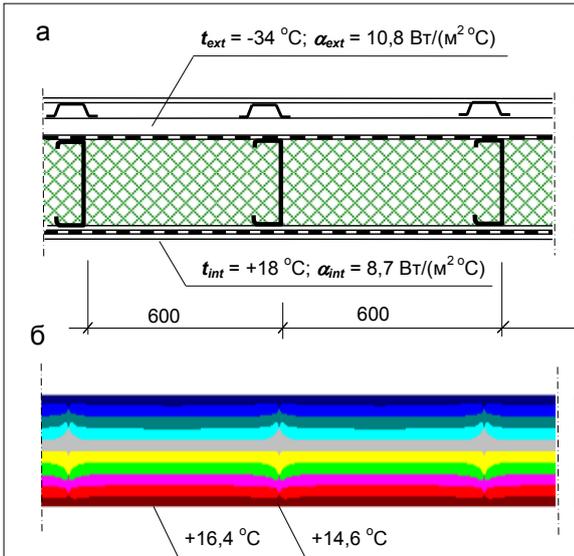
Размеры расчетной области конструкции при определении приведенного сопротивления теплопередаче приняты по осям симметрии (см. рис.И.1).

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,2 мм.

Распечатка результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче рассчитанного фрагмента стены приведен в таблице И.1, распределение температур по поперечному сечению представлено на рис.И.2.



Р и с у н о к И.1 – Схема наружной стены с применением термопрофилей ТПП 110: 1 – внутренняя обшивка; 2 – утеплитель; 3 – гидроветрозащита; 4 – термопрофиль ТПП 110; 5 – вентилируемая воздушная прослойка; 6 – наружная облицовка; 7 – шляпный профиль; 8 – пароизоляция



Р и с у н о к И.2 – Расчетная схема (а) и результаты расчета распределения температур (б) по сечению стены

Т а б л и ц а И.1 – Результаты расчета наружной стены с каркасом из термопрофилей

$t_i, \text{ } ^\circ\text{C}$	$\alpha_i, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C)}$	$\tau_i, \text{ } ^\circ\text{C}$	$A_i, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q_i, \text{ Вт}$
-34,0	10,8	-32,37	0,0300	0,5276
18,0	8,7	+15,98	0,0300	0,5276

$R_k^r = [15,98 - (-32,37)] \cdot 0,03 / 0,5276 = 2,75 \text{ м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$.
 $R_o^r = 1/8,7 + 2,75 + 1/10,8 = 2,96 \text{ м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитанного фрагмента стены $R_o^r = 2,96 \text{ м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$.

Минимальная температура внутренней поверхности наблюдается в зоне расположения термопрофиля и составляет при расчетных температурах наружного и внутреннего воздуха $\tau = 14,6 \text{ } ^\circ\text{C}$.

И.2 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с навесным вентилируемым фасадом

Требуется определить приведенное сопротивление фрагмента наружной стены с навесным вентилируемым фасадом.

Исходные данные:

- район строительства – г.Барнаул;
- назначение здания – жилое;
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -39 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- зона влажности – сухая;
- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «А»;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C)}$;
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхностей стен $\alpha_{ext} = 10,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{ } ^\circ\text{C)}$.

Теплотехнические характеристики материалов:

- железобетон, $\lambda_A = 1,92 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)}$;
- жесткие минераловатные плиты фасадной теплоизоляции, $\lambda_A = 0,042 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)}$;
- мягкие минераловатные плиты фасадной теплоизоляции, $\lambda_A = 0,041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)}$;
- сталь, $\lambda_A = 58 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)}$.

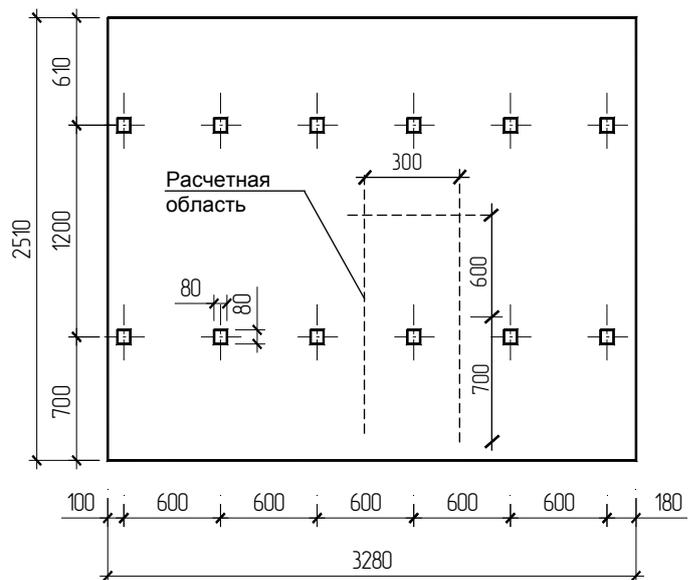
Конструктивное решение стены с расположением кронштейнов и их основными размерами приведено на рисунках И.3, И.4.

Расчет выполнен с применением компьютерной программы расчета трехмерных температурных полей.

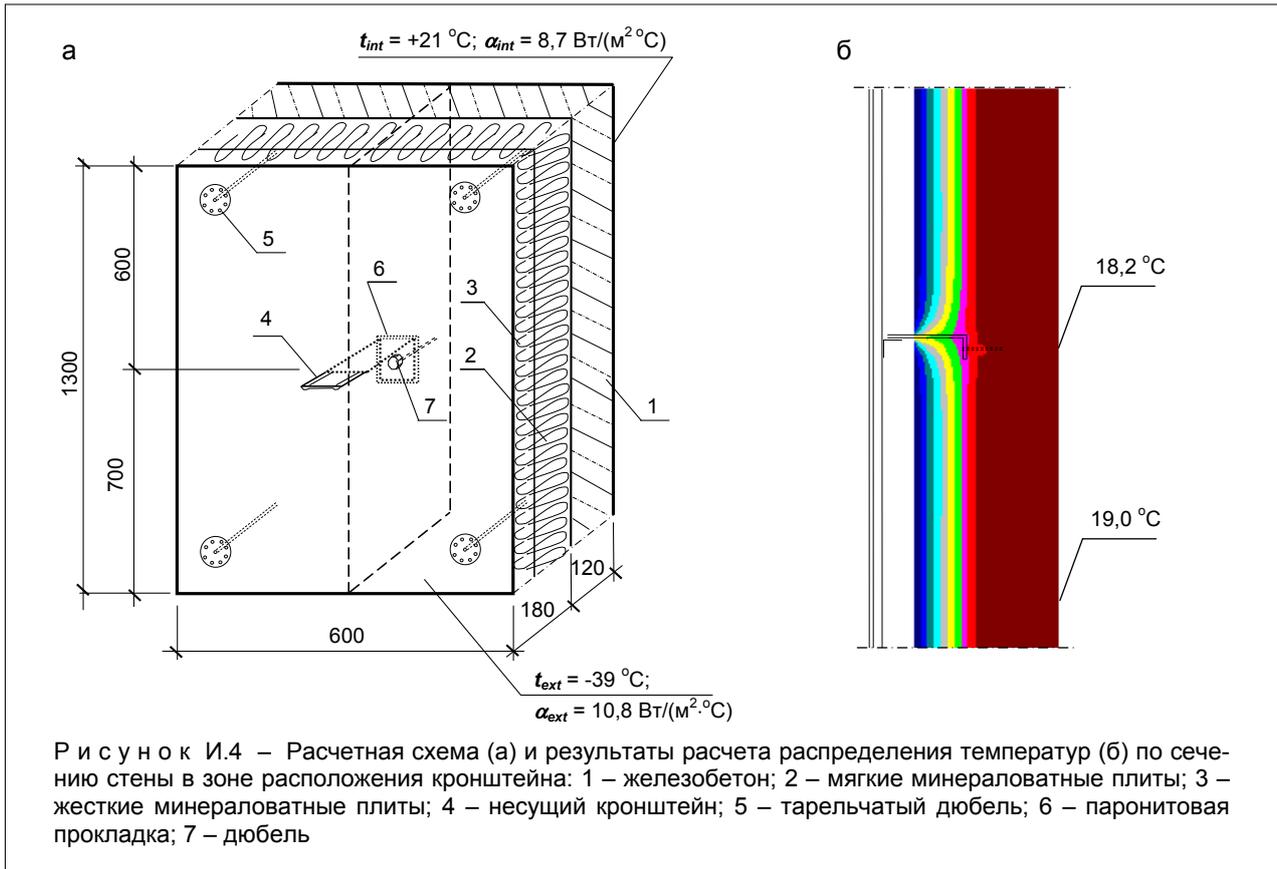
Размеры расчетного фрагмента конструкции приняты по осям симметрии (см. рис.И.3).

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,2 мм.

Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента стены приведен в таблице И.2, распределение температур по поперечному сечению представлено на рис.И.4.



Р и с у н о к И.3 – Схема наружной стены с указанием расчетной области



Т а б л и ц а И.2 – Результаты расчета наружной стены с навесным вентилируемым фасадом

$t_i, ^\circ\text{C}$	$\alpha_i, \text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$	$\tau_i, ^\circ\text{C}$	$A_i, ^\circ\text{C}$	$Q_i, \text{Вт}$
-39,0	10,8	-37,46	0,3900	6,4684
21,0	8,7	+19,09	0,3900	6,4684

$$R_k^r = [19,09 - (-37,46)] \cdot 0,39/6,4684 = 3,41 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт} .$$

$$R_o^r = 1/8,7 + 3,41 + 1/10,8 = 3,62 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт} .$$

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитанного фрагмента стены $R_o^r = 3,62 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт} .$

Минимальная температура внутренней поверхности в зоне расположения кронштейна $\tau = 18,2 ^\circ\text{C} .$

И.3 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен промежуточного этажа жилого дома

Требуется определить приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен среднего промежуточного этажа многоэтажного жилого дома $R_{o,fas}^r$.

Конструктивное решение наружных стен – двухслойные с наружным облицовочным слоем из кирпичной кладки плотностью $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$, толщиной 120 мм и внутренним теплоизоляционным слоем (кладка из полистиролбетонных блоков плотностью $400 \text{ кг}/\text{м}^3$) толщиной 450 мм (рис.И.5).

Величина приведенного сопротивление теплопередаче среднего промежуточного этажа $R_{o,fas}^r$ определена на основании расчета приведенного сопротивления ряда участков (фрагментов) $R_{o,i}^r$ с учетом потерь тепла через торцы плит перекрытий, откосы оконных проемов и балконных дверей:

- фрагмента глухой стены без проемов, размерами по высоте равного высоте этажа $h = 3,0 \text{ м}$, по ширине – $1,2 \text{ м}$;

- фрагмента стены с оконными проемами, размерами по высоте равного высоте этажа $h = 3,0 \text{ м}$, по ширине – равного расстоянию между осями оконными проемов;

- фрагмента стены с балконной дверью, размерами по высоте равно высоте этажа $h = 3,0$ м, по ширине – равно расстоянию между осями простенков;

Исходные данные:

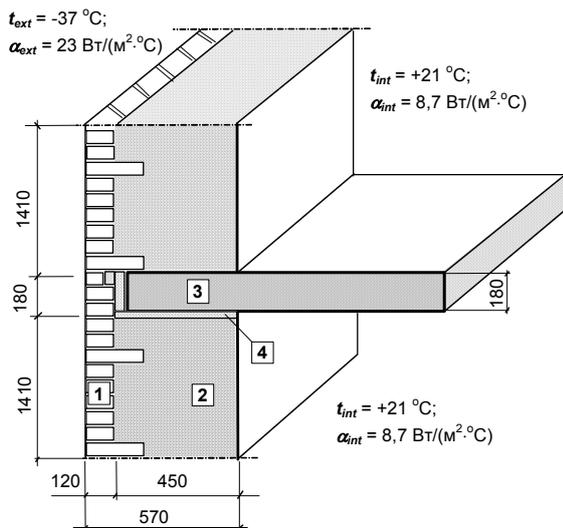
- район строительства – г.Омск;
- назначение здания – жилое;
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 21$ °С;
- расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -37$ °С;
- зона влажности – сухая;
- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «А»;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен, окон $\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м²·°С).

Теплотехнические характеристики материалов:

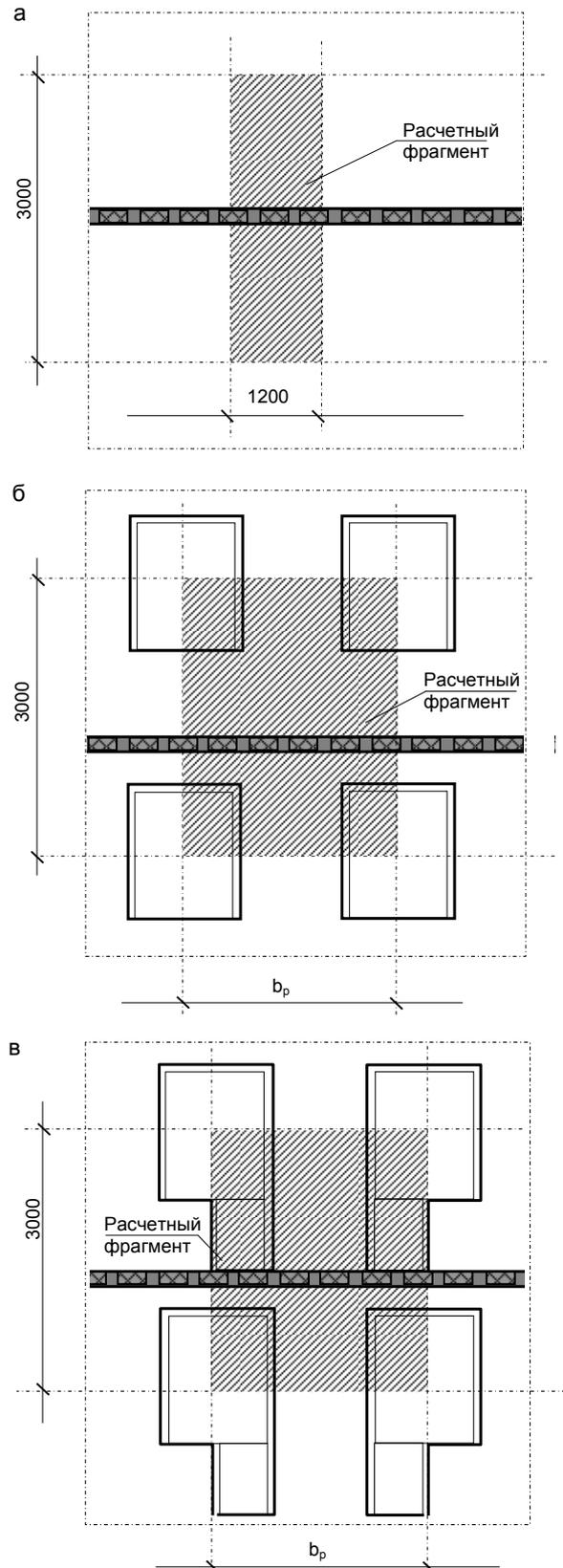
- цементно-песчаный раствор, $\gamma_0 = 1800$ кг/м³, $\lambda_A = 0,76$ Вт/(м·°С);
- кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе, $\gamma_0 = 1800$ кг/м³, $\lambda_A = 0,70$ Вт/(м·°С);
- блоки из полистиролбетона плотностью $\gamma_0 = 500$ кг/м³, $\lambda_A = 0,14$ Вт/(м·°С).

Расчетные схемы фрагментов наружных стен представлены на рисунках И.5, И.6.

Результаты расчетов представлены в таблицах И.3, И.4.



Р и с у н о к И.5 – Конструктивное решение наружной стены: 1 – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича; 2 – кладка из полистиролбетонных блоков; 3 – железобетон; 4 – пенополистирол



Р и с у н о к И.6 – Схемы расчетных фрагментов наружной стены: а – без проемов; б – с оконными блоками; в – с балконными дверными блоками (вид со стороны помещения)

Таблица И.3 – Расчетные значения приведенного сопротивления теплопередаче отдельных участков наружных стен 14-ти этажного жилого дома

Номер участка	Особенности конструктивного решения участка стены	Условное сопротивление теплопередаче $R_{o,w}^{усл}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o,w}^r$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Коэффициент теплотехнической однородности r
1	Глухой участок стены (без проемов)	3,54	2,45	0,69
2	Глухой участок стены с колонной (без проемов)	3,54	1,99	0,56
3	Участок стены с оконными проемами (при утеплении откосов)	3,54	2,01	0,57
4	Участок стены с балконными дверями (с учетом остекления лоджии)	3,54	2,03	0,57

Таблица И.4 – Характеристика расчетных участков наружных стен среднего этажа жилого дома

Номер участка	Особенности конструктивного решения участка стены	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o,w}^r$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Площадь A_w^i , $м^2$
1	Глухой участок стены (без проемов)	2,45	61,20
2	Глухой участок стены с колонной (без проемов)	1,99	94,68
3	Участок стены с оконными проемами (при утеплении откосов)	2,01	82,12
4	Участок стены с балконными дверями (с учетом остекления лоджии)	2,03	40,90

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен среднего промежуточного этажа многоэтажного жилого дома с учетом площадей участков стен по фасадам здания

$$R_{o,fas}^r = \frac{61,2 + 94,68 + 82,12 + 40,9}{61,2/2,45 + 94,68/1,99 + 82,12/2,01 + 40,9/2,03} = 2,09 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C / Вт .$$

Приложение К (справочное)

ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

К.1 Пример расчета температурного режима узла сопряжения наружной стены с оконным блоком из ПВХ-профилей

Провести оценку температурного режима узлов сопряжения наружной стены с оконным блоком из ПВХ-профилей.

Исходные данные:

- район строительства – г.Москва;
 - назначение здания – жилое;
 - конструктивное решение оконного блока – из ПВХ-профилей «ВЕКА» серии «SOFTLINE 70» с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла толщиной 36 мм – ОП ОСП 15-15 ПОЛ ГОСТ 30674-99; заполнение межстекольного пространства стеклопакетов – осушенный воздух;
 - расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - расчетная относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_{int} = 55\%$;
 - температура «точки росы» $t_d = 10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - влажностный режим помещений – нормальный;
 - зона влажности – нормальная;
 - условия эксплуатации – «Б»;
 - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены и оконных откосов $\alpha_{int}^W = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены оконного блока $\alpha_{int}^F = 8,0\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены и оконных блоков $\alpha_{ext} = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$.
- Расчетные значения коэффициентов теплопроводности материалов:
- железобетон, $\gamma_o = 2500\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 2,04\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - пенополистирол, $\gamma_o = 40\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 0,05\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - монтажная пена, $\gamma_o = 30\text{--}40\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 0,040\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - твердый ПВХ, $\lambda_B = \lambda_A = 0,17\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - сталь, $\gamma_o = 7850\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 58,0\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - саморасширяющаяся уплотнительная лента, $\gamma_o = 90\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 0,05\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - стекло оконное, $\gamma_o = 2500\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = \lambda_A = 0,76\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - цементно-песчаный раствор, $\gamma_o = 1800\text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_B = 0,93\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$.

Выбор расчетной области и задание граничных условий

Расчетные области узлов примыканий приняты:

- для горизонтального сечения – по осям симметрии оконного блока и простенков наружной стены;
- для сечения по подоконному узлу – по осям симметрии оконного блока и плиты перекрытия нижележащего этажа.

Расчетные схемы и схемы задания граничных условий представлены на рисунках К.1 и К.2.

Расчет температурного режима

Расчет узлов примыкания оконного блока к наружной стене жилого здания выполнен по программе расчета двумерных температурных полей ограждающих конструкций зданий.

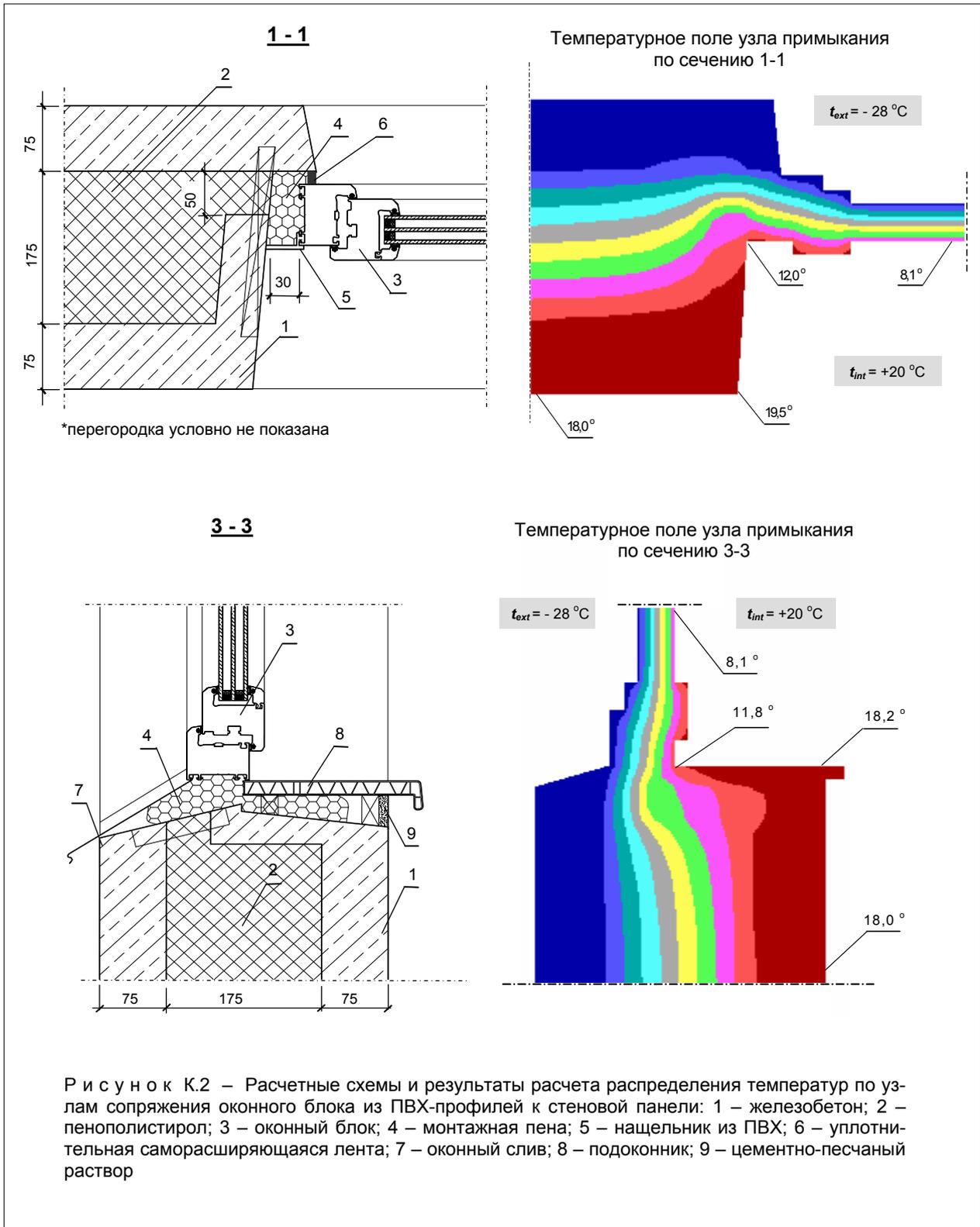
Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 1 мм.

Результаты расчетов

Результаты расчетов представлены на рисунках К.1 и К.2 в виде поля изотерм с указанием минимальных температур внутренней поверхности.



Р и с у н о к К.1 – Маркировка расчетных сечений узлов сопряжения наружной стены с оконным блоком из ПВХ-профилей



Анализ результатов позволяет сделать вывод, что рассчитанное конструктивное решение обеспечивает поддержание температуры внутренней поверхности узлов примыканий оконного блока к наружной стене по всем сечениям существенно выше температуры «точки росы».

Минимальная температура внутренней поверхности наблюдается в зоне сопряжения подоконника из ПВХ с оконной коробкой и составляет $t_{min} = +11,8\text{ }^{\circ}\text{C} > t_d = 10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Дополнительных мероприятий по утеплению узлов примыканий оконного блока к наружной стене не требуется.

К.2 Пример расчета температурного режима узла сопряжения наружных стен с чердачным перекрытием

Провести оценку температурного режима узла сопряжения выступающего угла наружных стен с чердачным перекрытием многоэтажного жилого дома.

Конструктивное решение наружных стен – двухслойные, с наружным облицовочным слоем из кирпичной кладки плотностью 1800 кг/м^3 , толщиной 120 мм и внутренним теплоизоляционным слоем (кладка из блоков ячеистого бетона плотностью 400 кг/м^3) толщиной 510 мм (рис.К.3). Утеплитель чердачного перекрытия – пенополистирол толщиной 150 мм .

Исходные данные:

- район строительства – г.Омск;
- назначение здания – жилое;
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$;
- расчетная температура воздуха в теплом чердаке $t_{int}^g = +15 \text{ }^\circ\text{C}$;
- зона влажности – сухая;
- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «А»;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен и перекрытия жилого помещения и чердака $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{C)}$;
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{C)}$;
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{int} = 55 \text{ \%}$;
- температура «точки росы» $t_d = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Теплотехнические характеристики материалов:

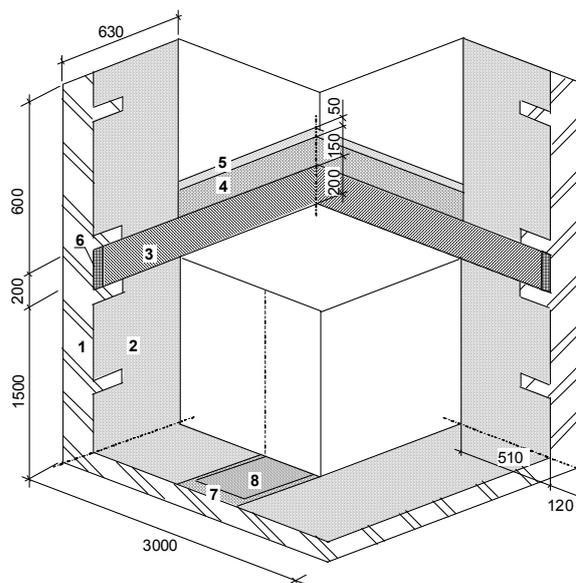
- цементно-песчаный раствор, $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_A = 0,76 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$;
- кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе, $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_A = 0,70 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$;
- кладка из блоков из ячеистого бетона плотностью $\gamma_0 = 400 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_A = 0,16 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$;
- железобетон, $\gamma_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_A = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$;
- пенополистирол, $\gamma_0 = 40 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_A = 0,041 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$.

Расчетная схема узла сопряжений конструкций представлена на рисунке К.3, схема задания граничных условий – на рисунке К4.

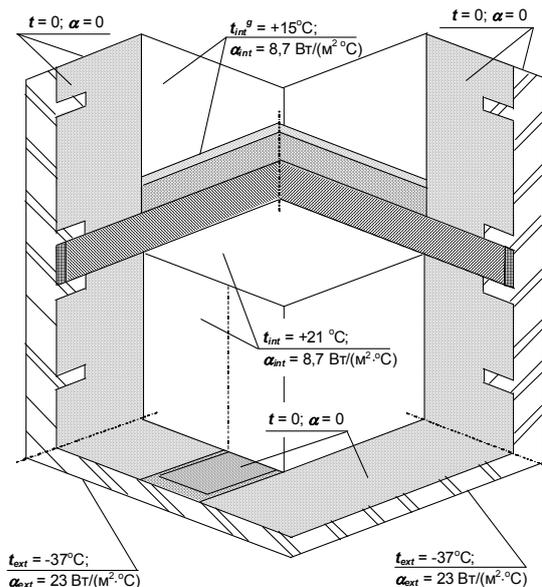
Расчет температурного режима узла сопряжений ограждающих конструкций выполнен по программе расчета трехмерных температурных полей.

Результаты расчетов в виде распределения температур по внутренней поверхности и

отдельным сечениям конструкции представлены на рис.К.5.



Р и с у н о к К.3 – Расчетная схема узла сопряжения наружного выступающего угла с конструкцией чердачного перекрытия «теплого» чердака жилого здания: 1 – кладка из облицовочного кирпича; 2 – кладка из блоков ячеистого бетона; 3 – железобетонное монолитное перекрытие; 4 – пенополистирол; 5 – цементно-песчаная стяжка; 6 – пенополистирольный вкладыш размерами $400 \times 50 \times 200$ (h) с шагом 100 мм ; 7 – пенополистирольный термовкладыш на всю высоту колонны; 8 – железобетонная колонна



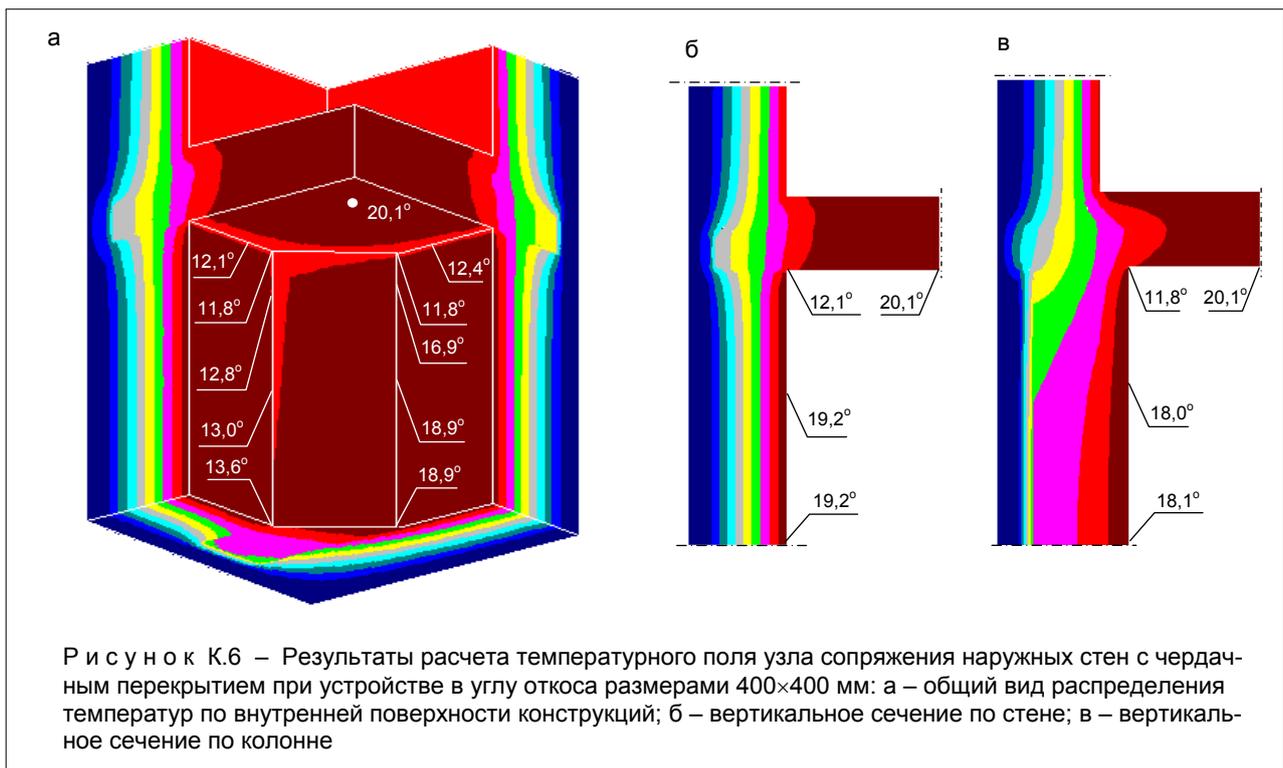
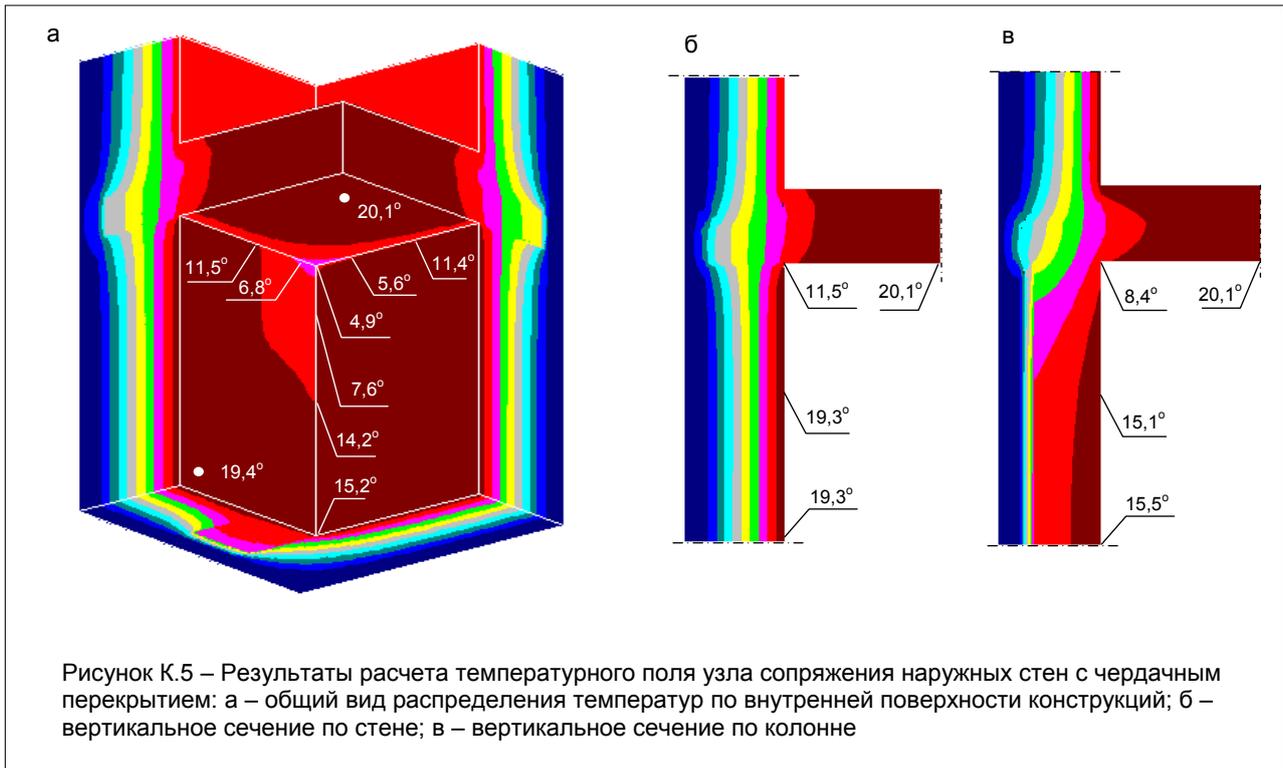
Р и с у н о к К.4 – Схема задания граничных условий рассчитываемого узла

По результатам расчетов минимальная температура внутренней поверхности наблюдается в зоне сопряжения наружного угла с плитой чердачного перекрытия и составляет $t_{min} = 4,9 \text{ }^\circ\text{C}$, что существенно ниже температуры точки росы $t_d = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

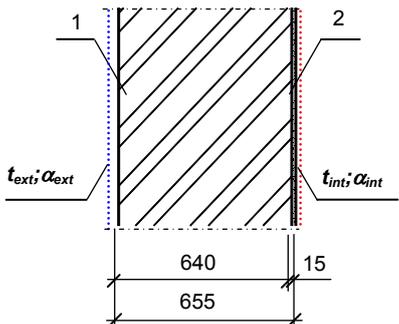
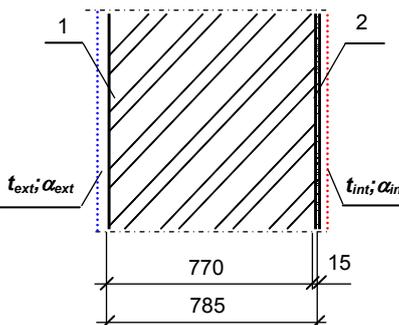
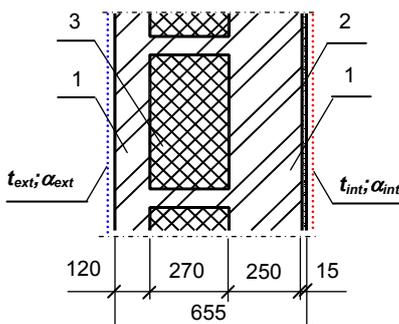
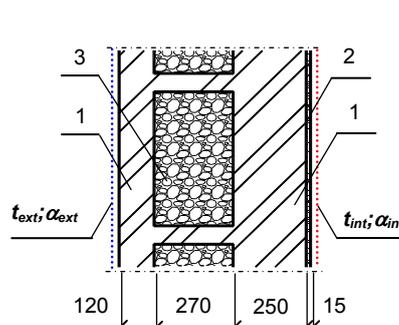
Данное понижение температуры обусловлено геометрической формой угла (площадь тепловосприятия меньше, чем площадь теплоотдачи), повышенным стоком тепла по верти-

кальной колонне каркаса и плите перекрытия (термовкладыши в зоне сопряжения плиты перекрытия с колонной отсутствуют).

Для улучшения температурного режима данного узла предлагается увеличение толщины стены в углу помещения в виде откоса размерами $400 \times 400 \text{ мм}$ из ячеистого бетона. Результаты расчета температурного режима данного узла при устройстве откоса представлены на рисунке К.6.

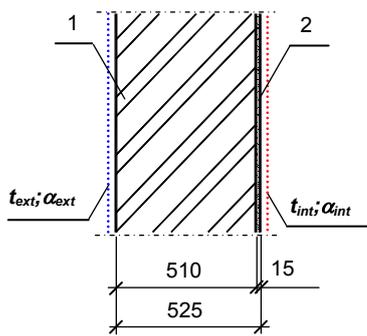
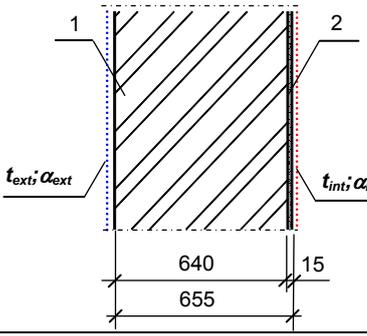
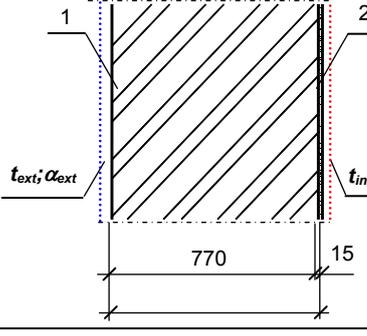
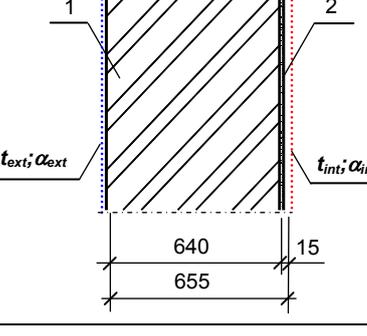
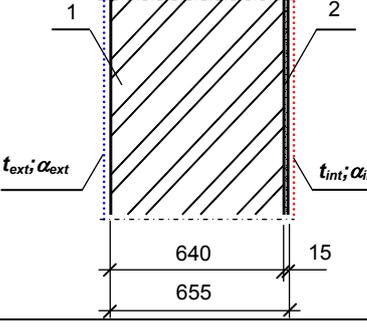


Приложение Л
(справочное)
ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН*

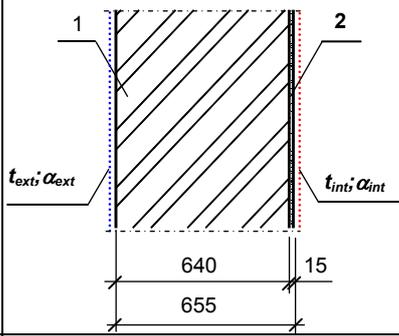
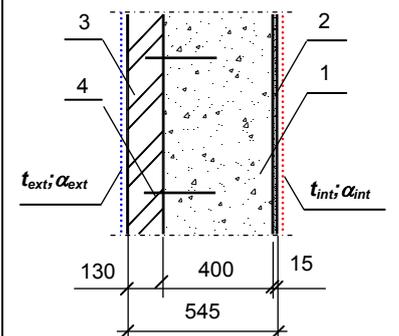
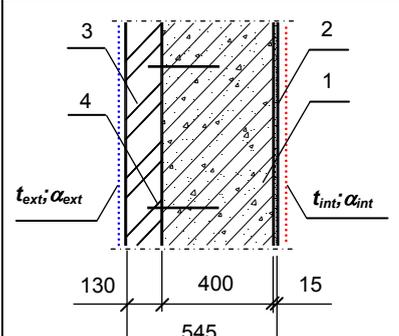
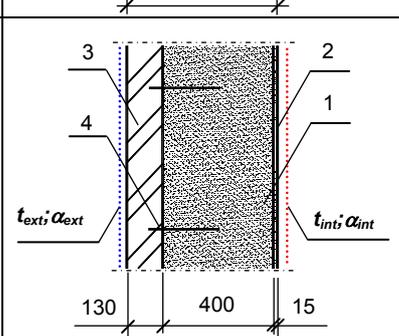
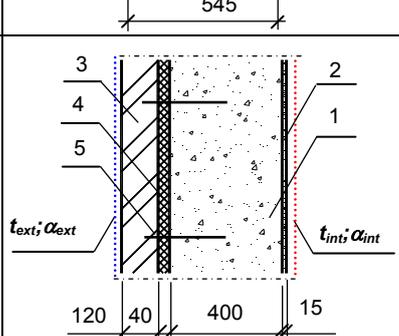
№ варианта	Эскиз наружной стены	$R_o^r, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, для условий эксплуатации		Примечания
		«А»	«Б»	
1	2	3	4	5
Л.1 – Наружные стены из кирпичной кладки				
1	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1800 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,09	0,96	-
2	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1800 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,28	1,12	-
3	 <p>Условные обозначения: 1 – колодцевая кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1800 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – пенополистирол плотностью 40 кг/м³</p>	3,95	3,37	Ширина колодцев ~1160 мм, ширина стенок колодцев 120 мм
4	 <p>Условные обозначения: 1 – колодцевая кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1800 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – засыпка из пеностекла плотностью 400 кг/м³</p>	2,40	2,09	Ширина колодцев ~1160 мм, ширина стенок колодцев 120 мм

* По глadi стены, без учета потерь тепла через откосы оконных и дверных проемов, плиты перекрытия, колонны и пр.

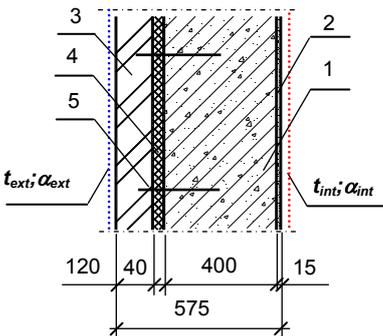
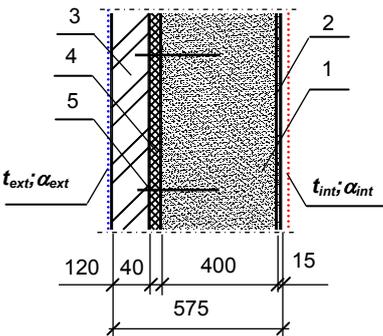
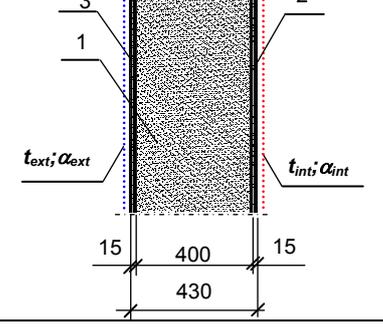
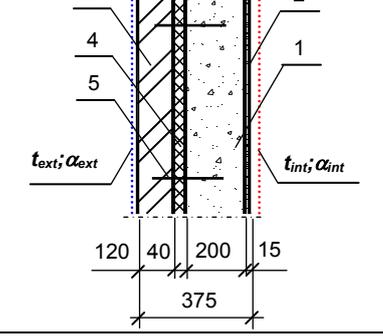
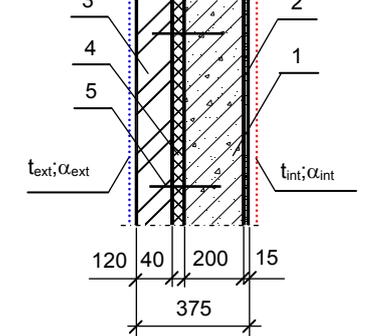
Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
5	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического одинарного с поризованным черепком пустотностью 48-50 % на цементно-песчаном растворе (плотность кладки в сухом состоянии 1100 кг/м³); 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,59	1,33	-
6	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического одинарного с поризованным черепком пустотностью 48-50 % на цементно-песчаном растворе (плотность кладки в сухом состоянии 1100 кг/м³); 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,96	1,65	-
7	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического одинарного с поризованным черепком пустотностью 48-50% на цементно-песчаном растворе (плотность кладки в сухом состоянии 1100 кг/м³); 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	2,32	1,93	-
8	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического пустотного плотностью 1400 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1600 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,28	1,17	-
9	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического пустотного плотностью 1300 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1500 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,41	1,28	-

Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
10	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича керамического пустотного плотностью 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе; плотность кладки 1200 кг/м³; 2 – штукатурка для внутренних работ</p>	1,54	1,40	-
11	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,05	1,83	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
12	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – анкеры из стали d=6 мм</p>	1,41	1,20	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
13	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – анкеры из стали d=6 мм</p>	1,80	1,55	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
14	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_0 \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,97	2,58	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм

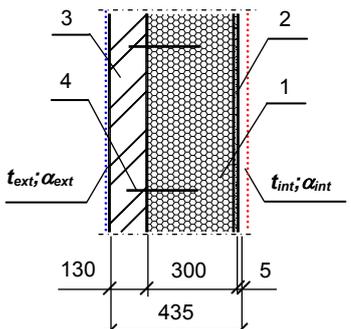
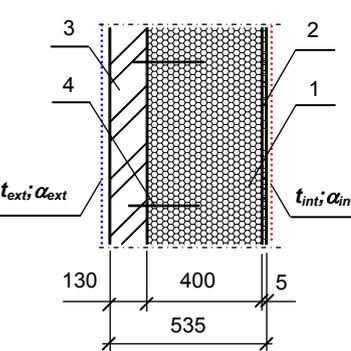
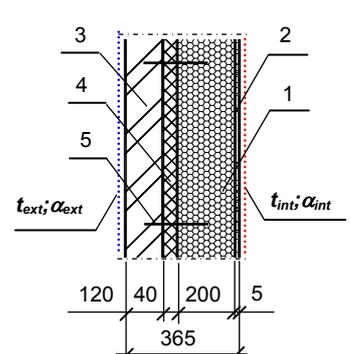
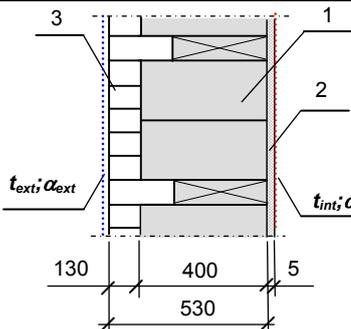
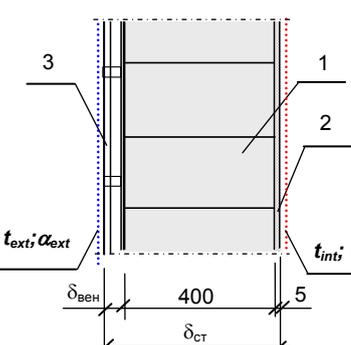
Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
15	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,33	1,93	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
16	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,72	2,30	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
17	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – фасадная штукатурка</p>	1,68	1,44	-
18	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,13	1,85	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
19	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	1,81	1,52	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм

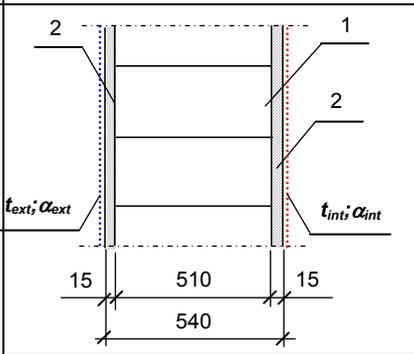
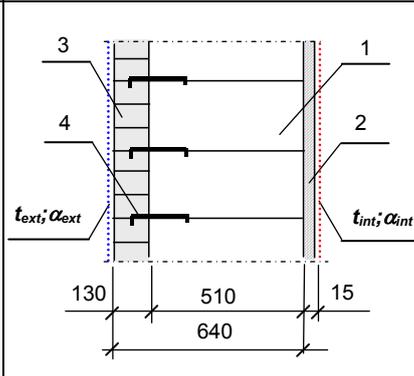
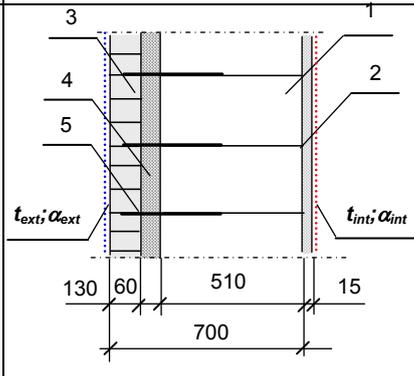
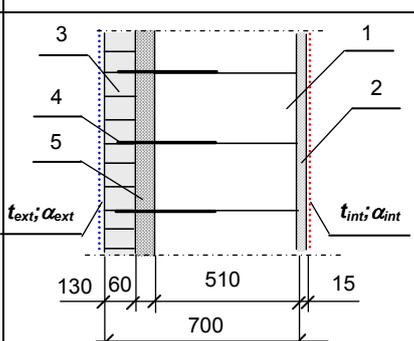
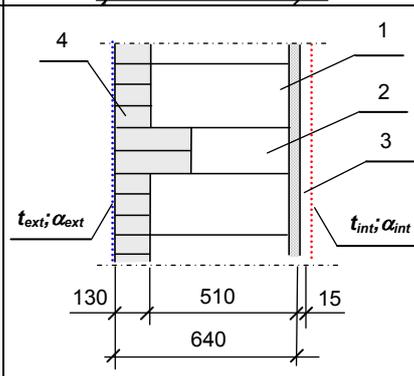
Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
20	<p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,01	1,70	Шаг расстановки анкеров 400х600 мм
21	<p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	3,23	2,67	Шаг расстановки анкеров 400х600 мм
22	<p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	3,42	2,86	Шаг расстановки анкеров 400х600 мм
23	<p>Условные обозначения: 1 – кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 4 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	3,71	3,39	Шаг расстановки анкеров 400х600 мм
24	<p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – фасадная штукатурка</p>	2,83	2,51	-

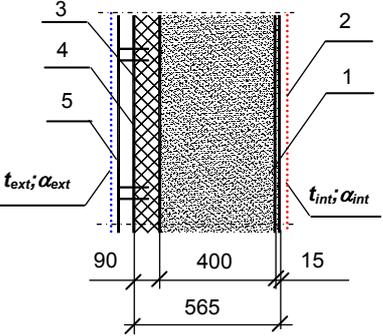
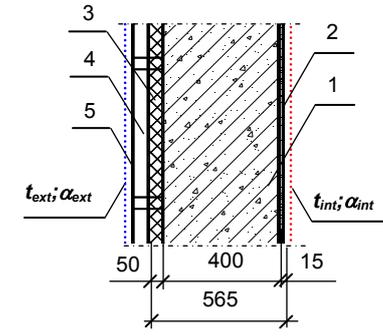
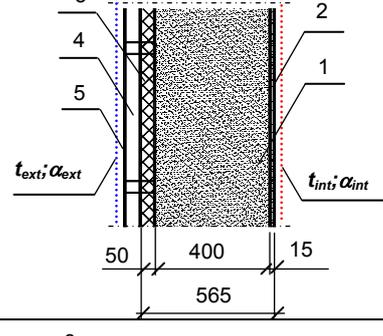
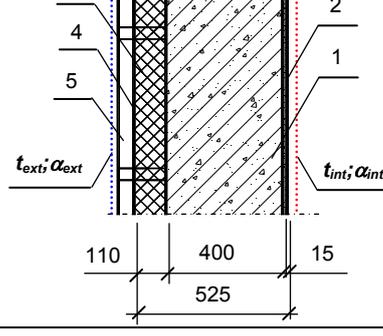
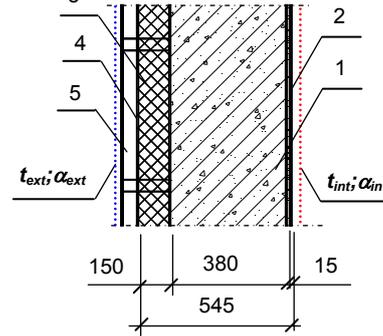
Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
25	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,28	2,03	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
26	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,93	2,60	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
27	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – утеплитель, $\lambda_0 \sim 0,04$ Вт/(м·°C); 5 – анкеры из стали d=6 мм</p>	2,46	2,25	Шаг расстановки анкеров 400x600 мм
28	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – кладка из утолщенного кирпича</p>	2,64	2,33	-
29	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пазогребневых газобетонных блоков плотностью 500 кг/м³ на клеевом растворе; 2 – шпаклевка; 3 – навесной вентилируемый фасад</p>	2,87	2,55	-

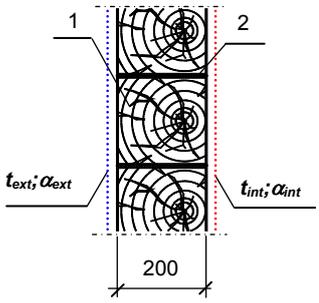
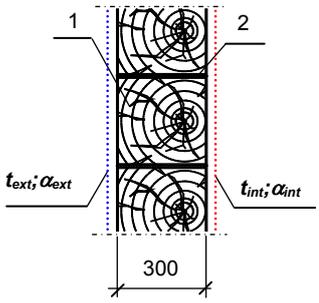
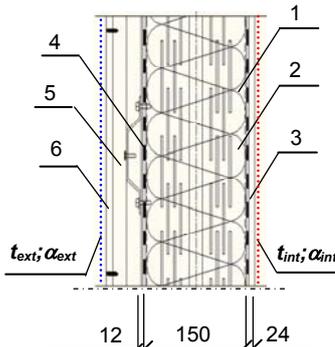
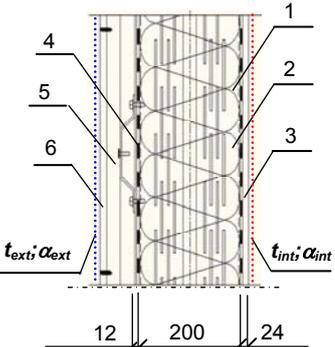
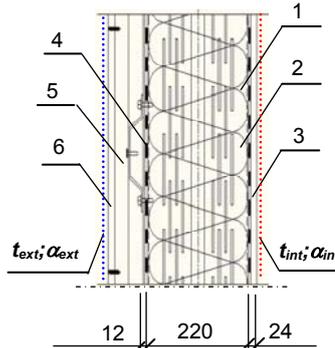
Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
30	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из крупноформатных многопустотных камней 15 НФ; 2 – штукатурка;</p>	2,25	1,75	-
31	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из крупноформатных многопустотных камней 15 НФ; 2 – штукатурка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – связи из стали d = 6 мм</p>	2,39	1,87	Шаг расстановки связей 600 x 220 мм
32	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из крупноформатных многопустотных камней 15 НФ; 2 – штукатурка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – связи из стали d = 6 мм; 5 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С);</p>	3,55	2,86	Шаг расстановки связей 600 x 220 мм
33	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из крупноформатных многопустотных камней 15 НФ; 2 – штукатурка; 3 – кладка из облицовочного кирпича; 4 – связи из стеклопластика; 5 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С);</p>	3,89	3,10	Шаг расстановки связей 600 x 220 мм
34	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из крупноформатных многопустотных камней 15 НФ; 2 – кладка из камней 2 НФ; 3 – штукатурка; 4 – кладка из облицовочного кирпича</p>	2,23	1,89	-

Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5
Л.2 - Наружные стены с фасадной теплоизоляцией				
35	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 4 – вентилируемый зазор; 5 – облицовка</p>	3,71	3,35	Шаг расстановки анкеров 600х600 мм
36	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка для внутренних работ; 3 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 4 – вентилируемый зазор; 5 – облицовка</p>	2,42	2,20	Шаг расстановки анкеров 600х600 мм
37	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из пенобетонных (безавтоклавных газобетонных) блоков плотностью 600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 4 – вентилируемый зазор; 5 – облицовка</p>	2,82	2,56	Шаг расстановки анкеров 600х600 мм
38	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 4 – вентилируемый зазор; 5 – облицовка</p>	3,75	3,39	Шаг расстановки анкеров 600х600 мм
39	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 2 – штукатурка; 3 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 4 – вентилируемый зазор; 5 – облицовка</p>	3,85	3,68	Шаг расстановки анкеров 600х600 мм

Окончание приложения Л

1	2	3	4	5
Л.3 – Другие типы наружных стен				
40	 <p>Условные обозначения: 1 – деревянный брус; 2 – уплотнитель</p>	1,61	1,29	-
41	 <p>Условные обозначения: 1 – деревянный брус; 2 – уплотнитель</p>	2,33	1,85	-
42	 <p>Условные обозначения: 1 – термопрофиль ИНСИ, Н = 150 мм, $\delta = 1$ мм; 2 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 3 – внутренняя обшивка из двух слоев ГКЛ; 4 – наружная обшивка; 5 – вентилируемый зазор; 6 – облицовка</p>	3,17	2,65	Шаг термопрофилей 600 мм
43	 <p>Условные обозначения: 1 – термопрофиль ИНСИ, Н = 200 мм, $\delta = 1$ мм; 2 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 3 – внутренняя обшивка из двух слоев ГКЛ; 4 – наружная обшивка; 5 – вентилируемый зазор; 6 – облицовка</p>	3,92	3,28	Шаг термопрофилей 600 мм
44	 <p>Условные обозначения: 1 – термопрофиль ИНСИ, Н = 220 мм, $\delta = 1,5$ мм; 2 – утеплитель, $\lambda_o \sim 0,04$ Вт/(м·°С); 3 – внутренняя обшивка из двух слоев ГКЛ; 4 – наружная обшивка; 5 – вентилируемый зазор; 6 – облицовка</p>	4,47	3,74	Шаг термопрофилей 1200 мм

Приложение М (рекомендуемое)

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОКОННЫХ И ДВЕРНЫХ БАЛКОННЫХ БЛОКОВ

М.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении приведенного сопротивления теплопередаче оконных и дверных балконных блоков как интегральной величины, характеризующей суммарные потери тепла через переплеты, остекление и непрозрачные участки заполнения балконных дверей, с учетом особенностей передачи тепла в краевых зонах.

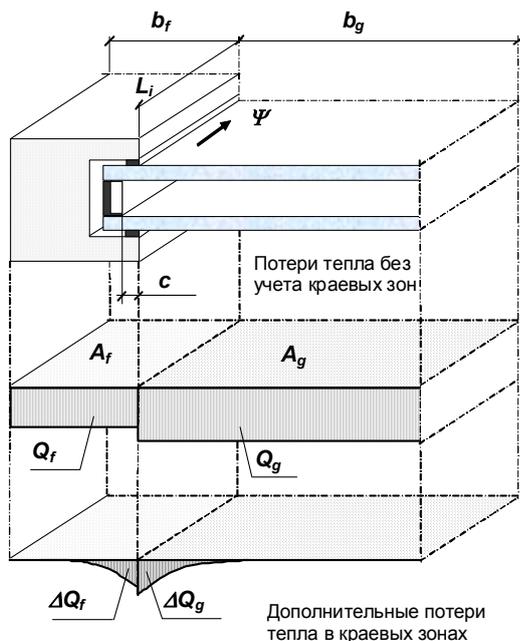
Под краевой зоной понимается линейный участок (зона) сопряжения заполнения светопрозрачной части оконного блока или непрозрачной части балконной двери с переплетами (рисунок М.1).

В общем случае величина приведенного сопротивления теплопередаче оконного или дверного балконного блока $R_{o,F}^r$ может быть рассчитана по формуле

$$R_{o,F}^r = A_F / (A_f / R_o^f + A_g / R_o^g + A_b / R_o^b + \Psi_g \cdot L_g + \Psi_b \cdot L_b), \quad (M.1)$$

где A_F – общая площадь оконного блока, м²;

A_f, A_g, A_b – площади соответственно переплетов, остекления и непрозрачного заполнения балконных дверей, м²;



Р и с у н о к М.1 – Схема распределения тепловых потоков через остекление и переплеты оконных блоков с учетом краевых зон

R_o^f, R_o^g, R_o^b – приведенные сопротивления теплопередаче соответственно переплетов, остекления и непрозрачного заполнения балконных дверей, м²·°С/Вт;

Ψ_g, Ψ_b – линейные коэффициенты теплопередачи в краевых зонах соответственно остекления и непрозрачного заполнения балконных дверей, Вт/(м·°С);

L_g, L_b – длины краевых зон, м.

При проведении расчетов величины Ψ_g, Ψ_b принимаются по таблице М.1, таблице М.2, в зависимости от конструктивного решения стеклопакетов, типа и материала дистанционных рамок, заглубления дистанционных рамок в переплете, материала и конструктивного решения переплетов.

При заполнении непрозрачной части оконных и дверных балконных блоков теплоизоляционными плитами (панелями) с коэффициентом теплопроводности не более 0,06 Вт/(м·°С) величина Ψ_b принимается равной 0.

При необходимости величина Ψ может быть уточнена на основании моделирования теплового режима конструкции по компьютерной программе расчета температурных полей.

М.2 Определение геометрических размеров и составление расчетных схем оконных блоков различного конструктивного решения

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче оконного или дверного балконного блока проводится по расчетной схеме, составленной с учетом следующих допущений и ограничений:

- криволинейные очертания отдельных элементов, а также конструкции сложной формы заменяются прямыми линиями и прямоугольными фигурами;

- одинарные и спаренные переплеты представляются в виде единого элемента, размерами и конфигурацией аналогичного рассчитываемой конструкции;

- отдельные переплеты представляются в виде двух составных элементов, состоящих из внешнего переплета (наружной створки с частью оконной коробки) и внутреннего переплета (внутренней створки с частью оконной коробки);

- спаренные переплеты представляются в виде одного элемента, включающего оконную коробку и две створки;

- толщина стеклопакетов или листового стекла, глубина их посадки в профиле, а также величина заглабления дистанционных рамок стеклопакетов относительно грани штапиков принимаются равными геометрическим размерам рассчитываемой конструкции;

- коэффициенты теплоотдачи внутренней α_{int} и наружной α_{ext} поверхностей принимаются равными по всей площади соответствующей поверхности.

Примеры расчетных схем основных конструктивных решений оконных блоков приведены на рисунке М.2.

Геометрические размеры и площади оконных блоков определяются с учетом следующих правил:

- общая площадь оконного блока A_F определяется по габаритным размерам;

- площадь остекления A_g определяется по наименьшим размерам «в свету»;

- площадь непрозрачного заполнения бал-

конных дверей A_b определяется аналогично остеклению по наименьшим размерам «в свету»;

- площадь переплетов A_f рассчитывается как разность между общей площадью оконного блока A_F , площадью остекления A_g и площадью непрозрачной части заполнения балконных дверей A_b ;

- длина краевой зоны остекления L_g принимается равной суммарной длине участков сопряжения остекления с переплетами;

- длина краевой зоны заполнения балконных дверей L_b принимается равной суммарной длине участков сопряжения переплетов с непрозрачным заполнением.

Расчетные схемы для определения площадей остекления, переплетов, размеров краевых зон оконных и дверных балконных блоков приведены на рисунке М.3.

Т а б л и ц а М.1 – Расчетные значения линейного коэффициента теплопередачи Ψ_g для листового стекла

Толщина стекла, мм	Значения линейного коэффициента теплопередачи Ψ_g
4	0,030
6	0,035
8	0,041
10	0,047

Т а б л и ц а М.2 – Расчетные значения линейного коэффициента теплопередачи Ψ_g для однокамерных и двухкамерных стеклопакетов

Ширина дистанционных рамок	Заглабление дистанционной рамки относительно грани штапика c , мм								
	Дистанционные рамки из алюминиевых сплавов			Дистанционные рамки из нержавеющей стали			Дистанционные рамки из ПВХ, Termix, TPS и т.п.		
	$c = 0$	$c = 5$	$c = 10$	$c = 0$	$c = 5$	$c = 10$	$c = 0$	$c = 5$	$c = 10$
Однокамерные стеклопакеты									
6	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01
10	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02
14	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03
18	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
22	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
Двухкамерные стеклопакеты									
6	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
10	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
14	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
18	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04	0,03
22	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,04	0,04	0,04

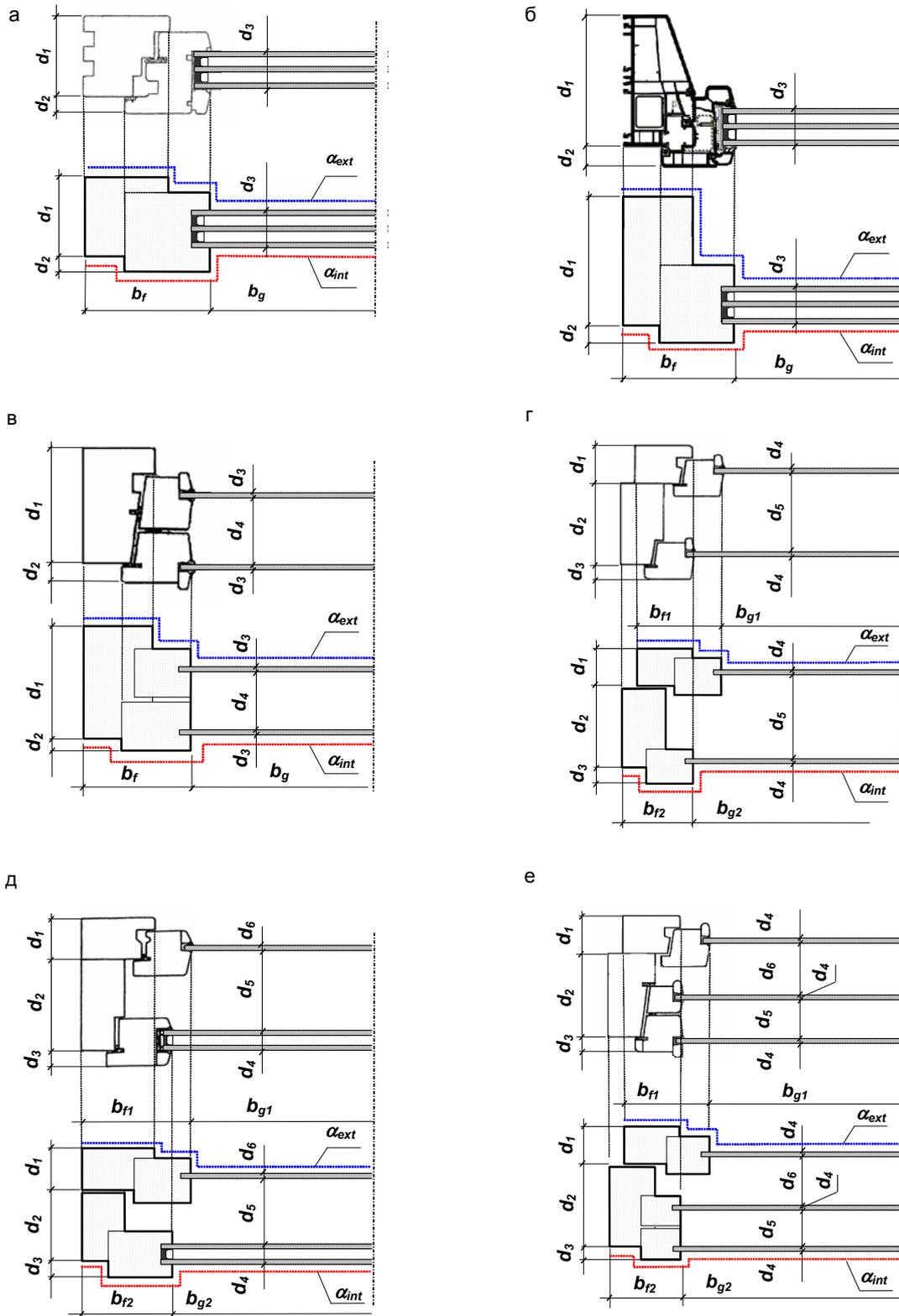
Примечания:

1. Значения Ψ_g , представленные в таблице, соответствуют дистанционным рамкам с толщиной стенок: из алюминия и нержавеющей стали – 0,25 мм; из ПВХ – 1,0 мм; для рамок типа TPS – 5-7 мм.

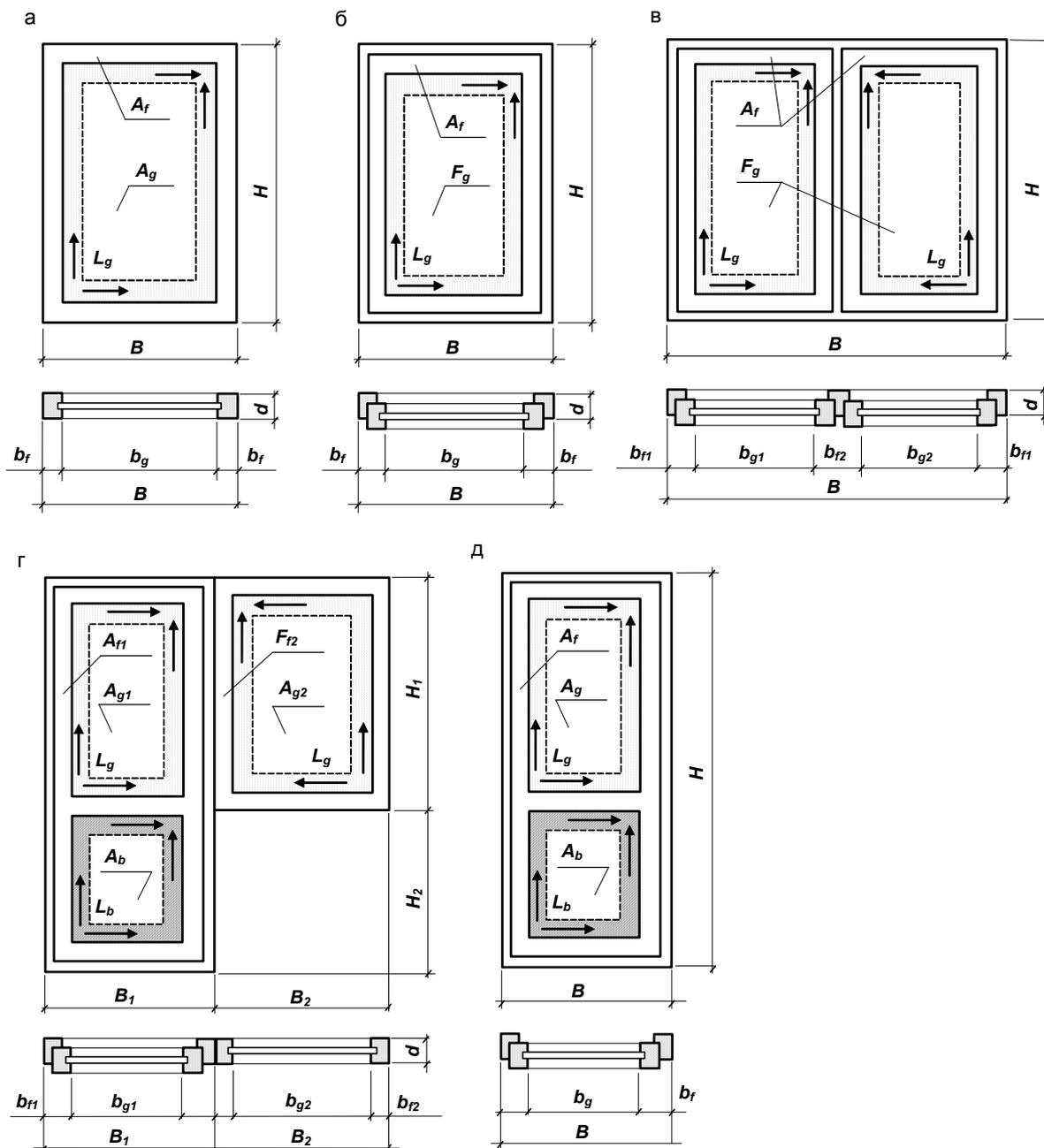
2. Значения Ψ_g , представленные в таблице, рассчитаны для оконных блоков из древесины и ПВХ. Для оконных блоков из алюминиевых сплавов с термовставками по ГОСТ 22233 представленные значения следует увеличить на 15 %.

3. Для оконных блоков из алюминиевых сплавов без термовставок $\Psi_g = 0$.

4. При заполнении непрозрачной части оконных и дверных балконных блоков теплоизоляционными плитами (панелями) с коэффициентом теплопроводности утепляющего материала не более 0,06 Вт/(м·°С) величина $\Psi_b = 0$.



Р и с у н о к М.2 – Примеры расчетных схем оконных блоков различного конструктивного решения: а, б – в одинарных переплетах; в – в спаренных переплетах с листовым остеклением; г – в отдельных переплетах с листовым остеклением; д – в отдельных переплетах с листовым стеклом и стеклопакетами; е – в раздельно-спаренных переплетах с листовым остеклением



Р и с у н о к М.3 – Расчетные схемы для определения площадей остекления, переплетов и размеров краевых зон оконных и дверных балконных блоков различного конструктивного решения: а – оконный блок без створки; б – оконный блок с открывающейся створкой; в – оконный блок с двумя створками; г – балконный блок; д – балконная дверь

М.3 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче оконных блоков различного конструктивного решения

М.3.1 Приведенное сопротивление теплопередаче оконных и дверных балконных блоков с одинарными переплетами и остеклением стеклопакетами или листовым стеклом (см. рисунок М.2 а,б) рассчитывают по формуле (М.1) с учетом следующих особенностей:

- величина приведенного сопротивления теплопередаче переплетов R_{0f} принимается

по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 26602.1 или по результатам расчетов температурных полей при замене остекления теплоизоляционной плитой аналогичной толщины с коэффициентом теплопроводности $\lambda \leq 0,035$ Вт/(м °С);

- при использовании в переплетах профилей с различными теплозащитными качествами (например, импостов, шульповых притворов и т.п.) их площадь может рассчитываться отдельно и вводиться в расчет с уче-

том фактического сопротивления теплопередаче;

- сопротивление теплопередаче остекления (светопрозрачной части) R_o^g принимается для центральной термически однородной зоны по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 26602.1 или рассчитывается по ГОСТ Р 54166;

- величины линейных коэффициентов теплопередачи в краевых зонах Ψ_g, Ψ_b принимаются по таблице М.1 или М.2;

- величина приведенного сопротивления теплопередаче непрозрачного заполнения балконных дверей R_o^b рассчитывается с учетом толщины d_i и коэффициентов теплопроводности λ_i материала отдельных слоев по формуле

$$R_o^b = 1/\alpha_{ext} + \sum d_i/\lambda_i + 1/\alpha_{int}, \quad (M.2)$$

где $\alpha_{int}, \alpha_{ext}$ – расчетные коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей, Вт/(м²·°С), принимаемые по таблицам 6.4 и 7.2.

М.3.2 Приведенное сопротивление теплопередаче оконных блоков с отдельными переплетами (см. рисунок М.2 г, д) рассчитывают как сумму приведенных сопротивлений теплопередаче двух оконных блоков с учетом термического сопротивления замкнутой воздушной прослойки, расположенной между ними:

$$R_o^F = R_o^{F1} + R_o^{F2} + R_{al} - 1/\alpha_{int} - 1/\alpha_{ext}, \quad (M.3)$$

где R_o^{F1} – приведенное сопротивление теплопередаче блока, состоящего из наружной створки и части примыкающей оконной коробки, м²·°С/Вт;

R_o^{F2} – приведенное сопротивление теплопередаче блока, состоящего из внутренней створки и части примыкающей оконной коробки, м²·°С/Вт;

R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, м²·°С/Вт, принимаемое по таблице 7.3.

Приведенные сопротивления теплопередаче R_o^{F1} и R_o^{F2} рассчитывают по формуле (М.1) с учетом геометрических размеров конструкций и заполнения светопрозрачной части.

Величины приведенного сопротивления теплопередаче переплетов R_o^{f1} и R_o^{f2} принимают либо по результатам испытаний согласно ГОСТ 26602.1, либо по результатам расчетов температурных полей.

М.3.3 Приведенное сопротивление теплопередаче оконных блоков со спаренными переплетами (см. рисунок М.2 в) рассчитывается по формуле (М.1) с учетом следующих особенностей:

- приведенное сопротивление теплопередаче переплетов принимается по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 26602.1 или рассчитывается по компьютерной программе расчета температурных полей как одного элемента, состоящего из коробки и двух створок;

- сопротивление теплопередаче остекления R_o^g рассчитывается по формуле

$$R_o^g = R_o^{g1} + R_{al} + R_o^{g2} - 1/\alpha_{ext} - 1/\alpha_{int}, \quad (M.4)$$

где R_o^{g1}, R_o^{g2} – сопротивление теплопередаче остекления наружной и внутренней створок, м²·°С/Вт;

R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, расположенной между остеклением наружной и внутренней створок, принимаемое по таблице 7.3.

При остеклении створок листовым стеклом или стеклопакетами, сопротивление теплопередаче остекления $R_o^{g,i}$ может быть рассчитано по формуле

$$R_o^{g,i} = \frac{A_{g,i}}{A_{g,i}/R_o^{g,i} + \Psi_g \cdot L_g}, \quad (M.5)$$

где $A_{g,i}$ – площадь остекления (стекла или стеклопакета), м²;

$R_o^{g,i}$ – сопротивление теплопередаче остекления в центральной термически однородной зоне, м²·°С/Вт;

Величина $R_o^{g,i}$ для стеклопакетов принимается по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 26602.1 или рассчитывается по ГОСТ Р 54166, для листового стекла рассчитывается по формуле

$$R_o^{g,i} = 1/\alpha_{ext} + d_i/\lambda_i + 1/\alpha_{int}, \quad (M.6)$$

где d_i – толщина стекла, м; λ_i – коэффициент теплопроводности стекла, Вт/(м·°С).

М.4 Последовательность расчета приведенного сопротивления теплопередаче

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче оконных или дверных балконных блоков проводится в следующей последовательности:

- определяются (задаются) размеры и конфигурация оконного или дверного балконного блока;

- уточняются конструктивное решение переплетов, остекления, заполнения непрозрачной части балконных дверей, тип дистанционных рамок стеклопакетов и их заглубление относительно грани штапика;

- задаются коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней поверхностей;

- составляется расчетная схема оконного блока согласно п.М.2;
- по справочным данным или протоколам испытаний определяются приведенное сопротивление теплопередаче профильной системы (переплетов) R_o^f и центральной части остекления R_o^g , при необходимости величина R_o^f рассчитывается по компьютерной программе расчета температурных полей;
- по таблицам М.1 и М.2 определяются величины линейных коэффициентов теплопередачи в краевых зонах Ψ_g, Ψ_b ;
- в соответствии с исходными данными рассчитываются общая площадь оконного или дверного балконного блока A_F , площади остекления A_g , переплетов A_f , непрозрачного заполнения A_b ;
- по формулам (М.1) – (М.6) рассчитывается величина R_o^F .

М.5 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче оконного блока из ПВХ-профилей

Определить приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока из ПВХ-профилей – ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674 с двухкамерными стеклопакетами с низкоэмис-

сионным покрытием внутреннего стекла СПД 4М1-12-4М1-12-И4 ГОСТ 24866-99 (рисунок М.4). Дистанционные рамки стеклопакетов из алюминиевых сплавов.

Приведенное сопротивление теплопередаче профильной системы по результатам сертификационных испытаний составляет $R_o^f = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Приведенное сопротивление теплопередаче центральной зоны стеклопакетов $R_o^g = 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

В соответствии с исходными данными определяем: $A_F = 2,146 \text{ м}^2$; $A_g = 1,529 \text{ м}^2$; $A_f = 0,617 \text{ м}^2$; $L_g = 7,5 \text{ м}$.

По таблице М.2 принимаем для двухкамерного стеклопакета с дистанционными рамками из алюминиевых сплавов при глубине посадки стеклопакета в переплетах $c = 5 \text{ мм}$, $\Psi_{ocm} = 0,06$.

Рассчитываем величину приведенного сопротивления теплопередаче оконного блока в целом:

$$R_{o,F}^f = 2,146 / (0,617/0,79 + 1,529/0,71 + 0,06 \cdot 7,5) = 0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

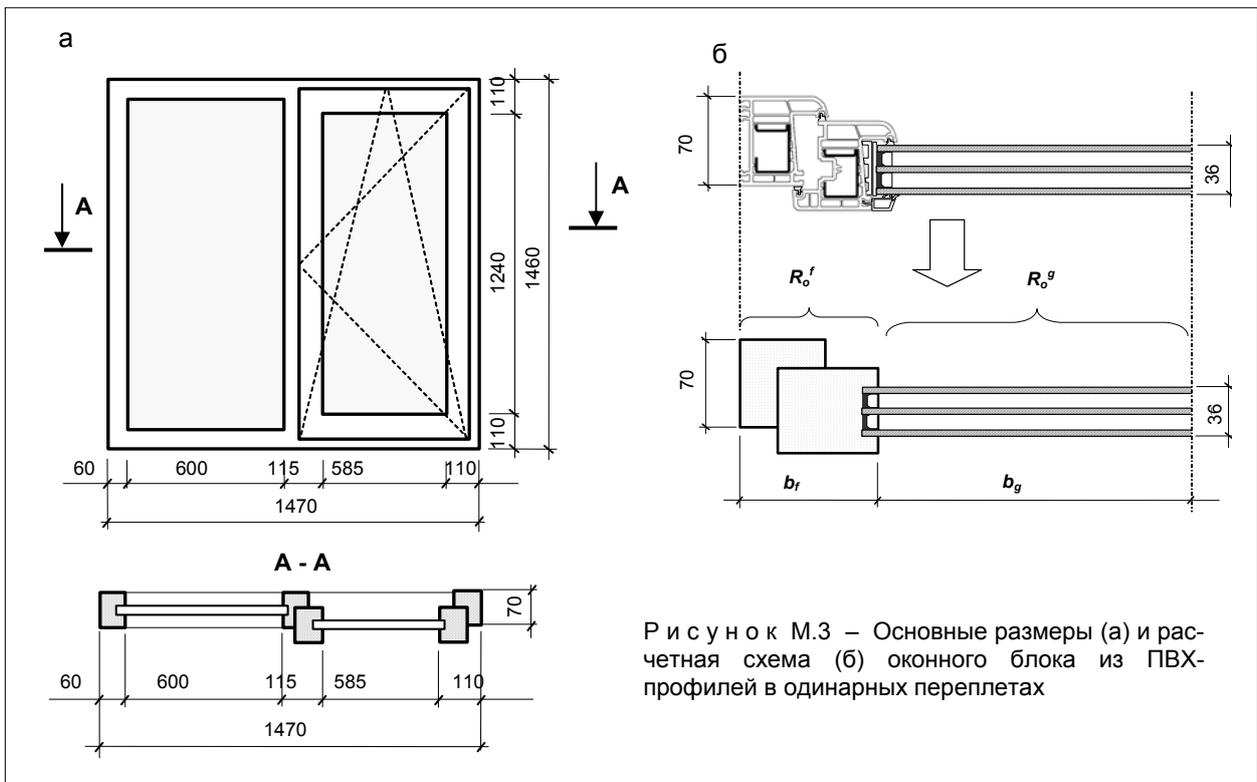


Рисунок М.3 – Основные размеры (а) и расчетная схема (б) оконного блока из ПВХ-профилей в одинарных переплетах

Приложение Н (справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ТЕПЛОМ ЧЕРДАКЕ

Необходимо рассчитать температуру воздуха в теплом чердаке шестнадцатиэтажного жилого дома в конструкциях серии «Континенталь» с встроенными помещениями общественного назначения на первом этаже (см. приложение Т, рис.Т.1).

Исходные данные для расчета:

- температура внутреннего воздуха в здании $t_{int} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура наружного воздуха $t_{ext} = -37 \text{ }^\circ\text{C}$;
- расчетная площадь чердачного перекрытия «теплого» чердака $A_{gf} = 518,95 \text{ м}^2$;
- расчетная площадь наружных стен теплового чердака $A_{gw} = 210,8 \text{ м}^2$;
- расчетная площадь покрытия теплового чердака $A_{gc} = 518,95 \text{ м}^2$;
- приведенное сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия теплового чердака $R_o^{r,gf} = 1,59 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$;
- приведенное сопротивление наружных стен теплового чердака $R_o^{r,gw} = 2,09 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$;
- приведенное сопротивление теплопередаче покрытия теплового чердака $R_o^{r,gc} = 2,09 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$;
- плотность вентиляционного воздуха $\rho_{ven} = 1,2 \text{ кг/м}^3$;
- удельная теплоемкость воздуха $c = 0,278 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$.

Определяем расчетный расход вентиляционного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, поступающего в пространство теплового чердака G_{ven} .

С учетом средней кратности воздухообмена в здании за отопительный период $n_a = 0,405 \text{ 1/ч}$ (см. приложение Т), величина G_{ven} составит:

$$G_{ven} = 0,405 \cdot 0,85 \cdot 29077,6 = 10010 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

С учетом вышеизложенного

$$t_{int}^g = [0 + 20 \cdot 0,278 \cdot 10010 \cdot 1,2 + 20 \cdot 518,95 / 1,59 - 37 \cdot (210,8 / 2,09 + 518,95 / 2,09)] / (0,278 \cdot 10010 \cdot 1,2 + 518,95 / 1,59 + 210,8 / 2,09 + 518,95 / 2,09) = 15,04 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Так как полученное значение $t_{int}^g = +15,04 \text{ }^\circ\text{C}$ не ниже требуемого согласно п.6.1.4, расчетную температуру воздуха в «теплом» чердаке принимаем равной $t_{int}^g = +15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Проверяем величину температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и поверхности перекрытия теплового чердака Δt_o по формуле (7.26):

$$\Delta t_o = (20 - 15) / (2,09 \cdot 8,7) = 0,27 \text{ }^\circ\text{C}$$

Нормируемый температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности чердачного перекрытия теплового чердака, в соответствии с табл.6.3 для жилых зданий, составляет $3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Условие $\Delta t_o \leq \Delta t_n$ ($0,27 < 3 \text{ }^\circ\text{C}$) выполняется, соответственно проектное решение чердачного перекрытия теплового чердака считаем достаточным.

Приложение О
(справочное)

СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

№ п/п	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию, R_{inf} , м ² ·ч·Па/кг
1	2	3	4
1	Бетон сплошной (без швов)	100	19620
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
7	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
9	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	-	2
10	Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11	Кладка из легкобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13	Обои бумажные обычные	-	20
14	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или в четверть	20-25	0,1
15	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
17	Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18	Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19	Обшивка из жестких древесно-волокнистых листов с заделкой швов	10	3,3
20	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22	Пенобетон неавтоклавный	100	196
23	Пенополистирол	50-100	79
24	Пеностекло сплошное (без швов)	120	>2000
25	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаем
27	Толь	1,5	490
28	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17
34	То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35	То же, 1100-1300 кг/м ³	250-450	390-590
36	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

Примечания:

- Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²·ч·Па/кг.
- Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих, рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

Приложение П (справочное)

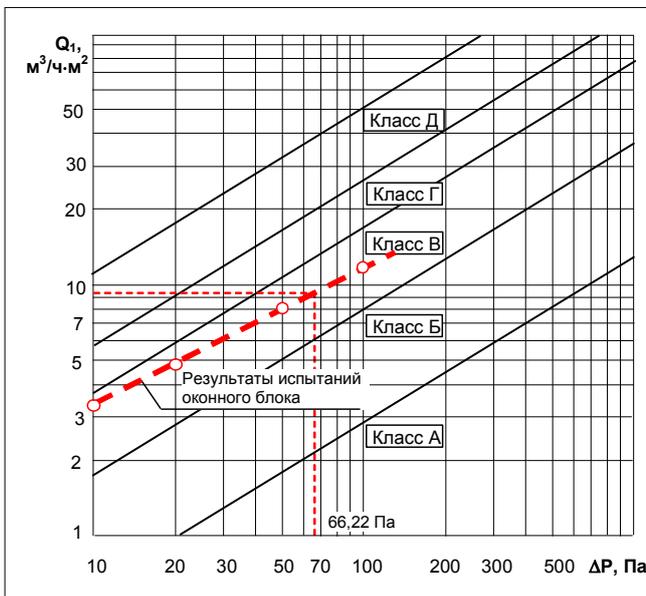
ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ ОКОННОГО БЛОКА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Исходные данные:

- район строительства – г.Уфа;
- назначение здания – жилое, 12 - этажное;
- высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты) $H = 34,8$ м;
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь $v = 5,5$ м/с;
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = +21^\circ\text{C}$;

- расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -35^\circ\text{C}$.

Согласно протоколу испытаний воздухопроницаемость оконного блока при $\Delta p_o = 10$ Па составляет $G_s = 3,94$ кг/(м²·ч), показатель режима фильтрации $n = 0,55$. График зависимостей объемной воздухопроницаемости оконного блока от перепада давления по результатам сертификационных испытаний приведен на рисунке П.1.



Р и с у н о к П.1 – Зависимость объемной воздухопроницаемости оконного блока №1 от перепада давления по результатам испытаний согласно ГОСТ 26602.2

Порядок расчета

Вычисляем удельный вес наружного и внутреннего воздуха:

$$\gamma_{int} = 3463 / (273 + 21) = 11,78 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_{ext} = 3463 / (273 - 35) = 14,55 \text{ Н/м}^3.$$

Определяем расчетную разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях оконного блока первого этажа здания по формуле (8.2)

$$\Delta p = 0,55 \cdot 34,8 (14,55 - 11,78) + 0,03 \cdot 14,55 \cdot 5,5^2 = 66,22 \text{ Па}.$$

По таблице 8.2 определяем нормируемую воздухопроницаемость оконных блоков $G_n = 5,0$ кг/(м²·ч).

Рассчитываем нормируемое (требуемое) сопротивление воздухопроницанию оконных блоков R_{inf}^{reg} по формуле (8.3):

$$R_{inf}^{reg} = (10/5) \cdot (66,22/10)^{2/3} = 7,06 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}.$$

Фактическое сопротивление воздухопроницанию принятого оконного блока при перепаде давлений 10 Па R_{inf}^{des} рассчитываем по формуле (8.5):

$$R_{inf}^{des} = 10 / 3,94 = 2,54 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}.$$

Поскольку $R_{inf}^{des} = 2,54 < R_{inf}^{reg} = 7,06$ м²·ч·Па/кг, выбранная светопрозрачная конструкция не удовлетворяет требованиям СТО.

Данный вывод подтверждается сопоставлением результатов испытаний проектируемого оконного блока при расчетном перепаде давлений $\Delta p = 66,22$ Па (см. рис.П.1) с нормируемой воздухопроницаемостью: при $\Delta p = 66,22$ Па объемная воздухопроницаемость проектируемого оконного блока $Q_1 \approx 9,1$ м³/(м²·ч), соответственно $G_s \approx 9,3 \cdot 1,2 = 11,1$ кг/(м²·ч), что существенно выше нормируемой воздухопроницаемости $G_n = 5,0$ кг/(м²·ч).

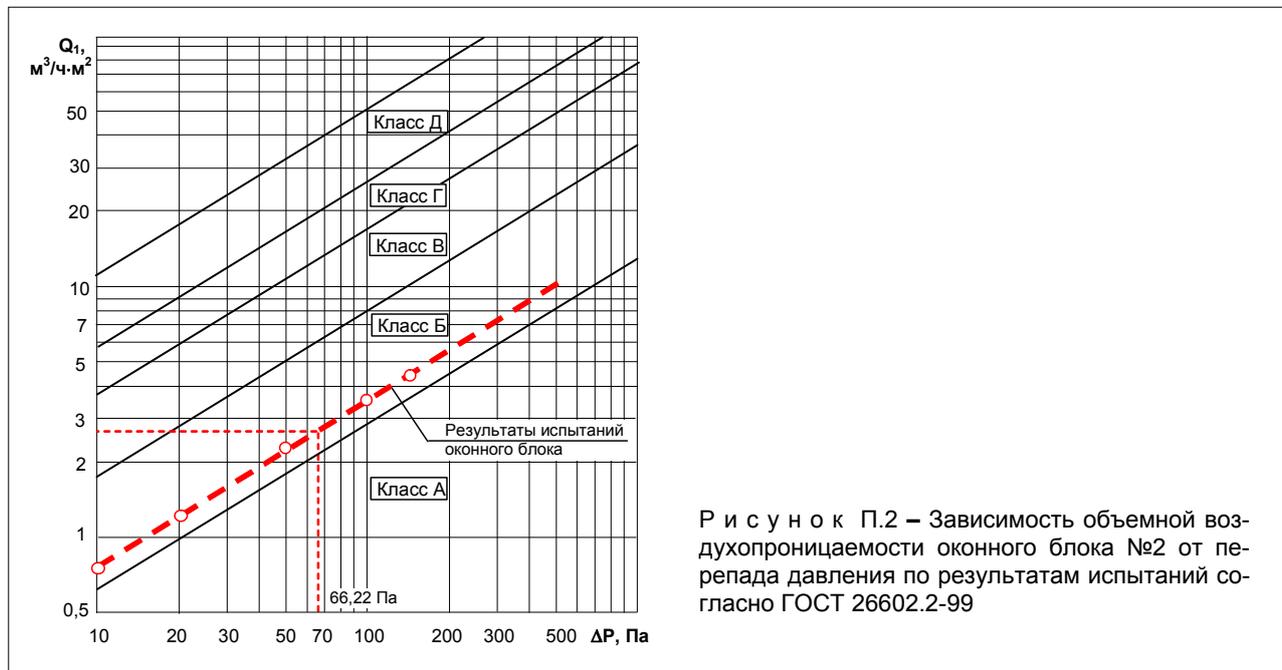
Для выполнения требований СТО в проектируемом здании сопротивление воздухопроницанию оконных блоков при перепаде давлений 10 Па должно составлять не менее $R_{inf}^{des} = 7,1$ м²·ч·Па/кг.

На рисунке П.2 приведены результаты испытаний оконного блока, соответствующего требованиям проектируемого здания.

По результатам испытаний воздухопроницаемость оконного блока №2 при $\Delta p_o = 10$

Па составляет $G_s = 0,74$ кг/(м²·ч), показатель режима фильтрации $n = 0,68$.

Соответственно $R_{inf}^{des} = 10/0,74 = 13,51$ м²·ч·Па/кг >> $R_{inf}^{reg} = 7,06$ м²·ч·Па/кг.



Приложение Р
(справочное)

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА (К) ПЕРЕСЧЕТА ГОДОВЫХ ЗАТРАТ
НА КОМПЕНСАЦИЮ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ
В ТЕКУЩИХ ЦЕНАХ ЗА РАСЧЕТНЫЙ СРОК ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ (Т) С ПРИВЕДЕНИЕМ
К ТЕКУЩЕМУ УРОВНЮ ЦЕН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ЕЖЕГОДНОГО ТЕМПА ИЗМЕНЕНИЯ СТОИМОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ (Е)
И ЕЖЕГОДНОЙ НОРМЫ ДИСКОНТА (Е) ПРИ ФИКСИРОВАННОМ ЗНАЧЕНИИ
РАЗРЫВА ВО ВРЕМЕНИ (N=1 ГОД) МЕЖДУ МОМЕНТОМ НАЧАЛА ЗАТРАТ
НА КОМПЕНСАЦИЮ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ
И МОМЕНТОМ ЗАТРАТ НА ИХ ВОЗВЕДЕНИЕ

Т = 10 лет																
e, % E, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	10,00	10,57	11,17	11,81	12,49	13,21	13,97	14,78	15,65	16,56	17,53	18,56	19,65	20,81	22,04	23,35
1	9,47	10,00	10,56	11,16	11,79	12,46	13,17	13,92	14,73	15,58	16,48	17,43	18,45	19,52	20,66	21,87
2	8,98	9,48	10,00	10,56	11,14	11,77	12,43	13,13	13,88	14,67	15,51	16,39	17,34	18,33	19,39	20,51
3	8,53	8,99	9,48	10,00	10,55	11,13	11,75	12,41	13,10	13,83	14,61	15,44	16,32	17,24	18,22	19,27
4	8,11	8,54	9,00	9,49	10,00	10,54	11,12	11,73	12,38	13,06	13,79	14,56	15,37	16,24	17,15	18,12
5	7,72	8,13	8,56	9,01	9,49	10,00	10,54	11,11	11,71	12,35	13,03	13,75	14,51	15,31	16,16	17,06
6	7,36	7,74	8,14	8,57	9,02	9,50	10,00	10,53	11,10	11,70	12,33	13,00	13,71	14,46	15,25	16,09
7	7,02	7,38	7,76	8,16	8,58	9,03	9,50	10,00	10,53	11,09	11,68	12,30	12,97	13,67	14,41	15,19
8	6,71	7,05	7,40	7,78	8,17	8,59	9,04	9,50	10,00	10,52	11,08	11,66	12,28	12,93	13,63	14,36
9	6,42	6,73	7,07	7,42	7,79	8,19	8,60	9,04	9,51	10,00	10,52	11,07	11,65	12,26	12,90	13,59
10	6,14	6,44	6,76	7,09	7,44	7,81	8,20	8,62	9,05	9,51	10,00	10,51	11,06	11,63	12,23	12,87
11	5,89	6,17	6,47	6,78	7,11	7,46	7,83	8,22	8,63	9,06	9,52	10,00	10,51	11,05	11,61	12,21
12	5,65	5,92	6,20	6,49	6,80	7,13	7,48	7,85	8,23	8,64	9,07	9,52	10,00	10,50	11,04	11,60
13	5,43	5,68	5,94	6,22	6,52	6,83	7,15	7,50	7,86	8,25	8,65	9,08	9,53	10,00	10,50	11,03
14	5,22	5,45	5,71	5,97	6,25	6,54	6,85	7,17	7,52	7,88	8,26	8,66	9,08	9,53	10,00	10,50
15	5,02	5,24	5,48	5,73	6,00	6,27	6,56	6,87	7,20	7,54	7,90	8,27	8,67	9,09	9,53	10,00
16	4,83	5,05	5,27	5,51	5,76	6,02	6,30	6,59	6,89	7,22	7,55	7,91	8,29	8,68	9,10	9,54
17	4,66	4,86	5,08	5,30	5,54	5,78	6,05	6,32	6,61	6,91	7,23	7,57	7,93	8,30	8,69	9,11
18	4,49	4,69	4,89	5,10	5,33	5,56	5,81	6,07	6,35	6,63	6,94	7,25	7,59	7,94	8,31	8,70
19	4,34	4,52	4,72	4,92	5,13	5,35	5,59	5,84	6,10	6,37	6,66	6,96	7,27	7,61	7,96	8,33
20	4,19	4,37	4,55	4,74	4,95	5,16	5,38	5,62	5,86	6,12	6,39	6,68	6,98	7,29	7,62	7,97
Т = 15 лет																
e, % E, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	15,00	16,26	17,64	19,16	20,82	22,66	24,67	26,89	29,32	32,00	34,95	38,19	41,75	45,67	49,98	54,72
1	13,87	15,00	16,24	17,61	19,11	20,76	22,56	24,55	26,73	29,12	31,75	34,65	37,82	41,31	45,15	49,36
2	12,85	13,88	15,00	16,23	17,58	19,06	20,69	22,47	24,43	26,57	28,93	31,51	34,35	37,46	40,88	44,64
3	11,94	12,87	13,89	15,00	16,22	17,56	19,02	20,62	22,38	24,31	26,42	28,74	31,28	34,06	37,12	40,47
4	11,12	11,96	12,89	13,90	15,00	16,21	17,53	18,97	20,56	22,29	24,19	26,27	28,55	31,05	33,78	36,78
5	10,38	11,15	11,99	12,91	13,91	15,00	16,20	17,50	18,93	20,49	22,21	24,08	26,13	28,37	30,82	33,51
6	9,71	10,41	11,18	12,01	12,92	13,92	15,00	16,18	17,48	18,89	20,43	22,12	23,97	25,98	28,19	30,61
7	9,11	9,75	10,45	11,21	12,04	12,94	13,93	15,00	16,17	17,45	18,85	20,37	22,04	23,86	25,85	28,02
8	8,56	9,15	9,79	10,48	11,24	12,06	12,96	13,94	15,00	16,16	17,43	18,81	20,31	21,96	23,75	25,71
9	8,06	8,60	9,19	9,82	10,52	11,27	12,09	12,98	13,94	15,00	16,15	17,40	18,77	20,26	21,88	23,65
10	7,61	8,10	8,64	9,23	9,86	10,55	11,30	12,11	12,99	13,95	15,00	16,14	17,38	18,73	20,20	21,80
11	7,19	7,65	8,15	8,68	9,26	9,90	10,58	11,32	12,13	13,01	13,96	15,00	16,13	17,36	18,69	20,14
12	6,81	7,23	7,69	8,19	8,72	9,30	9,93	10,61	11,35	12,15	13,03	13,97	15,00	16,12	17,33	18,65
13	6,46	6,85	7,28	7,73	8,23	8,76	9,34	9,97	10,64	11,38	12,18	13,04	13,98	15,00	16,11	17,31
14	6,14	6,51	6,90	7,32	7,78	8,27	8,80	9,38	10,00	10,68	11,41	12,20	13,06	13,99	15,00	16,10
15	5,85	6,18	6,55	6,94	7,36	7,82	8,31	8,84	9,41	10,03	10,71	11,43	12,22	13,07	14,00	15,00
16	5,58	5,89	6,23	6,59	6,98	7,40	7,86	8,35	8,88	9,45	10,07	10,74	11,46	12,24	13,09	14,01
17	5,32	5,62	5,93	6,27	6,63	7,02	7,45	7,90	8,39	8,92	9,49	10,10	10,77	11,48	12,26	13,10
18	5,09	5,37	5,66	5,97	6,31	6,67	7,07	7,49	7,94	8,43	8,95	9,52	10,13	10,80	11,51	12,28
19	4,88	5,13	5,41	5,70	6,01	6,35	6,72	7,11	7,53	7,98	8,47	8,99	9,56	10,17	10,82	11,54
20	4,68	4,92	5,17	5,45	5,74	6,06	6,39	6,76	7,15	7,57	8,02	8,50	9,03	9,59	10,20	10,85

Продолжение приложения Р

		Т = 20 лет														
e, % E, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	20,00	22,24	24,78	27,68	30,97	34,72	38,99	43,87	49,42	55,76	63,00	71,27	80,70	91,47	103,8	117,8
1	18,05	20,00	22,22	24,73	27,59	30,83	34,52	38,72	43,51	48,96	55,16	62,24	70,31	79,51	90,00	102,0
2	16,35	18,06	20,00	22,19	24,68	27,50	30,70	34,33	38,46	43,16	48,50	54,58	61,51	69,39	78,37	88,59
3	14,88	16,38	18,08	20,00	22,17	24,63	27,41	30,56	34,14	38,20	42,82	48,06	54,02	60,79	68,50	77,26
4	13,59	14,92	16,41	18,10	20,00	22,15	24,58	27,32	30,43	33,96	37,96	42,49	47,63	53,47	60,10	67,64
5	12,46	13,64	14,96	16,44	18,12	20,00	22,13	24,53	27,24	30,31	33,78	37,71	42,17	47,22	52,94	59,44
6	11,47	12,51	13,69	15,00	16,47	18,13	20,00	22,10	24,48	27,16	30,19	33,61	37,48	41,86	46,82	52,43
7	10,59	11,53	12,57	13,73	15,04	16,50	18,15	20,00	22,08	24,43	27,08	30,07	33,44	37,25	41,55	46,42
8	9,82	10,65	11,58	12,62	13,78	15,08	16,53	18,16	20,00	22,06	24,39	27,00	29,95	33,27	37,02	41,26
9	9,13	9,88	10,71	11,63	12,67	13,82	15,11	16,56	18,18	20,00	22,04	24,34	26,92	29,83	33,11	36,81
10	8,51	9,19	9,93	10,76	11,69	12,72	13,87	15,15	16,59	18,20	20,00	22,02	24,30	26,85	29,72	32,95
11	7,96	8,57	9,24	9,99	10,82	11,74	12,77	13,91	15,19	16,62	18,21	20,00	22,00	24,25	26,78	29,61
12	7,47	8,02	8,63	9,30	10,05	10,87	11,79	12,82	13,95	15,22	16,64	18,23	20,00	21,99	24,21	26,71
13	7,02	7,53	8,08	8,69	9,36	10,10	10,93	11,84	12,86	14,00	15,26	16,67	18,24	20,00	21,97	24,17
14	6,62	7,08	7,58	8,13	8,74	9,41	10,16	10,98	11,90	12,91	14,04	15,29	16,69	18,26	20,00	21,95
15	6,26	6,68	7,13	7,64	8,19	8,80	9,47	10,21	11,03	11,95	12,96	14,08	15,33	16,72	18,27	20,00
16	5,93	6,31	6,73	7,19	7,69	8,24	8,85	9,52	10,27	11,09	12,00	13,00	14,12	15,36	16,75	18,28
17	5,63	5,98	6,36	6,78	7,24	7,75	8,30	8,91	9,58	10,32	11,14	12,04	13,05	14,16	15,40	16,77
18	5,35	5,68	6,03	6,41	6,83	7,29	7,80	8,35	8,96	9,63	10,37	11,19	12,09	13,09	14,20	15,43
19	5,10	5,40	5,73	6,08	6,46	6,89	7,35	7,85	8,41	9,02	9,69	10,43	11,24	12,14	13,14	14,24
20	4,87	5,15	5,45	5,77	6,13	6,52	6,94	7,40	7,91	8,46	9,07	9,74	10,48	11,29	12,19	13,18
		Т = 25 лет														
e, % E, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	25,00	28,53	32,67	37,55	43,31	50,11	58,16	67,68	78,95	92,32	108,2	127,0	149,3	175,9	207,3	244,7
1	22,02	25,00	28,49	32,58	37,40	43,07	49,75	57,64	66,96	77,99	91,04	106,5	124,8	146,5	172,2	202,6
2	19,52	22,05	25,00	28,45	32,50	37,24	42,82	49,40	57,14	66,27	77,06	89,80	104,9	122,7	143,7	168,75
3	17,41	19,57	22,08	25,00	28,41	32,41	37,09	42,59	49,05	56,65	65,60	76,15	88,60	103,3	120,6	141,1
4	15,62	17,47	19,61	22,10	25,00	28,38	32,33	36,95	42,36	48,72	56,18	64,95	75,28	87,44	101,8	118,6
5	14,09	15,69	17,53	19,66	22,13	25,00	28,34	32,25	36,81	42,14	48,39	55,72	64,32	74,43	86,31	100,3
6	12,78	14,16	15,75	17,58	19,70	22,15	25,00	28,31	32,17	36,67	41,92	48,07	55,27	63,71	73,61	85,23
7	11,65	12,86	14,23	15,82	17,64	19,74	22,18	25,00	28,28	32,09	36,53	41,71	47,76	54,84	63,12	72,81
8	10,67	11,73	12,93	14,30	15,88	17,69	19,79	22,20	25,00	28,24	32,01	36,40	41,50	47,46	54,41	62,54
9	9,82	10,75	11,80	13,00	14,37	15,94	17,75	19,83	22,23	25,00	28,21	31,94	36,27	41,30	47,17	54,00
10	9,08	9,89	10,82	11,87	13,07	14,44	16,00	17,80	19,87	22,25	25,00	28,18	31,87	36,14	41,11	46,88
11	8,42	9,15	9,96	10,89	11,94	13,14	14,50	16,06	17,85	19,91	22,27	25,00	28,15	31,79	36,02	40,91
12	7,84	8,49	9,22	10,03	10,96	12,01	13,21	14,57	16,12	17,90	19,95	22,30	25,00	28,12	31,72	35,90
13	7,33	7,91	8,56	9,28	10,10	11,03	12,08	13,27	14,63	16,18	17,95	19,99	22,32	25,00	28,09	31,66
14	6,87	7,39	7,97	8,62	9,35	10,17	11,10	12,15	13,34	14,70	16,24	18,00	20,02	22,34	25,00	28,06
15	6,46	6,93	7,46	8,04	8,69	9,42	10,24	11,17	12,22	13,41	14,76	16,30	18,05	20,06	22,36	25,00
16	6,10	6,52	6,99	7,52	8,10	8,75	9,49	10,31	11,24	12,29	13,47	14,82	16,35	18,10	20,10	22,38
17	5,77	6,15	6,58	7,05	7,58	8,17	8,82	9,55	10,38	11,31	12,35	13,54	14,88	16,41	18,15	20,13
18	5,47	5,82	6,21	6,64	7,11	7,64	8,23	8,88	9,62	10,44	11,37	12,42	13,60	14,94	16,47	18,20
19	5,20	5,52	5,87	6,26	6,69	7,17	7,70	8,29	8,95	9,69	10,51	11,44	12,49	13,67	15,00	16,52
20	4,95	5,24	5,57	5,93	6,32	6,75	7,23	7,76	8,35	9,01	9,75	10,58	11,51	12,55	13,73	15,06
		Т = 30 лет														
e, % E, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	30,00	35,13	41,38	49,00	58,33	69,76	83,80	101,1	122,4	148,6	180,9	220,9	270,3	331,3	406,7	500,0
1	25,81	30,00	35,08	41,24	48,75	57,92	69,14	82,88	99,76	120,5	146,0	177,4	216,1	263,9	322,7	395,3
2	22,40	25,85	30,00	35,02	41,11	48,51	57,53	68,53	82,00	98,48	118,7	143,5	174,1	211,6	257,7	314,5
3	19,60	22,46	25,88	30,00	34,97	40,98	48,27	57,14	67,95	81,13	97,25	117,0	141,2	170,8	207,2	251,8
4	17,29	19,68	22,52	25,92	30,00	34,92	40,85	48,04	56,77	67,38	80,30	96,06	115,3	138,9	167,7	203,0
5	15,37	17,38	19,75	22,58	25,95	30,00	34,86	40,73	47,82	56,40	66,82	79,49	94,91	113,7	136,7	164,7
6	13,76	15,46	17,46	19,82	22,64	25,99	30,00	34,81	40,61	47,60	56,05	66,28	78,70	93,80	112,2	134,5
7	12,41	13,85	15,55	17,54	19,90	22,69	26,02	30,00	34,77	40,49	47,38	55,70	65,76	77,94	92,72	110,7
8	11,26	12,50	13,94	15,63	17,62	19,97	22,75	26,06	30,00	34,72	40,37	47,17	55,37	65,25	77,20	91,67

Окончание приложения Р

9	10,27	11,34	12,58	14,03	15,72	17,70	20,04	22,80	26,09	30,00	34,67	40,26	46,97	55,04	64,76	76,48
10	9,43	10,36	11,43	12,67	14,11	15,80	17,78	20,11	22,86	26,12	30,00	34,62	40,15	46,77	54,72	64,27
11	8,69	9,51	10,44	11,51	12,75	14,20	15,88	17,85	20,18	22,91	26,15	30,00	34,58	40,04	46,57	54,40
12	8,06	8,77	9,58	10,52	11,59	12,84	14,28	15,96	17,93	20,24	22,97	26,19	30,00	34,53	39,93	46,38
13	7,50	8,13	8,84	9,66	10,60	11,67	12,92	14,36	16,04	18,01	20,31	23,02	26,22	30,00	34,49	39,83
14	7,00	7,56	8,20	8,92	9,74	10,68	11,76	13,00	14,44	16,12	18,08	20,38	23,07	26,25	30,00	34,45
15	6,57	7,07	7,63	8,27	8,99	9,81	10,76	11,84	13,08	14,53	16,20	18,16	20,44	23,12	26,28	30,00
16	6,18	6,63	7,13	7,70	8,34	9,06	9,89	10,83	11,92	13,16	14,61	16,28	18,23	20,50	23,17	26,31
17	5,83	6,24	6,69	7,20	7,77	8,41	9,14	9,97	10,91	12,00	13,25	14,69	16,36	18,30	20,57	23,22
18	5,52	5,89	6,29	6,75	7,26	7,83	8,48	9,21	10,04	10,99	12,08	13,33	14,77	16,43	18,37	20,63
19	5,23	5,57	5,94	6,35	6,81	7,32	7,90	8,55	9,28	10,12	11,07	12,16	13,40	14,84	16,51	18,44
20	4,98	5,29	5,62	6,00	6,41	6,87	7,39	7,97	8,62	9,36	10,19	11,14	12,23	13,48	14,92	16,58

T = 40 лет

e, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	40,00	49,38	61,61	77,66	98,83	126,8	164,1	213,6	279,8	368,3	486,9	645,8	859,1	1145,5	1529,9	2046,0
1	32,83	40,00	49,27	61,33	77,12	97,87	125,3	161,5	209,7	273,8	359,3	473,5	626,2	830,4	1103,7	1469,6
2	27,36	32,90	40,00	49,17	61,07	76,59	96,95	123,7	159,1	205,9	268,1	350,7	460,8	607,5	803,1	1064,3
3	23,11	27,45	32,96	40,00	49,07	60,80	76,08	96,05	122,3	156,8	202,3	262,6	342,5	448,7	589,7	777,4
4	19,79	23,23	27,54	33,02	40,00	48,97	60,55	75,58	95,17	120,8	154,5	198,8	257,3	334,7	437,1	572,8
5	17,16	19,91	23,34	27,64	33,08	40,00	48,87	60,30	75,09	94,33	119,4	152,3	195,5	252,3	327,2	426,1
6	15,05	17,28	20,03	23,44	27,73	33,13	40,00	48,78	60,05	74,62	93,51	118,1	150,2	192,3	247,4	320,0
7	13,33	15,16	17,39	20,14	23,55	27,82	33,19	40,00	48,68	59,82	74,16	92,71	116,8	148,2	189,1	242,8
8	11,92	13,44	15,27	17,51	20,25	23,66	27,91	33,25	40,00	48,59	59,58	73,71	91,93	115,5	146,2	186,1
9	10,76	12,03	13,55	15,38	17,62	20,37	23,76	27,99	33,30	40,00	48,50	59,36	73,27	91,18	114,3	144,3
10	9,78	10,85	12,13	13,65	15,49	17,73	20,48	23,87	28,08	33,36	40,00	48,42	59,13	72,84	90,44	113,1
11	8,95	9,87	10,95	12,23	13,76	15,60	17,85	20,59	23,97	28,16	33,41	40,00	48,33	58,92	72,42	89,73
12	8,24	9,03	9,96	11,04	12,33	13,87	15,71	17,96	20,70	24,07	28,25	33,46	40,00	48,25	58,70	72,02
13	7,63	8,32	9,12	10,05	11,14	12,43	13,97	15,82	18,07	20,80	24,17	28,33	33,51	40,00	48,17	58,50
14	7,11	7,71	8,40	9,20	10,14	11,23	12,53	14,07	15,93	18,17	20,91	24,27	28,41	33,56	40,00	48,09
15	6,64	7,17	7,78	8,48	9,29	10,22	11,33	12,63	14,18	16,04	18,28	21,02	24,36	28,49	33,61	40,00
16	6,23	6,71	7,24	7,85	8,56	9,37	10,31	11,42	12,73	14,28	16,14	18,39	21,12	24,46	28,57	33,66
17	5,87	6,29	6,77	7,31	7,93	8,63	9,45	10,40	11,51	12,82	14,38	16,25	18,50	21,22	24,56	28,65
18	5,55	5,93	6,36	6,84	7,38	8,00	8,71	9,53	10,49	11,60	12,92	14,48	16,35	18,60	21,33	24,65
19	5,26	5,60	5,99	6,42	6,90	7,45	8,07	8,79	9,62	10,57	11,70	13,02	14,58	16,46	18,71	21,43
20	5,00	5,31	5,66	6,05	6,48	6,97	7,52	8,15	8,87	9,70	10,66	11,79	13,11	14,68	16,56	18,81

T = 50 лет

e, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	50,00	65,11	86,27	116,2	158,8	219,8	307,8	435,0	619,7	888,4	1280,3	1852,3	2688,0	3909,2	5693,8	8300,4
1	39,20	50,00	64,93	85,78	115,1	156,8	216,2	301,6	424,6	602,4	860,2	1234,6	1779,0	2571,4	3724,9	5404,2
2	31,42	39,29	50,00	64,76	85,30	114,1	154,9	212,8	295,7	414,6	585,9	833,4	1191,4	1710,0	2462,0	3552,7
3	25,73	31,55	39,38	50,00	64,59	84,83	113,1	153,0	209,5	290,0	405,1	570,3	807,9	1150,5	1645,0	2359,3
4	21,48	25,88	31,68	39,46	50,00	64,43	84,37	112,2	151,2	206,3	284,5	396,0	555,3	783,8	1111,9	1583,7
5	18,26	21,63	26,02	31,81	39,55	50,00	64,27	83,93	111,2	149,5	203,2	279,3	387,2	541,1	760,8	1075,2
6	15,76	18,40	21,77	26,16	31,94	39,63	50,00	64,11	83,50	110,3	147,8	200,2	274,2	378,9	527,5	738,9
7	13,80	15,89	18,54	21,92	26,30	32,06	39,72	50,00	63,96	83,07	109,5	146,1	197,3	269,3	370,9	514,5
8	12,23	13,92	16,02	18,67	22,06	26,44	32,18	39,80	50,00	63,81	82,66	108,6	144,5	194,6	264,7	363,2
9	10,96	12,35	14,04	16,15	18,81	22,20	26,58	32,31	39,88	50,00	63,66	82,26	107,7	143,0	191,9	260,2
10	9,91	11,07	12,46	14,16	16,28	18,95	22,34	26,72	32,43	39,96	50,00	63,52	81,87	107,0	141,5	189,3
11	9,04	10,01	11,17	12,57	14,29	16,41	19,08	22,48	26,85	32,54	40,04	50,00	63,38	81,48	106,2	140,1
12	8,30	9,13	10,11	11,27	12,68	14,40	16,54	19,22	22,62	26,99	32,66	40,11	50,00	63,24	81,11	105,4
13	7,68	8,39	9,22	10,20	11,37	12,79	14,52	16,67	19,35	22,75	27,12	32,77	40,19	50,00	63,10	80,74
14	7,13	7,75	8,47	9,31	10,29	11,48	12,90	14,64	16,79	19,49	22,89	27,25	32,89	40,26	50,00	62,97
15	6,66	7,20	7,83	8,55	9,39	10,39	11,58	13,01	14,76	16,92	19,62	23,02	27,38	33,00	40,34	50,00
16	6,25	6,73	7,27	7,90	8,63	9,48	10,48	11,68	13,12	14,88	17,05	19,75	23,16	27,50	33,11	40,41
17	5,88	6,31	6,79	7,34	7,98	8,71	9,57	10,58	11,78	13,23	15,00	17,17	19,88	23,29	27,63	33,22
18	5,55	5,94	6,37	6,86	7,42	8,05	8,79	9,65	10,67	11,88	13,34	15,11	17,29	20,01	23,42	27,76
19	5,26	5,61	6,00	6,43	6,93	7,49	8,13	8,87	9,74	10,76	11,98	13,45	15,23	17,42	20,13	23,55
20	5,00	5,31	5,66	6,06	6,49	6,99	7,56	8,20	8,95	9,83	10,86	12,08	13,56	15,34	17,54	20,26

Приложение С (справочное)

ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

С.1 Определение экономически целесообразного материала теплоизоляции совмещенного покрытия

Назначение здания – жилое.

Район строительства – г.Омск.

Рассматриваемое совмещенное покрытие включает несущий железобетонный настил толщиной 200 мм, пленочную пароизоляцию, теплоизоляционный слой и кровельное покрытие из мембраны ПВХ.

Для оценки приняты следующие варианты теплоизоляции:

- пенополистирол ПСБС-25 (ГОСТ 15588);
- экструзионный пенополистирол «Пеноплекс-35» (ТУ 5767-006-56925804-2007);
- плиты минераловатные «ТЕХНОРУФ» на основе базальтовых пород (ТУ 5762-17925162-2006);
- полистиролбетон марки D200.

Сравнительная экономическая оценка вариантов теплоизоляции рассматриваемой конструкции выполнена согласно п.9.1 СТО путем определения стоимости устройства 1 м² единичной теплоизоляции ($C_{ед.м}$) с термическим сопротивлением $R_{ед.м} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Расчетные значения толщины единичной теплоизоляции $\delta_{ед.м}$ каждого из рассматриваемых вариантов ее исполнения определены по формуле (9.1). Расчетные значения коэффициентов теплопроводности λ_m сравниваемых теплоизоляционных материалов приняты для условий эксплуатации «А» по приложению Г СТО. Значение расчетного коэффициента теплотехнической однородности r теплоизоляции для всех сравниваемых ее вариантов принято равным 1, ввиду отсутствия в рассматриваемой ограждающей конструкции элементов теплотехнической неоднородности.

Сметная стоимость сравниваемых теплоизоляционных материалов $C_{мм}$ в расчете на 1 м³ принята в ценах 2 квартала 2011 г. по территориальному сборнику средних сметных цен на основные строительные материалы (Бюллетень информационных материалов для строителей/ЗАО «Сибирский центр ценообразования в строительстве, промышленности и энергетике». – 2011. – № 62) с начислением НДС. Сметная стоимость единичной теплоизоляции $C_{ед.м}^{мам}$ в расчете на 1 м² определена с учетом ее расчетной толщины $\delta_{ед.м}$. Сметная стоимость работ по устройству рассматриваемых вариантов теплоизоляции $C_{ед.м}^{раб}$ в расчете на 1 м² рассматриваемой конструкции покрытия определена по ТЕР 81-02-26-2001 (плитами из пенополистирола и минеральной ваты насухо) и ТЕР 81-02-12-2001 (полистиролбетоном) с индексацией к текущему уровню цен 2 квартала 2011 г. и начислением накладных расходов, сметной прибыли и НДС.

Итоговые значения стоимости устройства 1 м² единичной теплоизоляции $C_{ед.м}$ определены по совокупности сметной стоимости материалов рассматриваемых вариантов единичной теплоизоляции $C_{ед.м}^{мам}$ и работ по ее устройству $C_{ед.м}^{раб}$.

Промежуточные и окончательные результаты расчетов сравнительной экономической оценки вариантов теплоизоляции рассматриваемой конструкции совмещенного покрытия представлены в таблице С.1.

По результатам расчетов наиболее экономически целесообразной является теплоизоляция из пенополистирола ПСБС-25, отличающаяся минимальным значением стоимости единичной теплоизоляции ($C_{ед.м}^{min} = 188,76 \text{ руб./м}^2$).

Т а б л и ц а С.1 – Исходные данные и результаты сравнительной экономической оценки различных материалов теплоизоляции совмещенного покрытия жилого дома в г. Омске в ценах 2011 г.

Наименования сравниваемых материалов	Технико-экономические показатели сравниваемых материалов					
	Расчетный коэффициент теплопроводности λ_m , Вт/(м·°С)	Расчетная толщина единичной теплоизоляции $\delta_{ед.м}$, м	Сметная стоимость $C_{мм}$, руб./м	Сметная стоимость единичной теплоизоляции $C_{ед.м}^{мам} = C_{мм} \times \delta_{ед.м}$, руб./м ²	Сметная стоимость работ по устройству $C_{ед.м}^{раб}$, руб./м ²	Общая сметная стоимость единичной теплоизоляции $C_{ед.м} = C_{ед.м}^{мам} + C_{ед.м}^{раб}$, руб./м ²
Пенополистирол ПСБС-25	0,04	0,04	1344,91	53,80	134,97	188,76
Полистиролбетон марки D200	0,07	0,07	2496,00	174,72	95,38	270,10
Экструзионный пенополистирол «Пеноплекс 35»	0,029	0,029	4590,00	133,11	97,85	230,96
Плиты минераловатные «ТЕХНОРУФ»	0,043	0,043	6460,56	277,80	166,74	444,54

С.2 Определение экономически целесообразного уровня теплозащитных качеств совмещенного покрытия

Назначение здания – жилое.
Район строительства – г.Омск.

Рассматриваемая конструкция - совмещенное покрытие по примеру, представленному в С.1. Материал теплоизоляционного слоя - пенополистирол ПСБС-25.

Стоимость единичной теплоизоляции $C_{ед.м}^{min} = 188,76$ руб/м².

Значение стоимости тепловой энергии в г.Омске в текущих ценах ($C_h = 237,33$ руб/ГДж) принято по Приказу РЭК Омской области № 323/59 от 30.11.2010 г. с начислением НДС.

Ежегодный темп изменения стоимости тепловой энергии и ежегодная норма дисконта приняты равными 10% ($e = 10\%$, $E = 10\%$).

Расчетный срок эксплуатации конструкции $T_{эк} = 30$ лет.

Коэффициент пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через ограждающие конструкции в текущих ценах в суммарные будущие затраты за расчетный срок её эксплуатации определен по формуле 9.2 СТО.

Приближенное значение экономически целесообразного сопротивления теплопередаче оптимизируемой ограждающей конструкции ($R_o^{эк.пр}$) рассчитываем в соответствии с п.9.1.2 СТО по формуле 9.1

$$R_o^{эк.пр} = \sqrt{\frac{8,64 \cdot 10^{-5} \cdot (20 - (-8,4)) \cdot 221 \cdot 237,33 \cdot 30}{188,76}} = 4,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Величина экономически целесообразного сопротивления теплопередаче совмещенного покрытия с теплоизоляционным слоем из пенополистирола ПСБС-25 составляет $R_o^{эк} = 4,52$ м²·°C/Вт. Оптимальная толщина теплоизоляции - 0,17 м.

С.3 Оценка экономической эффективности повышения теплозащитных качеств оконных блоков

Провести оценку экономической эффективности повышения сопротивления теплопередаче оконных блоков из ПВХ-профилей.

Назначение здания – административное.
Район строительства – г.Омск.

Исходная конструкция – оконный блок ОП ОСП 15-15 ГОСТ 30674-99 из трехкамерных ПВХ-профилей шириной 58 мм с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4М₁-12-4М₁-12-4М₁ ГОСТ. Ширина профилей – 58 мм.

Приведенное сопротивление теплопере-

даче оконного блока $R_{o,F}^f = 0,53$ м²·°C/Вт.

Сравниваемые варианты:

- №1 – оконный блок из пятикамерных профилей шириной 70 мм с двухкамерными стеклопакетами толщиной 32 мм из обычного стекла СПД 4М₁-12-4М₁-12-4М₁ ГОСТ 24866-99; $R_{o,F}^f = 0,58$ м²·°C/Вт;

- №2 – оконный блок из трехкамерных профилей шириной 58 мм с двухкамерными стеклопакетами толщиной 32 мм с мягким низкоэмиссионным покрытием внутреннего стекла СПД 4М₁-12-4М₁-12-И4 ГОСТ 24866-99; $R_{o,F}^f = 0,64$ м²·°C/Вт;

- №3 – оконный блок из пятикамерных профилей шириной 70 мм с двухкамерными стеклопакетами толщиной 40 мм с мягким низкоэмиссионным покрытием внутреннего стекла СПД 4М₁-12-4М₁-12-И4 ГОСТ 24866-99; $R_{o,F}^f = 0,74$ м²·°C/Вт;

- №4 – оконный блок из пятикамерных профилей шириной 70 мм с двухкамерными стеклопакетами толщиной 40 мм с мягким низкоэмиссионным покрытием среднего и внутреннего стекла СПД 4М₁-12-И4-12-И4 ГОСТ 24866-99; $R_{o,F}^f = 0,88$ м²·°C/Вт.

Значения единовременных затрат на изготовление оконных блоков ($C_{ед}^i$) приняты по прайс-листам фирмы-изготовителя.

В качестве эксплуатационных затрат приняты только суммарные будущие затраты на компенсацию теплопотерь за расчетный срок эксплуатации ($T_{эк} = 30$ лет).

Стоимость тепловой энергии принята равной $C_h = 237,33$ руб./ГДж.

Ежегодный темп изменения стоимости тепловой энергии и ежегодная норма дисконта приняты равными 10% ($e = 10\%$, $E = 10\%$).

Коэффициент $K_{км}$ пересчета годовых затрат на компенсацию теплопотерь через ограждающие конструкции в текущих ценах в суммарные будущие затраты за расчетный срок её эксплуатации ($\sum C_{км}^i$) определен по формуле 9.2 СТО. Ежегодные затраты в текущих ценах ($C_{км}^i$) определены по аналогичной формуле без коэффициента $K_{км}$.

Величина расчетного срока окупаемости $T_{ок}$ определена по формуле (9.7) СТО.

Промежуточные и окончательные результаты расчетов представлены в таблице С.2.

Графическая интерпретация результатов расчетов представлена на рисунке С.1.

По результатам расчетов срок окупаемости $T_{ок}$ для сравниваемых вариантов оконных блоков составил (по сравнению с исходной конструкцией):

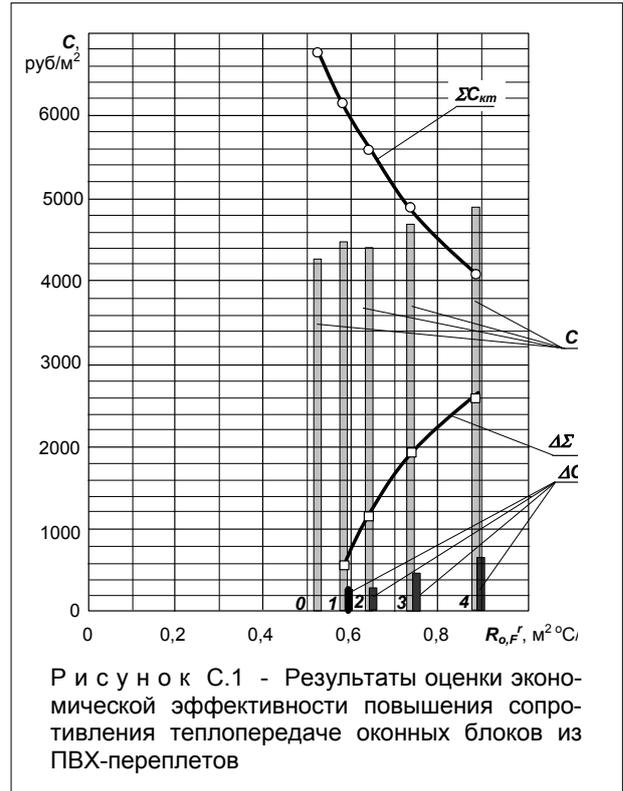
- вариант №1 – $T_{ок} = 14,6$ лет;
- вариант №2 – $T_{ок} = 4,1$ лет;
- вариант №3 – $T_{ок} = 7,0$ лет;
- вариант №4 – $T_{ок} = 6,9$ лет.

Дополнительные единовременные затраты ($\Delta C_{ед}$) на все рассмотренные варианты

оконных блоков с большим запасом покрываются сокращением энергозатрат на эксплуатацию здания за счет сокращения теплопотерь через эти конструкции за принятый расчетный срок их эксплуатации ($T_{эк} = 30$ лет).

Расчетные значения срока окупаемости $T_{ок}$ дополнительных единовременных затрат $\Delta C_{ед}$ на все рассмотренные варианты значительно ниже принятого расчетного срока их эксплуатации ($T_{эк} = 30$ лет).

Наиболее рациональным вариантом для проектируемого здания следует признать оконные блоки из трехкамерных ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами толщиной СПД 4М₁-12-4М₁-12-И4 ГОСТ 24866-99.



Т а б л и ц а С.2 – Результаты оценки экономической эффективности повышения теплозащитных качеств оконных блоков из ПВХ-профилей

№ варианта	Характеристика конструкции	$R_{o, F}^i$, м ² ·°С/Вт	$C_{ед}^i$, руб./м ²	$\Delta C_{ед} = C_{ед}^i - C_{ед}^0$, руб./м ²	$\Sigma C_{кт}^i$, руб./м ²	$\Delta \Sigma C_{кт}^i$, руб./м ²	$C_{кт}^i$, руб./м ² ·г	$\Delta C_{э,т} = C_{кт}^i - C_{кт}^0$, руб./м ² ·г	$T_{ок} = \Delta C_{ед} / \Delta C_{э,т}$, лет
0	Трехкамерные ПВХ-профили (58 мм), двухкамерные стеклопакеты СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4М ₁	0,53	4256	-	6771	-	225,71	-	-
1	Пятикамерные ПВХ-профили (70 мм), двухкамерные стеклопакеты СПД 4М ₁ -14-4М ₁ -14-4М ₁	0,58	4540	284 < $\Delta \Sigma C_{кт} = 583$	6188	583	206,25	19,46	14,59
2	Трехкамерные ПВХ-профили (58 мм), двухкамерные стеклопакеты СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-И4)	0,64	4415	159 < $\Delta \Sigma C_{кт} = 1164$	5607	1164	186,92	38,79	4,10
3	Пятикамерные ПВХ-профили (70 мм), двухкамерные стеклопакеты СПД 4М ₁ -14-4М ₁ -14-И4)	0,74	4706	450 < $\Delta \Sigma C_{кт} = 1921$	4850	1921	161,66	64,05	7,03
4	Пятикамерные ПВХ-профили (70 мм), двухкамерные стеклопакеты СПД 4М ₁ -14-И4-14-И4	0,88	4872	616 < $\Delta \Sigma C_{кт} = 2593$	4078	2593	135,94	89,77	6,86

Приложение Т (справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Общая информация о проекте

Проектируемое здание – шестнадцатипятиэтажный жилой дом в конструкциях серии «Континенталь» с встроенными помещениями общественного назначения на первом этаже.

Ориентация главного фасада – северо-запад.

Здание с неотапливаемым подвалом и теплым чердаком.

Район строительства – г. Омск.

План типового этажа и схематичный разрез приведены на рисунке Т.1.

Расчетные условия

1. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$.

2. Расчетная температура наружного воздуха $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$.

3. Расчетная температура теплого чердака $t_{int}^g = +15^{\circ}\text{C}$.

4. Расчетная температура неотапливаемого подвала $t_{int}^b = +2^{\circ}\text{C}$.

5. Продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 221$ сут.

6. Средняя температура отопительного периода $t_{ext}^{av} = -8,4^{\circ}\text{C}$.

7. Градусо-сутки отопительного периода $D_d = 6497^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$.

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8. Назначение здания – жилой дом с встроенными помещениями общественного назначения на первом этаже.

9. Размещение в застройке – отдельно стоящий.

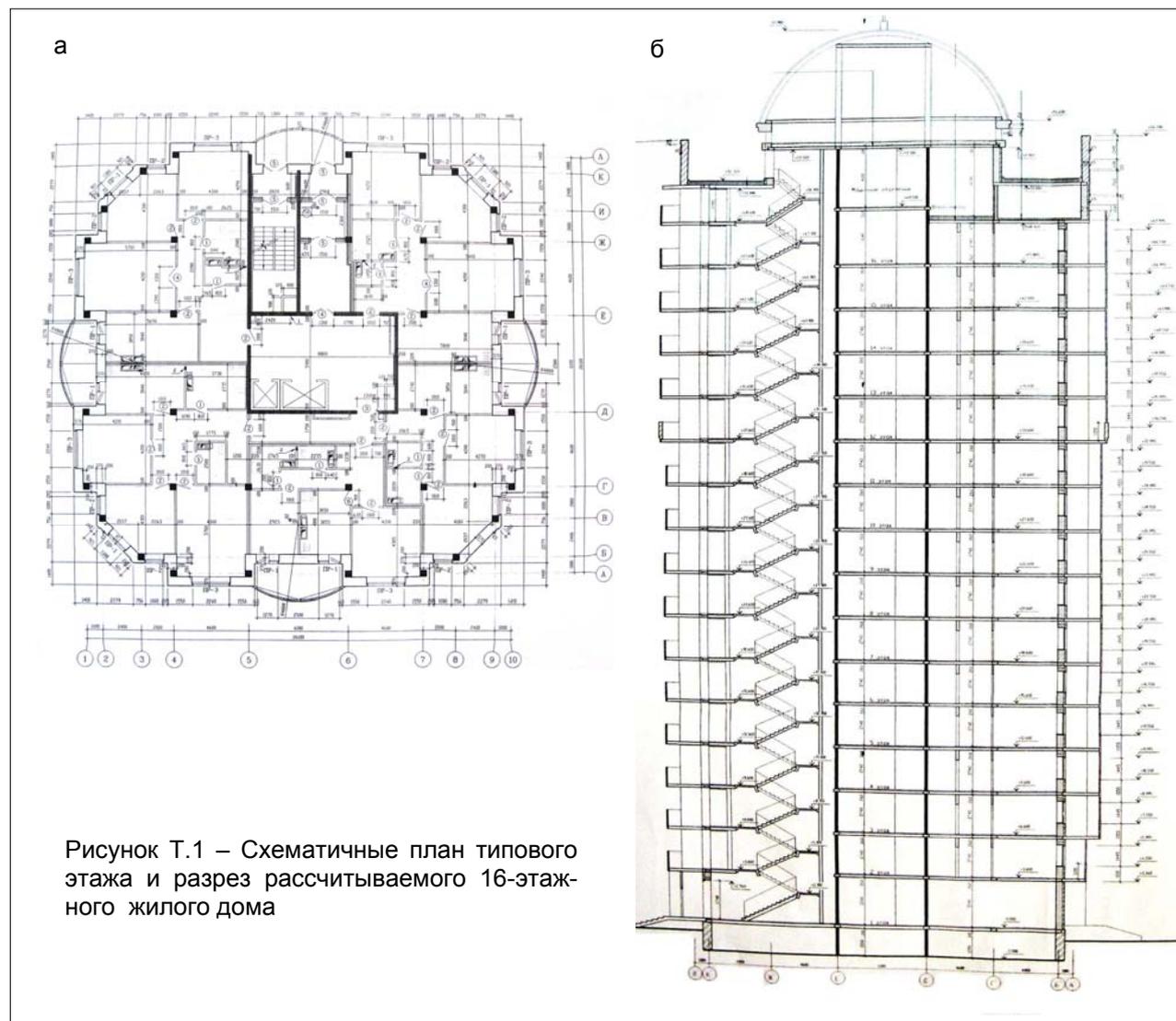


Рисунок Т.1 – Схематичные план типового этажа и разрез рассчитываемого 16-этажного жилого дома

10. Тип – шестнадцатиэтажный жилой дом.

11. Характеристика ограждающих конструкций:

- наружные стены – двухслойные с наружным облицовочным слоем из кирпичной кладки плотностью 1800 кг/м^3 , толщиной 120 мм и внутренним теплоизоляционным слоем (кладка из полистиролбетонных блоков плотностью 400 кг/м^3) толщиной 450 мм;

- заполнение оконных проемов – оконные блоки из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами (внутреннее стекло – с твердым низкоэмиссионным покрытием);

- чердачное перекрытие – монолитные железобетонные плиты с утепляющим слоем из полистиролбетона плотностью 300 кг/м^3 толщиной 120 мм и стяжкой из цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм;

- входные двери – двойные, утепленные;

- цокольное перекрытие неотапливаемого подвала – монолитные железобетонные плиты с утеплителем из полистиролбетона плотностью 300 кг/м^3 , толщиной 60 мм и стяжкой из цементно-песчаного раствора толщиной 40 мм.

Объемно-планировочные и компоновочные показатели здания

12. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания $A_e^{sum} = 6780,99 \text{ м}^2$, в том числе:

- стен, включая окна, балконные и входные двери $A_{w+F+ed} = 5580,09 \text{ м}^2$;

- наружных стен выше уровня земли – $A_w = 4423,6 \text{ м}^2$;

- окон: $A_F^{(C3)} = 234,78 \text{ м}^2$, $A_F^{(IOB)} = 323,61 \text{ м}^2$; $A_F^{(CB)} = 248,01 \text{ м}^2$; $A_F^{(IO3)} = 248,01 \text{ м}^2$;

- входных дверей $A_{ed} = 102,08 \text{ м}^2$;

- чердачного перекрытия теплого чердака $A_{gf} = 518,95 \text{ м}^2$;

- совмещенного покрытия теплого чердака $A_{gc} = 81,5 \text{ м}^2$;

- цокольного перекрытия неотапливаемого подвала $A_c = 600,45 \text{ м}^2$;

13. Площадь отапливаемых помещений $A_h = 9217,05 \text{ м}^2$.

14. Полезная площадь (общественной части здания – офисы) составляет $A_l = 418,2 \text{ м}^2$.

15. Площадь жилых помещений и кухонь $A_j = 4839,15 \text{ м}^2$.

16. Площадь жилых помещений $A_r = 3248,4 \text{ м}^2$.

17. Отапливаемый объем здания $V_h = 29077,6 \text{ м}^3$.

18. Коэффициент остекленности фасада здания

$$p = (234,78 + 323,61 + 248,01 + 248,01) / 5580,09 = 0,189.$$

19. Показатель компактности здания k_e^{des} – по формуле (6.4):

$$k_e^{des} = 6780,99 / 29077,6 = 0,233.$$

Сопоставляем полученное значение k_e^{des} с

рекомендуемым для шестнадцатиэтажных зданий. Так как расчетное значение k_e^{des} меньше рекомендуемого $k_e^{reg} = 0,25$, можно считать принятое объемно-планировочное решение проектируемого здания удовлетворительным.

Энергетические показатели

20. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений принимаем по результатам расчета трехмерных температурных полей и результатов сертификационных испытаний (для окон и входных дверей):

- наружных стен выше уровня земли –

$$R_{o,w}^r = 2,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

- чердачного перекрытия теплого чердака – $R_{o,gr}^r = 1,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

- совмещенного покрытия – $R_{o,gc}^r = 2,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

- окон – $R_{o,F}^r = 0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

- входных дверей (не ниже требуемого значения) – $R_{o,eq}^r = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

- цокольного перекрытия неотапливаемого подвала – $R_{o,rbc}^r = 0,98 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

21. Воздухопроницаемость наружных ограждений G_m принимаем по результатам испытаний:

- окна и балконные двери – $G_m^F = 1,2 \text{ кг/(ч} \cdot \text{м}^2)$;

- наружные стены – $G_m^w = 0 \text{ кг/(ч} \cdot \text{м}^2)$;

- чердачное перекрытие – $G_m^c = 0 \text{ кг/(ч} \cdot \text{м}^2)$;

- входные двери – $G_m^{ed} = 1,8 \text{ кг/(ч} \cdot \text{м}^2)$.

22. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания составляет

$$K_m^{tr} = (4423,6/2,09 + 1054,41/0,63 + 102,08/1,2 + 81,5/2,09 + 0,103 \cdot 518,95/1,59 + 0,328 \cdot 600,45 / 0,98) / 6780,99 = 0,612 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)},$$

где $0,103 = (21-15)/(21-(-37))$ – с учетом температуры воздуха теплого чердака $t_{int}^g = +15^\circ\text{C}$;

$0,328 = (21-2)/(21-(-37))$ – с учетом температуры воздуха не отапливаемого подвала $t_{int}^b = +2^\circ\text{C}$.

23. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации с учетом кратности воздухообмена n_a , определенного из расчета $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади пола жилых комнат и $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 расчетной площади общественной части здания, принимая продолжительность работы естественной вентиляции $z_w = 168$ часов в неделю – для жилой части здания и 40 часов в неделю для общественной части здания..

Соответственно для жилой части здания:

$$L_v = 3 \cdot 3248,4 = 9745,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнения проемов выполнен при следующих исходных данных:

- $A_F = 0 \text{ м}^2$ и $A_{ed} = 102,08 \text{ м}^2$ – соответственно для лестничной клетки суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м^2 ;

- $R_{a.ed} = 13,26 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$ – для лестничной клетки требуемое сопротивление воздухопроницанию входных наружных дверей (определенное согласно раздела 8); $\Delta P_{ed} = 92,8 \text{ Па}$ – для лестничной клетки расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных дверей, определенное по формуле (7.12).

Поскольку площадь окон на лестничной клетке равна 0, то учет инфильтрации через оконные проемы лестничной клетки не производился.

$$G_{inf} = 0 + (102,08 / 13,26) \cdot (92,8 / 10)^{1/2} + 34,0 = 34,0 \text{ кг/ч.}$$

Соответственно средняя кратность воздухообмена жилой части здания, с учетом коэффициента эффективности управления и авторегулирования системой вентиляции здания $\epsilon_{вент} = 0,95$ (в соответствии с таблице 7.1), равна

$$n_a = [(0,95 \cdot 9745,2 \cdot 168) / 168 + (34,0 \cdot 168) / (168 \cdot 1,254)] / (0,85 \cdot 29077,6) = 0,376 \text{ 1/ч.}$$

Для встроенной части здания общественного назначения

$$L_v = 4 \cdot 334,6 = 1338,4 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество инфильтрующегося воздуха

$$G_{inf} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 1551,8 = 659,5 \text{ кг/ч.}$$

Соответственно средняя кратность воздухообмена встроенной части здания равна

$$n_a = [(1338,4 \cdot 40) / 168 + (659,5 \cdot 128) / (168 \cdot 1,254)] / (0,85 \cdot 1551,8) = 0,545 \text{ 1/ч.}$$

Средняя кратность воздухообмена для всего здания

$$n_a = [(0,376 \cdot 0,85 \cdot 29077,6) + (0,545 \cdot 0,85 \cdot 1551,8)] / (0,85 \cdot 29077,6) = 0,405 \text{ 1/ч.}$$

24. Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, с учетом устройства естественной системы вентиляции без регулируемых приточных вентиляционных устройств

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,405 \cdot 0,85 \cdot 29077,6 \cdot 1,254 / 6780,99 = 0,518 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Теплоэнергетические показатели

25. Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, Q_h , МДж/год,

$$Q_h = 0,0864 \cdot 0,612 \cdot 6497 \cdot 6780,99 = 2329548 \text{ МДж/год.}$$

26. Общие затраты тепла на подогрев приточного вентиляционного воздуха за отопительный период

$$Q_{ven} = 0,0864 \cdot 0,518 \cdot 6497 \cdot 6780,99 = 1971739 \text{ МДж/год.}$$

27. Удельные бытовые теплопоступления в жилой части здания определены исходя из расчета 17 Вт на 1 м^2 площади пола жилых комнат.

Удельные бытовые теплопоступления в общественной части здания определены исходя из расчета 10 Вт на 1 м^2 полезной площади встроенных помещений общественного назначения и 90 Вт на 1 человека (работающего в смену – исходя из численности 50 человек).

28. Бытовые теплопоступления в здание в течение отопительного периода определены с учетом рабочих часов в неделю встроенных помещений общественного назначения (офисы):

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot 17 \cdot 3248,4 \cdot 221 + 0,0864 \cdot (10 \cdot 418,2 + 90 \cdot 50) \cdot 221 \cdot 40 / 168 = 1093917 \text{ МДж/год.}$$

29. Теплопоступления в здание через окна от солнечной радиации за отопительный период Q_s определяем по формуле (7.15). В соответствии с приложением Е принимаем для окон, выходящих на юго-восток и юго-запад $I = 1901 \text{ МДж/(м}^2 \cdot \text{год)}$, а на северо-восток и северо-запад $I = 965 \text{ МДж/(м}^2 \cdot \text{год)}$. С учетом приложения Д принимаем $\tau_F = 0,78$; $k_F = 0,51$.

Общие теплопоступления в здание через окна от солнечной радиации за отопительный период

$$Q_s = 0,78 \cdot 0,51 \cdot (234,78 \cdot 965 + 323,61 \cdot 1901 + 248,01 \cdot 965 + 248,01 \cdot 1901) = 617601 \text{ МДж/год.}$$

30. Теплопоступления от возобновляемых источников энергии за отопительный период (солнечных, ветровых, геотермальных и пр.) Q_n , МДж/год, не учитываются.

31. Теплопоступления от рекуперативных теплообменников за отопительный период, Q_{rek} , МДж/год, не учитываются.

32. Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Q_h^y определяем по формуле (7.3) с учетом $\nu = 0,8$, $\zeta = 0,9$ (как для однотрубной системы отопления с термостатами и с авторегулированием на вводе) и $\beta_h = 1,11$ (как для зданий бащенного типа):

$$Q_h^y = [2329548 + 1971739 - (1093917 + 617601 + 0 + 0) \cdot 0,8 \cdot 0,9] \cdot 1,11 = 3406583 \text{ МДж/год.}$$

33. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h^{des} определяем по формуле (4.5):

$$q_h^{des} = 1000 \cdot 3406583 / (9217,05 \cdot 6497) = 56,9 \text{ кДж/(м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут)}.$$

Сопоставление с нормативными требованиями

34. Нормативный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зда-

ния за отопительный период q_h^{req} принимаем по таблице 4.3 $q_h^{req} = 59,5 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$.

35. Сопоставляем значения расчетного q_h^{des} и нормативного q_h^{req} удельных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период.

Так как $q_h^{des} = 56,9 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут}) < q_h^{req} = 59,5 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$, считаем, что уровень теплозащитных качеств ограждающих конструкций достаточен.

36. В соответствии с таблицей 5.1 проектируемому зданию может быть присвоен класс теплоэнергетической эффективности «С» (нормальный).

Анализ структуры теплопотерь и оценка эффективности отдельных энергосберегающих мероприятий

Структура годовых потерь тепла проектируемого здания представлена на рисунке Т.2.

Согласно выполненным расчетам доля потерь тепла через отдельные конструкции от суммарных теплопотерь составляет :

- наружные стены – 27,6 %;
- остекление (оконные и дверные балконные блоки) – 21,9%;
- чердачное перекрытие - 1,0 %;
- цокольное перекрытие – 2,6 %
- входные двери – 1,1 %;
- подогрев приточного вентиляционного воздуха – 45,8 %.

Оценка эффективности отдельных энергосберегающих мероприятий выполнена в виде

анализа зависимости удельного теплопотребления проектируемого здания от:

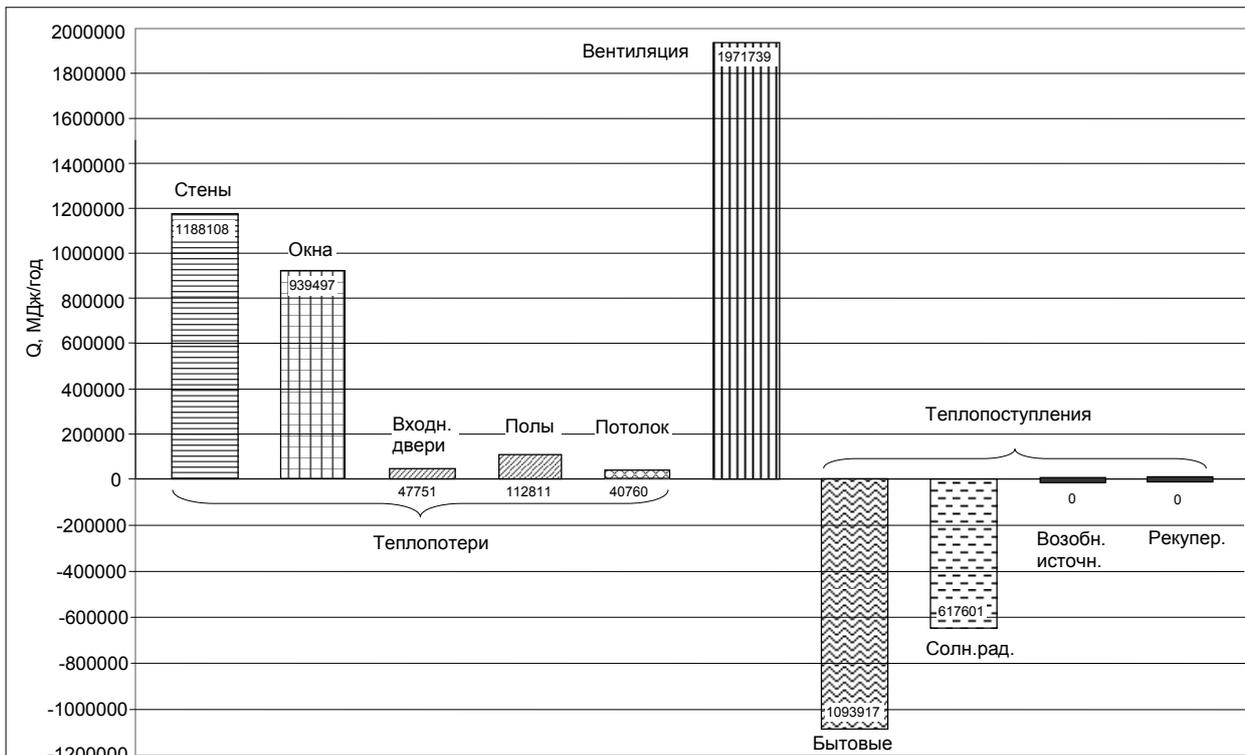
- приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен;
- приведенного сопротивления теплопередаче оконных и дверных балконных блоков;
- изменения коэффициента эффективности управления системой вентиляции.

Наиболее эффективным решением является применение систем вентиляции с автоматическим регулированием расхода приточного и удаляемого воздуха (таблица Т.1). Реализация данного решения возможна за счет установки в здании приточных и вытяжных вентиляционных клапанов с авторегулированием по относительной влажности воздуха или концентрации углекислого газа.

Величина удельного теплопотребления здания, при всех прочих равных условиях, может быть снижена до $q_h^{des} = 44,2 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$. Соответственно зданию может быть присвоен класс энергетической эффективности «В+» (высокий).

Т а б л и ц а Т.1 – Изменение удельного теплопотребления здания q_h^{des} от величины $\epsilon_{вен}$

Наименование показателя	Коэффициент эффективности управления и авторегулирования системой вентиляции здания $\epsilon_{вен}$		
	0,95	0,85	0,80
q_h^{des} , кДж/(м ² ·°C·сут)	56,9	53,2	51,6



Р и с у н о к Т.2 – Структура распределения теплопотерь и теплопоступлений проектируемого здания

Приложение У
(справочное)

СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТЧИКАХ СТАНДАРТА

Настоящий стандарт подготовлен рабочей группой в составе:

А. Д. Кривошеин, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (руководитель работы); №

Ю.М. Мосенкис, СРО НП «СПАС»;

С.Н. Апатин, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

Г.А. Пахотин, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

Е.В. Легашов, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

Д.А. Жабенцев, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

Д.А. Харламов, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

И.В. Андреев, ФГБОУ ВПО «СибАДИ»;

С.В.Федоров, ФГБОУ ВПО «Академия бюджета и казначейства Министерства финансов Российской Федерации» .

Ключевые слова: тепловая защита зданий, ограждающие конструкции, удельное теплоснабжение, энергосбережение, сопротивление теплопередаче, воздухопроницаемость.

Стандарт организации

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

СТО СРО НП СПАС-04-2011

Редактор Т.И.Калинина

Подписано к печати 19.07. 2012 г.
Формат 60x90 1/8. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Arial
Усл. п. л. 12,0 , уч.-изд. л. 9,6
Тираж _____ экз. Заказ № _____