

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей
сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ - филиал РГУПС)

Т.А.Веселова

«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Учебное пособие



Тихорецк

2016

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей
сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ - филиал РГУПС)

Т.А.Веселова

«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Учебное пособие

Тихорецк

2016

УДК 624.042

Рецензенты: Директор

Д. В. Лысенко

ООО «Альтаир-Юг»

преподаватель

Т.А.Ляшенко (Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал РГУПС)

Веселова, Т.А.

Методика оценки технического состояния строительных конструкций:
учеб.пособие / Т.А.Веселова; ТТЖТ-филиал РГУПС.-Тихорецк,2016.-
93с.:ил.-Библиогр.: с.90

Учебное пособие в обобщенном и систематизированном виде излагает сущность методов оценки технического состояния строительных конструкций для оказания помощи в изучении модуля МДК 04.01 Эксплуатация зданий ПМ.04.Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов.

Учебное пособие содержит конспект лекций, свод правил по проектированию и строительству зданий и сооружений для выполнения практических заданий :графики определения физического износа строительных конструкций, таблицы физического износа, примеры оценок физического износа конструкций, элементов систем и здания в целом, примеры теплотехнического расчета ограждающих конструкций.

Предназначено для студентов СПО специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Одобрено к изданию методическим советом ТТЖТ- филиала РГУПС и цикловой комиссией № 10 специальностей 08.02.01. 08.02.10.

©Веселова Т.А., 2016

© ТТЖТ- филиал РГУПС, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.ПРАВИЛА ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	7-9
2.ГРАФИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА	10-16
3.ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ	17-27
3.1.ФУНДАМЕНТЫ	17-21
3.2.СТЕНЫ	22-27
4.ПРИМЕРЫ ОЦЕНОК ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКЦИЙ,ЭЛЕМЕНТОВ,СИСТЕМ И ЗДАНИЯ В ЦЕЛОМ	28-32
4.1.ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА	28
4.2ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА С УЧЕТОМ УДЕЛЬНОГО ВЕСА УЧАСТКОВ, ИМЕЮЩИХ РАЗЛИЧНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ	28-29
4.3.ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ПОЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	29-30
4.4ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА СЛОИСТЫХ КОНСТРУКЦИЙ	30
4.5.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ	31
4.6.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЗДАНИЯ В ЦЕЛОМ	31-33
5.СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ	33-59
5.1ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	33
5.2ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	34-39
5.3ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМИРУЕМОГО УРОВНЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	39-40
5.4ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НЕОБХОДИМУЮ ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ ЗДАНИЙ	41-52
5.5КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ	53-54
5.6ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ	54-59
6.РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ	59-83
7.ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	84-88
8.ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
9.БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	90-93

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ИЛИ ЗНАКОВ

Свод правил



Графики



Таблицы



Примеры расчетов



Библиография



ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочей учебной программой профессионального модуля ПМ 04 «Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов» МДК 04.01 «Эксплуатация зданий» для специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Цель учебного пособия: помочь обучающимся самостоятельно пользоваться нормативной литературой в подготовке к экзаменам, дифференцированному зачету, в выполнении практических работ, в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

1.Принимать участие в диагностике технического состояния конструктивных элементов эксплуатируемых зданий.

2.Организовывать работу по технической эксплуатации зданий и сооружений в соответствии с нормативно-технической документацией.

3.Выполнять мероприятия по технической эксплуатации конструкций и инженерного оборудования зданий.

4.Осуществлять мероприятия по оценке технического состояния и реконструкции зданий.

Учебное пособие содержит конспект лекций, свод правил по проектированию и строительству зданий и сооружений, для выполнения практических заданий: графики определения физического износа строительных конструкций, таблицы физического износа, примеры оценок физического износа конструкций, элементов систем и здания в целом, примеры теплотехнического расчета ограждающих конструкций.



ПРАВИЛА ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости.

1.2. Физический износ отдельных конструкций, элементов, систем или участков следует оценивать путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, приведенными в таблицах.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Если конструкция, элемент, система или их участок имеет все признаки износа, соответствующие определенному интервалу его значений, то физический износ следует принимать равным верхней границе интервала.

2. Если в конструкции, элементе, системе или их участке выявлен только один из нескольких признаков износа, то физический износ следует принимать равным нижней границе интервала.

3. Если в таблице интервалу значений физического износа соответствует только один признак, физический износ конструкции, элемента, системы или их участков, следует принимать по интерполяции в зависимости от размеров или характера, имеющих повреждения.

4. В примерный состав работ по устранению физического износа, приведенный в таблицах пособия, не включены сопутствующие и отделочные работы, подлежащие выполнению при ремонте данной конструкции, элемента, системы или их участка.

1.3. Физический износ конструкции, элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков, следует определять по формуле

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_k},$$

где Φ_k – физический износ конструкции, элемента или системы, %;

Φ_i – физический износ участка конструкции, элемента или системы,

определенный по таблицам, %;

P_i - размеры (площадь или длина) поврежденного участка, кв.м или м;

P_k - размеры всей конструкции, кв.м или м;

n - число поврежденных участков.

Примеры оценки физического износа приведены в данном пособии на с.28- 32.

1.4. Физический износ здания следует определять по формуле

$$\Phi_z = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} \times l_i,$$

где Φ_z - физический износ здания, %;

Φ_{ki} - физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %
 l_i - коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания;

n - число отдельных конструкций, элементов или систем в здании.

Доли восстановительной стоимости отдельных конструкций, элементов и систем в общей восстановительной стоимости здания, (в %) следует принимать по укрупненным показателям восстановительной стоимости жилых зданий, утвержденным в установленном порядке, а для конструкций, элементов и систем, не имеющих утвержденных показателей - по их сметной стоимости.

1.5. Численные значения физического износа следует округлять: для отдельных участков конструкций, элементов и систем - до 10%; для конструкций, элементов и систем - до 5%; для здания в целом - до 1%.

1.6. Для слоистых конструкций - стен и покрытий следует применять системы двойной оценки физического износа; по техническому состоянию и сроку службы конструкции. За окончательную оценку физического износа следует принимать большее значение.

Физический износ слоистой конструкции по сроку службы следует определять по формуле

$$\Phi_c = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \times K_i,$$

где Φ_c - физический износ слоистой конструкции, %;

Φ_i - физический износ материала слоя, определяемое по рис.1 и 2 в зависимости от срока эксплуатации данной слоистой конструкции, %;

K_i - коэффициент, определяемый как отношение стоимости материала слоя к стоимости всей конструкции.

n - число слоев.

Пример оценки физического износа слоистой конструкции приведен на с.30-31

1.7. Физический износ внутренних систем инженерного оборудования зданий в целом должен определяться на основании оценки технического состояния элементов, составляющих эти системы. Если в процессе эксплуатации некоторые элементы системы были заменены новыми,

физический износ системы следует уточнить расчетным путем на основании сроков эксплуатации отдельных элементов по графикам, приведенным на рис. 3 - 7. За окончательную оценку следует принимать большее из значений. Физический износ системы должен определяться как сумма средневзвешенного износа элементов.

1.8. Физический износ газового и лифтового оборудования должен определяться в соответствии со специальными нормативными документами.



ГРАФИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА

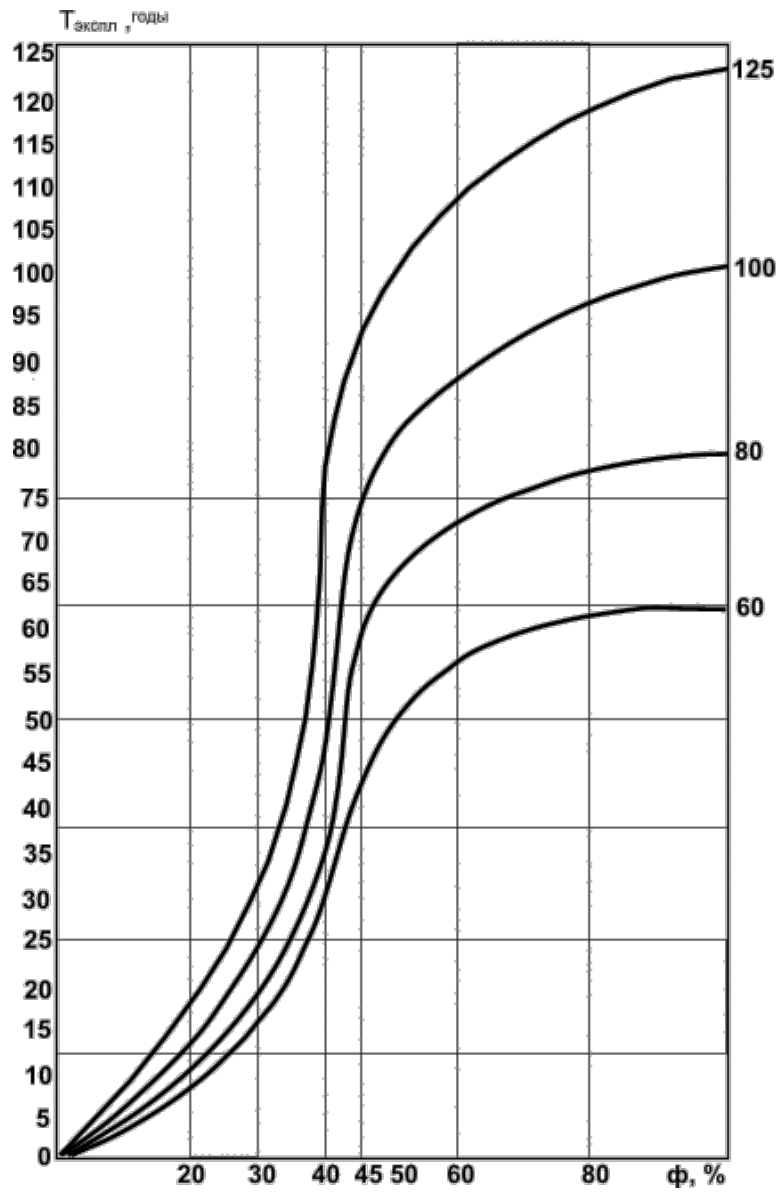


Рис.1. Физический износ слоистых конструкций
(срок службы 60-125 лет)

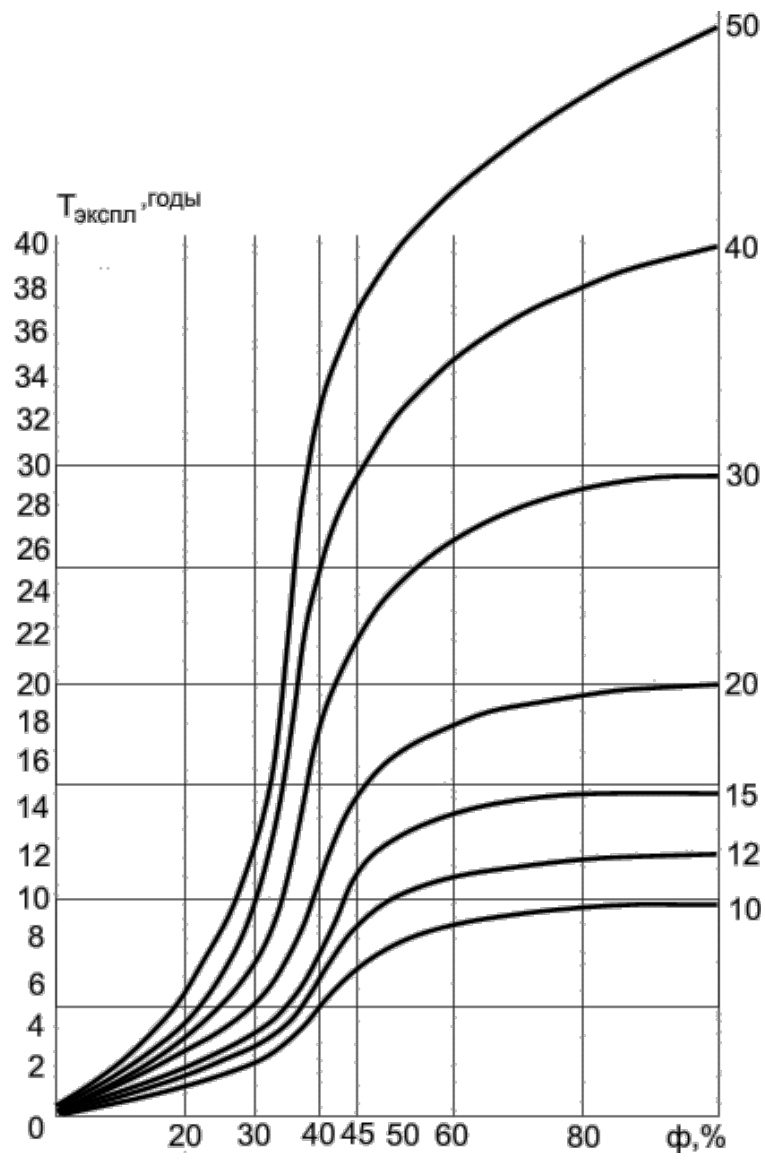


Рис. 2. Физический износ слоистых конструкций (срок службы 10-50 лет)

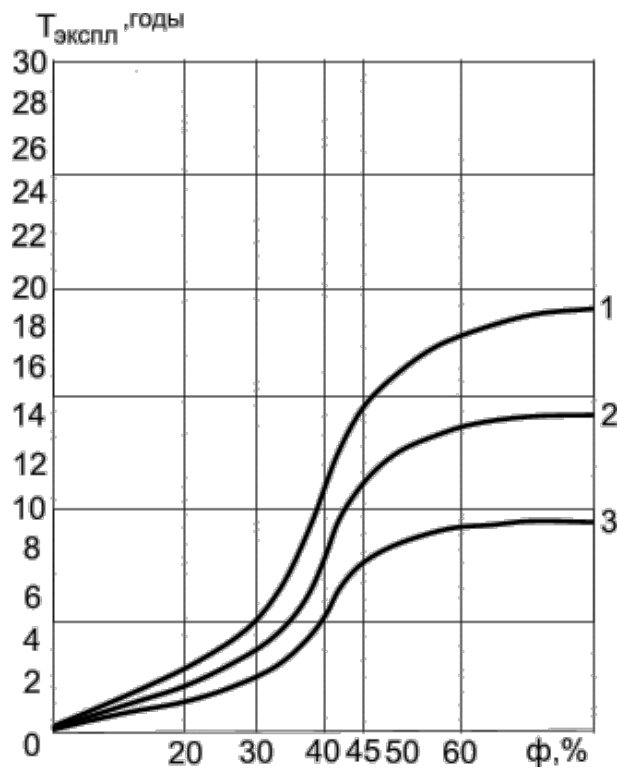


Рис. 3. Физический износ системы внутреннего горячего водоснабжения

- 1 - стояки из оцинкованных труб;
- 2 - полотенцесушители всех видов,
магистралы из оцинкованных труб;
запорная арматура латунная;
смесители всех видов;
- 3 - стояки и магистралы из черных
труб; запорная арматура чугунная

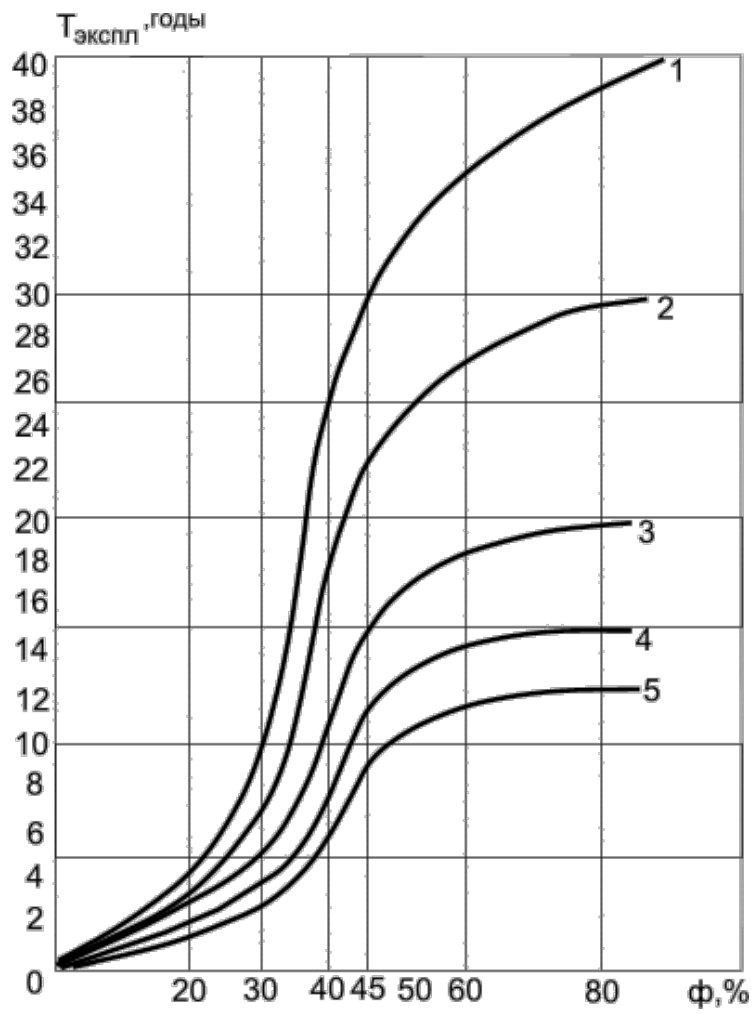


Рис. 4. Физический износ системы центрального отопления

- 1 - радиаторы чугунные;
- 2 - стояки стальные, конвекторы;
- 3 - магистральные трубы стальные черные;
- 4 - calorifiers всех видов;
- 5 - запорная арматура всех видов

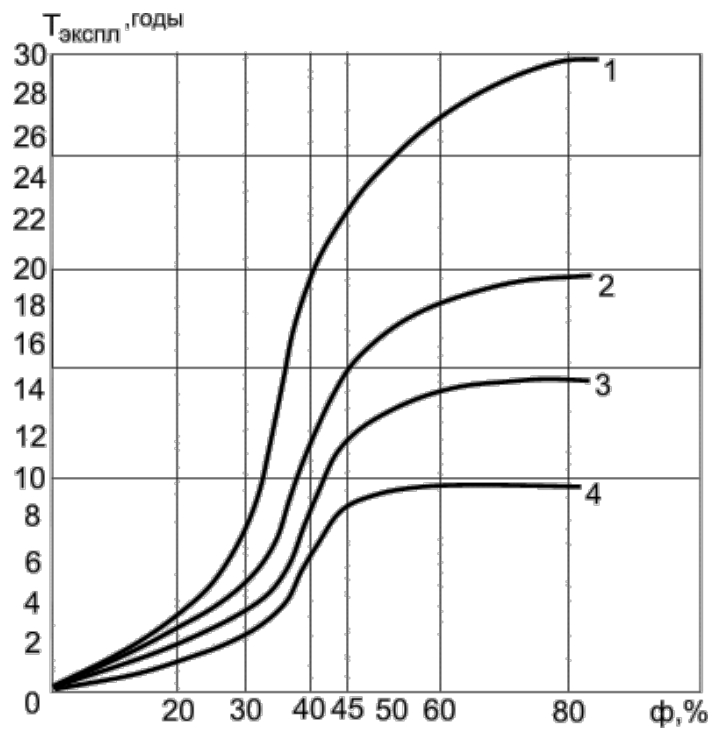


Рис. 5. Физический износ системы
внутреннего водопровода

- 1 - трубопроводы оцинкованные;
- 2 - бачки сливные керамические и чугунные;
- 3 - трубопроводы стальные черные, трубопроводы ПВХ,
краны и запорная арматура латунная;
- 4 - краны и запорная арматура чугунные

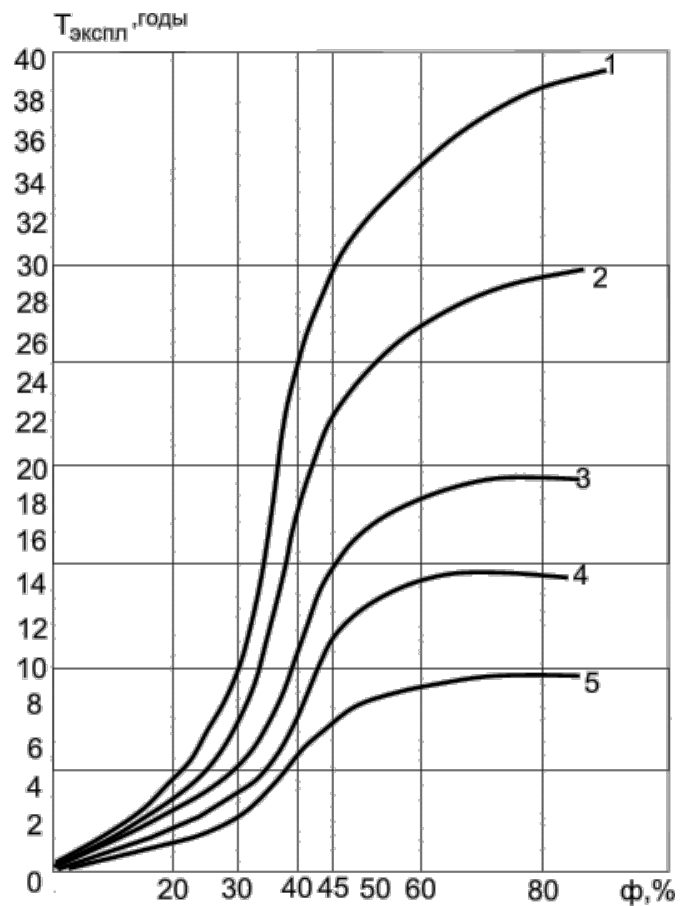


Рис.6. Физический износ системы внутренней канализации

- 1 - трубопроводы чугунные, ванны чугунные;
- 2 - мойки и раковины чугунные и из нержавеющей стали;
- 3 - трубопроводы стальные, ванны стальные, унитазы, раковины керамические, трубопроводы асбоцементные;
- 4 - мойки и раковины стальные эмалированные;
- 5 - трубопроводы ПВХ

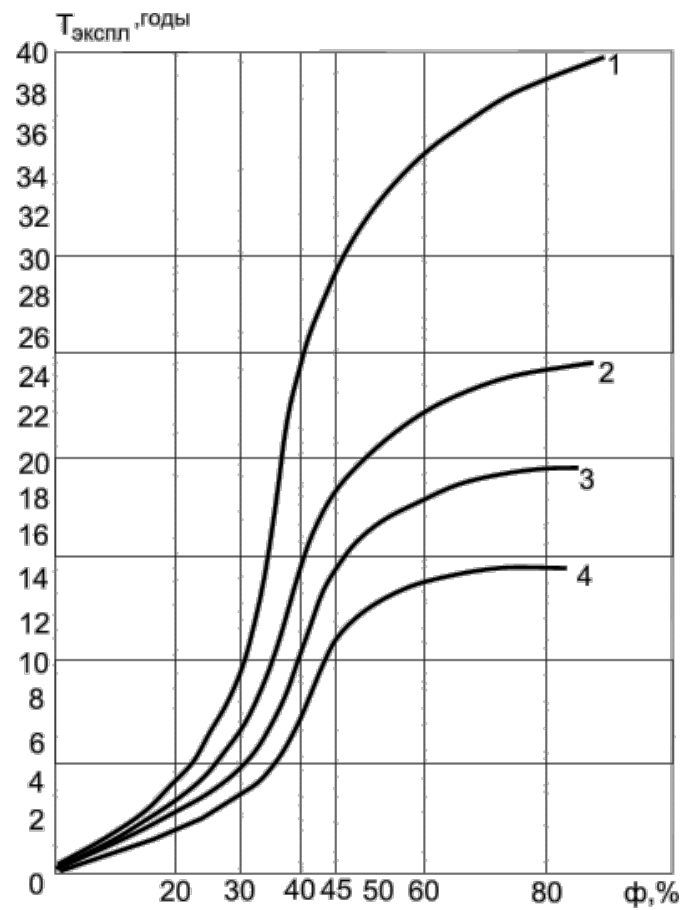


Рис.7. Физический износ системы внутреннего электрооборудования

- 1 - внутриквартирные сети скрытые;
- 2 - внутриквартирные сети открытые
- 3 - ВРУ, магистрали;
- 4 - электроприборы

Т

**ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКЦИЙ
И ЭЛЕМЕНТОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**
Фундаменты

Фундаменты столбчатые деревянные

Таблица 1

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Разрушение отделочного слоя цоколя, ослабление врубок	Повреждения на площади до 15%	0-20	Укрепление врубок, восстановление отделки
Искривление горизонтальных линий цоколя коробление и повреждение отдельных досок забирки	Повреждения на площади до 25%	21-40	Переборка досок забирки
Поражение забирки гнилью, обрастание мхом нижней части цоколя, коробление и отставание досок, мелкие повреждения верхней части столбов.	Повреждения на площади до 50%	41-60	Полная замена забирки, ремонт оголовков столбов.
Искривление горизонтальных линий стен, осадка отдельных участков здания, поражение	Повреждения на площади до 70%	61-80	Замена столбов и забирки с вывешиванием стен.

гнилью,жучком, частичные разрушения забирки и столбов.			
--	--	--	--

Фундаменты столбчатые каменные с кирпичным цоколем

Таблица 2

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
-----------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------------

Мелкие повреждения цо-
кольной части - трещины,
местные выбоины

Повреждения на
площади до 5%

0-20

Расшивка тре-
щин, заделка
выбоин

Трещины, сколы, выпаде-
ние отдельных камней в
надземной части цоколя
и фундаментных столбов

То же, до
25%

21-40

Заделка тре-
щин, ремонт
кладки цо-
коля и над-
земной час-
ти фунда-
ментных
столбов

Перекосы, выпучивание цо-
коля, трещины в цоколе;
трещины, сколы и выпаде-
ние камней в надземной
части столбов

Ширина тре-
щин до 5 мм.
выпучивание
цоколя до
1/3 его
толщины

41-60

Замена цо-
коля, ремонт
верхней час-
ти фундамен-
тных столбов

Искривление горизон-
тальных линий стен,
осадка отдельных участ-
ков, перекосы оконных и
дверных проемов, полное
разрушение цоколя, на-
рушение монолитности
кладки столбов

-

61-80

Полная замена
фундамента и
цоколя с вы-
вешиванием
стен

Фундаменты ленточные каменные

Таблица 3

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Мелкие трещины в цоколе и под окнами первого этажа	Ширина трещин до 2 мм	0-20	Расшивка трещин
Отдельные глубокие трещины, следы увлажнения цоколя и стен, выпучивание отдельных участков стен подвала, неравномерная осадка фундамента	То же, до 5 мм	21-40	Укрепление кладки. Ремонт горизонтальной изоляции
Выпучивание и заметное искривление цоколя, сквозные трещины в цоколе с развитием на всю высоту здания, выпучивание полов и стен подвала	Неравномерная осадка с общим прогибом стены до 0,02 ее длины	41-60	Усиление и замена отдельных участков кладки, восстановление горизонтальной и вертикальной гидроизоляции, устройство горизонтальных поясов жесткости
Массовые прогрессирующие сквозные трещины на всю высоту здания, значительное выпирание грунта и разрушение стен подвала	Прогиб стены более 0,02 ее длины	61-80	Полная замена фундаментов

Фундаменты ленточные крупноблочные

Таблица 4

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Мелкие трещины в цоколе, местные нарушения штукатурного слоя цоколя и стен	Ширина трещин до 1,5 мм	0-20	Затирка трещин
Трещины в швах между блоками, высолы и следы увлажнения стен подвала	То же, до 2 мм	21-40	Заполнение швов между блоками. Ремонт штукатурки стен подвала. Ремонт вертикальной и горизонтальной гидроизоляции и отмостки
Трещины, частичное разрушение блоков (до арматуры); выщелачивание раствора из швов между блоками; следы увлажнения цоколя и стен подвала	То же, более 2 мм; глубина более 10 мм	41-60	Заделка швов и разрушенных блоков, восстановление гидроизоляции; усиление фундаментов местами
Массовые повреждения и разрушение блоков, прогрессирующие сквозные трещины на всю высоту здания, выпирание грунта в подвале	-	61-80	Полная замена фундаментов

Фундаменты свайные столбчатые каменные,
бетонные и железобетонные

Таблица 5

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Трещины в цокольной части здания	Ширина раскрытия трещин до 1,5 мм	0-20	Затирка трещин
Искривление горизонтальных линий цоколя без признаков увеличения осадочных деформаций	Неравномерная осадка с прогибом стен до 0,01 от длины стены	21-40	Затирка трещин, устранение повреждений отделочного слоя цоколя
Сквозные трещины в цоколе, распространение трещин на всю высоту здания. Искривление и значительная осадка отдельных участков стен. Развитие осадок не наблюдается	Ширина раскрытия трещин до 10 мм. Неравномерная осадка с прогибом стен более 0,01 от длины стены	41-60	Усиление фундаментов и стен
Развитие сквозных трещин в стенах здания, разрушение цоколя, развитие деформаций фундаментов	-	61-80	-

СТЕНЫ

Стены деревянные, сборно-щитовые

Таблица 6

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Мелкие повреждения наружной обшивки щитов	Повреждения на площади до 10%	0-10	Укрепление отдельных досок или реек
Поражение гнилью отливной доски, обшивки углов и стыков внутренних стен	То же, до 30%	11-20	Замена отливной доски, обшивки углов и стыков
Незначительный перекося стен, поражение гнилью нижней части щитов и обвязки, образование щелей в стыках щитов	То же, до 25%	21-30	Ремонт нижней обвязки и щитов местами, конопатка стыков между щитами
Заметный перекося стен, образование щелей в вертикальных стыках между щитами, неравномерная осадка щитов, поражение древесины гнилью	То же, до 30%	31-40	Замена нижней обвязки и части щитов местами, укрепление связей между щитами
Значительный перекося стен, выпучивание, отклонение от вертикали, поражение древесины гнилью, повышенная влажность в помещениях	Повреждения на площади более 30%	41-50	Ремонт части щитов, замена обвязки и обшивки
Перекося оконных и дверных проемов, деформация стен, поражение древесины гнилью, увлажнение древесины	-	51-60	Замена или переборка отдельных щитов с использованием до 50% старого материала
Деформация стен, поражение древесины гнилью,	-	61-70	Полная замена щитов

Стены кирпичные

Таблица 7

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Отдельные трещины и выбоины	Ширина трещины до 1 мм	0-10	Заделка трещин и выбоин
Глубокие трещины и отпадение штукатурки местами, выветривание швов	Ширина трещин до 2 мм, глубина до 1/3 толщины стены, разрушение швов на глубину до 1 см на площади до 10%	11-20	Ремонт штукатурки или расшивка швов; очистка фасадов
Отслоение и отпадение штукатурки стен, карнизов и перемычек; выветривание швов; ослабление кирпичной кладки; выпадение отдельных кирпичей ;трещины в карнизах и перемычках, увлажнение поверхности стен	Глубина разрушения до 30% Ширина трещины более 2 см	21-30	Ремонт штукатурки и кирпичной кладки, подмазка швов, очистка фасада ремонт карниза и перемычек
Массовое отпадение штукатурки; выветривание швов; ослабление кирпичной кладки стен, карниза, перемычек с выпадением отдельных кирпичей; высолы и следы увлажнения	Глубина разрушения швов до 4 см на площади до 50%	31-40	Ремонт поврежденных участков стен, карнизов, перемычек
Массовые прогрессирующие сквозные трещины, ослабление и частичное разрушение кладки,	Выпучивание с прогибом более 1/200 длины дефор-	51-60	Перекладка до 50% объема стен, усиление и крепление

заметное искривление стен	мируемого участка		остальных участков стен
Разрушение кладки местами	-	61-70	Полная пере- кладка стен

Стены из крупноразмерных блоков и однослойных
несущих панелей *Таблица 8*

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Нарушение покрытия выступающих частей фасада, выбоины местами в фактурном слое, ржавые потеки, загрязнение и выцветание наружной отделки	На площади до 5%	0-10	Заделка выбоин и трещин
Отслоение и выветривание раствора в стыках, следы протечек через стыки внутри здания, трещины	На площади до 30%	11-20	Заделка выбоин, подмазка фактурного слоя
Глубоко раскрытые усадочные трещины, выветривание раствора в стыках, следы постоянных протечек, промерзание и продувание через стыки	Протечки в 5% помещений. Ширина трещин до 2 мм	21-30	Герметизация швов, заделка трещин
Вертикальные широко	Ширина трещин до 3 мм. Повреждения на площади до 20%. Протечки и промерзания в 20% помещений	31-40	Вскрытие, зачеканка, герметизация стыков
Диагональные трещины по углам простенков, вертикальные трещины по перемычкам, в местах установки балконных плит и козырьков	Ширина раскрытых трещин до 3 мм	41-50	Усиление простенков и перемычек
Вертикальные широко	Ширина трещин	51-60	Укрепление и

раскрытые трещины в стыках и перемычках, нарушение связи между отдельными участками стен	более 3 мм, длина трещин более 3 м		усиление отдельных
Заметное искривление горизонтальных и вертикальных стен, массовое разрушение блоков и панелей	Выпучивание стен более 1/200 длины деформированного участка;	61-70	Замена стен

Стены из слоистых железобетонных панелей

Таблица 9

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
Незначительные повреждения отделки панелей, усадочные трещины, выбоины	Повреждения на площади до 10%. Ширина трещин до 0,3 мм	0-10	Заделка трещин и выбоин
Выбоины в фактурном слое, ржавые потеки ремонт	Повреждения на площади до 15%	11-20	Заделка выбоин
Отслоение раствора в стыках, трещины на наружной поверхности, следы протечек в помещениях	Ширина трещин до 1 мм. Протечки на площади до 10%	21-30	Герметизация швов, заделка трещин с восстановлением отделочных покрытий
Трещины, выбоины, отслоение защитного слоя бетона, местами протечки и промерзание в стыках	Ширина трещин до 2 мм. Повреждения на площади до 20%	31-40	Восстановление защитного слоя, герметизация швов, заделка трещин, утепление части стыка

Горизонтальные трещины в простенках и вертикальные в перемычках, выпучивание бетонных слоев, протечки и промерзание панелей	Ширина трещин до 3 мм. Выпучивание до 1/200 расстояния между опорными участками панелей	41-50	Местное усиление отдельных простенков и перемычек, заделка трещин, герметизация швов, утепление части стен
Трещины в простенках и перемычках, разрушение (деструкция) утеплителя, протечки и промерзание	Ширина трещин более 3 мм	51-60	Замена утеплителя, усиление перемычек и простенков, герметизация
Массовые трещины и деформации, разрушение и оседание утеплителя, протечки и промерзание панелей	-	61-70	Замена панелей

Стены из несущих панелей

Таблица 10

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ %	Примерный состав работ %
-----------------	-----------------------	--------------------	--------------------------

Повреждение обрамлений выступающих частей фасада, местами мелкие выбоины	Повреждения на площади до 5%	0-10	Заделка выбоин
Трещины, выветривание раствора из стыков, мелкие повреждения облицовки или фактурного слоя, следы протечек через стыки внутри здания	То же, до 10%	11-20	Ремонт облицовки и заделка стыков

Массовое отслоение, выветривание раствора из стыков; повреждение облицовки или фактурного слоя панелей; следы протечек внутри здания	Повреждения на площади до 20%	21-30	Ремонт облицовки фактурного слоя; герметизация стыков
Промерзание стен, разрушения заделки стыков	Промерзания в 5% помещений	31-40	Ремонт и герметизация стыков, утепление стен
Следы протечек внутри помещения, высолы	Повреждения в 10% помещений, наружные повреждения на площади до 30%	41-50	Смена облицовки, ремонт панелей местами
Выпучивание или смещение панелей, разрушение узлов крепления панелей	Прогиб панели до 1/200 ее длины	51-60	Выравнивание и укрепление панелей.
Деформация стен, смещение панелей, трещины в панелях, разрушение узлов	Прогиб панели более 1/200 ее длины	61-70	Полная замена панелей и усиление каркаса



ПРИМЕРЫ ОЦЕНОК ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКЦИЙ, ЭЛЕМЕНТОВ, СИСТЕМ И ЗДАНИЯ В ЦЕЛОМ

Пример 1. Оценка физического износа отдельных участков конструктивного элемента.

I. При обследовании деревянных сборно-щитовых стен выявлены следующие признаки износа: 1-й участок - искривление линии цоколя, щели между щитами, гниль в отдельных местах, перекося щитов местами. Повреждения на площади около 30%; 2-й участок - заметное искривление цоколя, гнили и других повреждений нет; 3-й участок - щели между щитами, повреждение древесины гнилью на площади до 30%

При оценке физического износа в соответствии с п.1.2 настоящих Правил и табл.6 принимаем: 1-й участок - 40% (наличие всех признаков, приведенных в табл.6 для интервала 31-40%); 2-й участок - 31% (наличие одного из приведенных в табл.6 признаков для того же интервала), округляем до 30%; 3-й участок - 35% (наличие двух признаков, приведенных в табл.6 для того же интервала).

II. При обследовании полов из керамической плитки выявлено отсутствие отдельных плиток и местами их отставание на площади 43% от всей осмотренной площади пола. Определяем, что значение физического износа пола находится в интервале 21-40%, с распространением повреждений на площади от 20 до 50%. Для оценки физического износа осмотренного участка производим интерполяцию значений. Размер интервала значений физического износа 21-40% составляет 20%. Размер интервала 20-50% площади повреждения, характерной для данного интервала значений физического износа составляет 31%. Изменение физического износа с увеличением площади повреждения на 1% составит 20/30%. Физический износ участка, имеющего повреждения на площади 43%, определяем путем интерполяции: $21 + 20/30 \times 23 = 35,8\%$. Округляя значение, получим физический износ участка пола 35%.

Пример 2. Оценка физического износа конструктивного элемента с учетом удельного веса участков, имеющих различное техническое состояние.

Требуется определить физический износ ленточных бутовых фундаментов каменного четырехсекционного здания.

При осмотре установлено: 1. Фундаменты под тремя секциями имеют признаки, соответствующие 30% износа. 2. Фундаменты под четвертой торцевой секцией имеют признаки, соответствующие 50% износа.

Заполняем рабочую табл.1.

Таблица 1

Наименование участков	Удельный вес участка к общему объему элемента, %	Физический износ участков элементов значение физического износа, %	Определение средневзвешенного физического износа	Доля физического износа, %
Фундаменты				
Под секциями 1,2,3	70	30	$(70/100) \times 30$	21
Под секцией 4	30	50	$(30/100) \times 50$	15
Итого:	100			$\Phi_x = 36$

Округляя величину износа до 5%, получаем физический износ фундамента, равный 35%.

Пример 3. Оценка физического износа полов из различных материалов.

Требуется определить физический износ полов в здании, имеющем три типа полов: паркетные - в жилых комнатах и коридорах; дощатые - в кухнях и метлахские плитки - в санузлах. Износ всех типов полов неодинаков в различных группах квартир. Удельный вес участков с полами каждого типа определяем по проекту или по замерам на объекте.

Заполняем рабочую табл.2

Таблица 2

Наименование участков	Удельный вес участка к общему объему элемента, %	Физический износ участков элементов значение физического износа, %	Определение средневзвешенного физического износа	Доля физического износа, %
Паркетные полы в спальнях	25	30	$(25/100) \times 30$	7,5
В общих комнатах				
1-й участок	12	50	$(12/100) \times 50$	6
2-й участок	28	40	$(28/100) \times 40$	11,2
В коридорах	10	60	$(10/100) \times 60$	6

Итого:	75			30,7
Дощатые полы				
1-й участок	10	50	(10/100)x50	5
2-й участок	5	40	(5/100)x40	2
Итого:	15			7
Полы из метлахской плитки				
1-й участок	6	30	(6/100)x30	1,8
2-й участок	4	50	(4/100)x50	2
Итого:	10			3,8

Всего полы - 100. $\Phi_x=41,5$.

Округляя, получим износ полов 40%.

Пример 4. Определение физического износа слоистой конструкции.

Требуется определить физический износ трехслойных панельных стен толщиной 35 см с утеплителем из цементного фибролита в доме со сроком эксплуатации 18 лет. В соответствии с указанием п.1.6 определяем физический износ панели по техническому состоянию и по сроку службы.

1. Оценка по техническому состоянию производится по табл.9.

Получены результаты: 40% панелей имеет износ 35% и 70% имеет износ 20%.

Физический износ всех панелей определяется по формуле :

$$\Phi_x = 35 \times 30 / 100 + 20 \times 70 / 100 = 24,5\% \approx 25\%.$$

2. Оценка по сроку службы.

Панель состоит из двух слоев железобетона и одного слоя цементного фибролита. Срок службы железобетонных слоев принимаем 100 лет, тогда при сроке эксплуатации 18 лет (см. рис.1) получим физический износ железобетонных слоев 23%.

Срок службы цементного фибролита в трехслойной панели принимаем 40 лет. Физический износ составит 35% (см. рис.2).

Коэффициент удельных весов слоев по восстановительной стоимости: $K_{\sigma} = 0,38$ (оба слоя); $= K_{\psi\phi} 0,62$.

По формуле определяем физический износ:

$$\Phi_{\sigma} = 23 \times 0,38 + 35 \times 0,62 = 30,44\% \approx 30\%.$$

В соответствии с п.1.5 принимаем физический износ по большему значению, 30%.

Пример 5. Определение физического износа системы центрального отопления.

Исходные данные:

Дом полносборный, 5-этажный, срок эксплуатации - 18 лет. Система центрального отопления выполнена с верхней разводкой из стальных труб и конверторов.

При осмотре выявлено: капельные течи у приборов и в местах их врезки до 20%, большое количество хомутов на магистрали в техническом подполье (до двух на 10 м), имеются отдельные хомуты на стояках, замена в двух местах трубопроводов длиной до 2 м, значительная коррозия. Три года назад заменены калориферы и 90% запорной арматуры.

По таблице такому состоянию системы соответствует износ 45%.

С учетом ранее выполненных замен отдельных элементов системы уточняем физический износ по сроку их эксплуатации (см. рис.4)

Заполняем таблицу3

Таблица 3

Элементы системы	Удельный вес восстановительной стоимости центрального отопления, %	Срок эксплуатации по графику, лет	Физический износ элементов по графику, лет	Расчетный физический износ, %
Магистрали	25	18	60	15
Стояки	27	18	40	10,8
Отопительные приборы	40	18	40	16
Запорная арматура	7	3	30	2,1
Калориферы	1	3	25	0,4

Итого: физический износ центрального отопления - 44,3%.

Принимается физический износ системы 45%.

Пример 6. Определение физического износа здания в целом.

При обследовании крупнопанельного 5-этажного жилого здания проведена оценка физического износа всех конструктивных элементов и получены данные по оценке физического износа газового оборудования, который проводился специализированной организацией.

Удельные веса конструктивных элементов и инженерного оборудования приняты в соответствии со сб. N 28 "Укрупненные

показатели восстановительной стоимости жилых, общественных зданий и здания и сооружения коммунально-бытового назначения для переоценки основных фондов"

Результаты оценки физического износа элементов и систем, а также определения их удельного веса по восстановительной стоимости сведены в табл.4.

Таблица 4

Наименование участков	Удельные веса конструктивных элементов, %	Удельные веса укрупненных элементов, %	Расчет удельного веса элемента, %	Средневзвешенное значение износа, %	Доля физического износа, %
Фундаменты	4	-	4	10	0,4
Стены	43	86	37	15	5,55
Перегородки	43	14	6	20	1,2
Перекрытия	11	-	11	10	1,1
Крыша	7	75	5,25	35	1,8
Кровля	7	75	5,25	35	1,8
Полы	11	-	11	30	3,3
Окна	6	48	2,88	15	0,43
Двери	6	52	3,12	20	0,62
Отделочные покрытия	5	-	5	50	2,5
Внутренние сантехнические и электротехнические устройства	10				
В том числе:					
Отопление	1,7	-	1,7	40	0,68
Холодное водоснабжение	0,4	-	0,4	25	0,1
Горячее водоснабжение	0,5	-	0,5	40	0,2
Канализация	3,6	-	3,6	30	1,08
Газоснабжение	1,1	-	1,1	15	0,17
Электроснабжение	2,7	-	2,7	15	0,4
Прочие:					
Лестницы	-	31	0,93	20	1,86
Балконы	-	24	0,72	20	0,14

Остальное	-	45	1,35	-	-
Итого:	100	100			$\Phi_3 = 22,27$

Полученный результат округляем до целых физический износ здания - 22%.



1.СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ . ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

1.1 При теплотехническом проектировании тепловой защиты зданий в каждом конкретном случае последовательно решаются следующие задачи.

1.1.1 Определение параметров наружных климатических. условий - согласно 5.1 правил и в соответствии с СНиП 23-01, влажностного режима помещений зданий - согласно СНиП 23-02 для соответствующего пункта строительства, параметров внутренней среды - согласно 5.2 настоящего свода правил.

1.1.2 Выбор класса энергетической эффективности зданий С, В или А согласно СНиП 23-02.

1.1.3 Определение уровня тепловой защиты - согласно разделу 6 настоящего свода правил в соответствии с СНиП 23-02 для отдельных ограждающих конструкций по нормируемым значениям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для всех зданий либо по нормируемому удельному расходу тепловой энергии на отопление для гражданских (жилых и общественных) зданий. Эта задача решается при заполнении энергетического паспорта здания согласно разделу 18 настоящего свода правил и в соответствии с СНиП 23-02.

1.1.4 Проектирование ограждающей конструкции. В ходе проектирования определяют расчетные характеристики строительных материалов и конструкций согласно 5.3 настоящего свода правил, рассчитывают приведенное сопротивление теплопередаче как фасада здания, так и отдельных элементов ограждающих конструкций согласно разделу 9 настоящего свода правил, сопоставляют результат с уровнем, определенным в 1.1.3, и вносят при необходимости изменения как в проект здания в целом, так и в проект ограждающей конструкции; проверяют ограждающую конструкцию на защиту от переувлажнения согласно разделу 13 настоящего свода правил и в соответствии с СНиП 23-02.

1.1.5 Выбор светопрозрачных ограждающих конструкций по требуемому сопротивлению теплопередаче, определенному в 4.1.3, и воздухопроницаемости - согласно разделу 12 настоящего свода правил и в соответствии с СНиП 23-02.

1.1.6 Расчет в необходимых случаях теплоустойчивости ограждающих конструкций в летнее время и теплоустойчивости помещений в холодный период года - согласно разделу 11 настоящего свода правил и в соответствии с СНиП 23-02.

1.1.7 Проектирование конструкций полов по нормируемым значениям теплоусвоения – в соответствии с СНиП 23-02.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

2.1 НАРУЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

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

2.1.2 Продолжительность отопительного периода z_{ht} , сут, и среднюю температуру наружного воздуха t_{ht} , °С, в течение отопительного периода следует принимать согласно СНиП 23-01 (таблица 1, графы 13 и 14 - для медицинских и детских учреждений, графы 11 и 12 - в остальных случаях) 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. Величину градусо-суток D_d в течение отопительного периода следует вычислять по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht}, \quad (1)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °С, определяемая согласно указаниям 5.2.

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

$$\gamma_a^{ht} = 3463 / (273 + t_{ht}), \quad (2)$$

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

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

$$\rho_a^{ht} = 353 / [273 + 0,5(t_{int} + t_{ext})], \quad (3)$$

где t_{int} - то же, что и в 5.1.2, °C;

t_{ext} - то же, что и в 5.1.1, °C.

2.2 ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

Параметры воздуха внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности следует определять согласно таблице 1 - для холодного периода года, и таблице 2 - для теплого периода года. Параметры воздуха внутри зданий производственного назначения следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного времени года

Таблица 1

№ п.п.	Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C	Относительная влажность внутри здания φ_{int} , %, не более
1	Жилые	20-22	55
2	Поликлиники и лечебные учреждения	21-22	55
3	Дошкольные учреждения	22-23	55

Примечания

1 Для зданий, не указанных в таблице, температуру воздуха t_{int} , относительную влажность воздуха φ_{int} внутри зданий и соответствующую им температуру точки росы следует принимать согласно ГОСТ 30494 и нормам проектирования соответствующих зданий.

2 Параметры микроклимата специальных общеобразовательных школ-интернатов, детских дошкольных и оздоровительных учреждений следует принимать в соответствии с действующими

санитарными правилами и нормами Министерства здравоохранения.

Допустимые температура и относительная влажность воздуха внутри здания для теплого периода года

Таблица 2

N п. п.	Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C	Относительная влажность внутри здания φ_{int} , %, не более
1	Жилые	24-28	60
2	Поликлиники и лечебные учреждения	24-28	60
3	Дошкольные учреждения	24-28	60

2.2.1 Расчетная относительная влажность воздуха внутри жилых и общественных зданий должна быть не выше значений, приведенных в графе 4 таблиц 1 и 2: внутри зданий производственного назначения - по ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

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

- определяют по карте зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно приложению В СНиП 23-02; при этом в случае попадания пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону;

- определяют влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности и температуры внутреннего воздуха в соответствии с таблицей 1 СНиП 23-02;

- устанавливают согласно таблице 2 СНиП 23-02 условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б) в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности.

2.2.2 Расчетная температура воздуха внутри жилых и общественных зданий t_{int} для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в таблице 1 согласно ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002. Для остальных зданий, не указанных в таблице 1,

параметры воздуха следует принимать по минимальным значениям оптимальной температуры по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий. Расчетная температура воздуха внутри здания t_{int} для теплого периода года должна быть не выше допустимых значений, приведенных в таблице 2 согласно ГОСТ 30494.

2.2.3 Температура внутренних поверхностей наружных ограждений здания, где имеются теплопроводные включения (диафрагмы, сквозные включения цементно-песчаного раствора или бетона, межпанельные стыки, жесткие соединения и гибкие связи в многослойных панелях, оконные обрамления и т.д.), в углах и на оконных откосах не должна быть ниже, чем температура точки росы воздуха внутри здания t_d (таблица 3) при расчетной относительной влажности φ_{int} и расчетной температуре t_{int} внутреннего воздуха (таблица 1). Для жилых и общественных зданий температура точки росы t_d приведена в таблице 3 при соответствующих минимальных температурах и относительной влажности, приведенных в таблице 3.

Температура точки росы воздуха внутри здания для холодного периода года

Таблица 3

N п. п.	Тип здания	Температура точки росы t_d , °C
1	Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	10,7
2	Поликлиники и лечебные учреждения	11,6
3	Дошкольные учреждения	12,6

2.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

2.3.1 При проектировании теплозащиты используют следующие расчетные показатели строительных материалов и конструкций (по приложению Д для условий эксплуатации ограждающих конструкций А или Б согласно СНиП 23-02):

- расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C);
- коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , Вт/(м²·°C);
- удельная теплоемкость (в сухом состоянии) c_0 , кДж/(кг·°C);
- коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па), или сопротивление

паропроницанию $R_{v,r}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$;

- термическое сопротивление воздушных прослоек $R_{a,l}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;
- сертифицированные значения приведенного сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей, фонарей $R_{o,F}^*$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;
- сертифицированные значения коэффициентов затенения непрозрачными элементами τ и относительного пропускания солнечной радиации окон k ;
- сопротивление воздухопроницанию R_a , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, или его сертифицированные значения, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$, для окон и балконных дверей;
- коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения ρ_s ;
- коэффициент теплового излучения поверхности (тепловая эмиссия) ε .

Примечание - Допускается расчетные теплотехнические показатели эффективных теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловолоконистых и полимерных), а также материалов, не приведенных в приложении Д, принимать согласно теплотехническим испытаниям по методике приложения Е, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями.

2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТАПЛИВАЕМЫХ ПЛОЩАДЕЙ И ОБЪЕМОВ ЗДАНИЙ

2.4.1 Отапливаемую площадь здания следует определять как площадь этажей (в том числе и мансардного, отапливаемого 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 отапливаемую площадь здания не включаются площади теплых чердаков и подвалов, неотапливаемых технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду.

2.4.2 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.

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

2.4.4 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.

2.4.5 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 с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей.

2.4.6 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.

3. ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМИРУЕМОГО УРОВНЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

3.1 Основной задачей СНиП 23-02 является обеспечение проектирования тепловой защиты зданий при заданном расходе тепловой энергии на поддержание установленных параметров микроклимата их помещений. При этом в здании также должны обеспечиваться санитарно-гигиенические условия.

3.2 В СНиП 23-02 установлены три обязательных взаимно увязанных нормируемых показателя по тепловой защите здания, основанных на:

"а" - нормируемых значениях сопротивления теплопередаче для отдельных ограждающих конструкций тепловой защиты здания;

"б" - нормируемых величинах температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции и температурой на внутренней поверхности ограждающей конструкции выше температуры точки росы;

"в" - нормируемом удельном показателе расхода тепловой энергии на отопление, позволяющем варьировать величинами теплозащитных свойств ограждающих конструкций с учетом выбора систем поддержания нормируемых параметров микроклимата.

Требования СНиП 23-02 будут выполнены, если при проектировании жилых и общественных зданий будут соблюдены требования показателей групп "а" и "б" либо "б" и "в", и для зданий производственного назначения - показателей групп "а" и "б". Выбор показателей, по которым будет вестись

проектирование, относится к компетенции проектной организации или заказчика. Методы и пути достижения этих нормируемых показателей выбираются при проектировании.

Требованиям показателей "б" должны отвечать все виды ограждающих конструкций: обеспечивать комфортные условия пребывания человека и предотвращать поверхности внутри помещения от увлажнения, намокания и появления плесени.

3.3 По показателям "в" проектирование зданий осуществляется путем определения комплексной величины энергосбережения от использования архитектурных, строительных, теплотехнических и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов, и поэтому возможно при необходимости в каждом конкретном случае установить меньшие, чем по показателям "а", нормируемые сопротивления теплопередаче для отдельных видов ограждающих конструкций, например, для стен (но не ниже минимальных величин, установленных в 5.13 СНиП 23-02).

3.4 В процессе проектирования здания определяется расчетный показатель удельного расхода тепловой энергии, который зависит от теплозащитных свойств ограждающих конструкций, объемно-планировочных решений здания, тепловыделений и количества солнечной энергии, поступающих в помещения здания, эффективности инженерных систем поддержания требуемого микроклимата помещений и систем теплоснабжения. Этот расчетный показатель не должен превышать нормируемый показатель.

3.5 Проектирование по показателям "в" дает следующие преимущества:

- отпадает необходимость для отдельных элементов ограждающих конструкций достижения заданных таблицей 4 СНиП 23-02 нормируемых значений сопротивления теплопередаче;

- обеспечивается энергосберегающий эффект за счет комплексного проектирования теплозащиты здания и учета эффективности систем теплоснабжения;

- большую свободу выбора проектных решений при проектировании.

3.6 Схема проектирования тепловой защиты зданий согласно СНиП 23-02 представлена на рисунке 1. Выбор теплозащитных свойств ограждающих конструкций следует выполнять в приведенной ниже последовательности:

- выбирают наружные климатические параметры согласно СНиП 23-01 и рассчитывают градусо-сутки отопительного периода;

- выбирают минимальные значения оптимальных параметров микроклимата внутри здания согласно назначению здания по ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.1002 и ГОСТ 12.1.005. Устанавливают условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б;

- разрабатывают объемно-планировочное решение здания, рассчитывают показатель компактности зданий k_g^{des} и сравнивают его с нормируемым значением. Если расчетное значение больше нормируемого, то рекомендуется изменить объемно-планировочное решение с целью достижения нормируемого значения;

- и) выбора более эффективных систем теплоснабжения;
- к) размещения отопительных приборов, как правило, под светопроемами и теплоотражательной теплоизоляции между ними и наружной стеной;
- л) утилизации теплоты удаляемого внутреннего воздуха и поступающей в помещение солнечной радиации.

4. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НЕОБХОДИМУЮ ТЕПЛОЗАЩИТУ ЗДАНИЙ

Общая часть

4.1 Наружные ограждающие конструкции должны быть запроектированы таким образом, чтобы их приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r было не меньше нормируемого значения R_{req} , определяемого по показателям "а" или "в" раздела 6.

4.2 Определение нормируемых значений согласно СНиП 23-02 показано на примере расчета приведенного сопротивления теплопередаче фасада жилого здания в приложении К.

4.3 Выбор теплозащитных свойств ограждающих конструкций по нормируемому расходу тепловой энергии на отопление здания согласно СНиП 23-02 показан в примерах теплоэнергетических расчетов уровня тепловой защиты.

4.4 Рекомендуемые типы технических решений наружных стен (с учетом требований 8.11-8.17) и окон, уровни их теплозащиты для основных селитебных и промышленных зон территории Российской Федерации приведены в таблицах 4 и 5.

Уровни теплозащиты рекомендуемых ограждающих конструкций наружных стен

Таблица 4

Материал стены		Сопротивление теплопередаче (R_w^r , м ² ·°С/Вт) и область применения (D_d , °С·сут) при конструктивном решении стены			
конструкционный	теплоизоляционный	Двухслойные с наружной теплоизоляцией	трехслойные с теплоизоляцией посередине	с неветилируемой воздушной прослойк.	с вентилируемой воздушной прослойк.
Кирпичная кладка	Пенополис-	5,2/1085	4,3/8300	4,5/8850	4,15/785

	тирол	0			0
	Минеральная вата	4,7/9430	3,9/7150	4,1/7700	3,75/6700
Железобетон (гибкие связи, шпонки)	Пенополистирол	5,0/10300	3,75/6850	4,0/7430	3,6/6300
	Минеральная вата	4,5/8850	3,4/5700	3,6/6300	3,25/5300
Керамзитобетон (гибкие связи, шпонки)	Пенополистирол	5,2/10850	4,0/7300	4,2/8000	3,85/7000
	Минеральная вата	4,7/9430	3,6/6300	3,8/6850	3,45/5850
Дерево (брус)	Пенополистирол	5,7/12280	5,8/12570	-	5,7/12280
	Минеральная вата	5,2/10850	5,3/11140	-	5,2/10850
На деревянном каркасе с тонколистовыми обшивками	Пенополистирол	-	5,8/12570	5,5/11710	5,3/11140
	Минеральная вата	-	5,2/10850	4,9/10000	4,7/9430
Металлические обшивки (сэндвич)	Пенополиуретан	-	5,1/10570	-	-
Блоки из ячеистого бетона с кирпичной облицовкой	Ячеистый бетон	2,4/2850	-	2,6/3430	2,25/2430

Примечание - В числителе (перед чертой) - ориентировочные значения приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены, в знаменателе (за чертой) - предельные значения градусо-суток отопительного периода, при которых может быть применена данная конструкция стены.

Уровни теплозащиты рекомендуемых окон
в деревянных и пластмассовых переплетах

Таблица 5

Заполнения светопроемов	Сопротивление теплопередаче (R_w^* , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) и область применения (D_d , $\cdot \text{°C} \cdot \text{сут}$) по типам окон		
	из обычного стекла	с твердым селективным покрытием	с мягким селективным покрытием
Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете	0,38/3067	0,51/4800	0,56/5467
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4/3333	0,55/5333	-
Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44/3867	0,57/5600	-
Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете с межстекольным расстоянием:			
8 мм	0,51/4800	-	-
12 мм	0,54/5200	0,58/5733	0,68/7600
Тройное остекление в раздельно- спаренных переплетах	0,55/5333	0,60/6000	-
Стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,56/5467	0,65/7000	0,72/8800
Стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,68/7600	0,74/9600	0,81/12400

Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7/8000	-	-
Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74/9600	-	-
Четыре стекла в двух спаренных переплетах	0,8/12000	-	-
Примечание - В числителе (перед чертой) - значения приведенного сопротивления теплопередаче, в знаменателе (за чертой) - предельное значение градусо-суток отопительного периода, при котором применимо заполнение светопроема.			

4.5 При проектировании теплозащиты зданий различного назначения следует применять, как правило, типовые технические решения и изделия полной заводской готовности, в том числе конструкции комплектной поставки, со стабильными теплоизоляционными свойствами, достигаемыми применением эффективных теплоизоляционных материалов с минимумом теплопроводных включений и стыковых соединений в сочетании с надежной гидроизоляцией, не допускающей проникновения влаги в жидкой фазе и максимально сокращающей проникновение водяных паров в толщу теплоизоляции.

Взаимное расположение отдельных слоев ограждающих конструкций должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможность накопления влаги в ограждении в процессе эксплуатации.

4.6 Ограждающие конструкции должны обладать необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью, долговечностью, удовлетворять общим архитектурным, эксплуатационным, санитарно-гигиеническим требованиям соответствующих СНиП и СанПиН. В сборных конструкциях особое внимание должно быть обращено на прочность, жесткость, долговечность и герметичность соединений.

Требуемую степень долговечности ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), а также соответствующими конструктивными решениями, предусматривающими в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов.

4.7 Ограждающие конструкции следует проектировать с применением материалов и изделий, апробированных на практике и выпускаемых по

стандартам. При отсутствии стандарта на каждый новый вид материала или изделия должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке технические свидетельства и получены расчетные теплотехнические показатели материала согласно.

Ограждающие конструкции должны предусматриваться с минимальным количеством типоразмеров изделий и возможностью взаимозаменяемости применяемых элементов.

4.8 Для обеспечения лучших эксплуатационных характеристик в многослойных конструкциях зданий с теплой стороны следует располагать слои большей теплопроводности и с большим сопротивлением паропрооницанию, чем наружные слои.

При выборе материалов для наружных ограждающих конструкций следует отдавать предпочтение местным строительным материалам.

При проектировании зданий для повышения пределов огнестойкости и снижения пожарной опасности внутренней и наружной поверхностей стен следует предусматривать устройство облицовки из негорючих материалов или штукатурки, а для защиты от воздействия влаги и атмосферных осадков - дополнительно окраску водостойчивыми составами, выбираемыми в зависимости от материала стен и условий эксплуатации. Ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, следует предохранять от грунтовой влаги путем устройства гидроизоляции.

4.9 Долговечность теплоизоляционных конструкций и материалов должна быть более 25 лет; долговечность сменяемых уплотнителей - более 15 лет.

4.10 При необходимости размещения жилых помещений, санузлов и кухонь, одна из стен которых выходит на эвакуационную лестничную клетку 3-го типа, эту стену следует проектировать как наружную.

Стены

4.11 С теплотехнической точки зрения различают три вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные.

Однослойные стены выполняют из конструкционно-теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции.

В трехслойных ограждениях с защитными слоями на точечных (гибких, шпоночных) связях рекомендуется применять утеплитель из минеральной ваты, стекловаты или пенополистирола с толщиной, устанавливаемой по расчету с учетом теплопроводных включений от связей. В этих ограждениях соотношение толщин наружных и внутренних слоев должно быть не менее 1:1,25 при минимальной толщине наружного слоя 50 мм.

В двухслойных стенах предпочтительно расположение утеплителя снаружи. Используются два варианта наружного утеплителя: системы с наружным покровным слоем без зазора и системы с воздушным зазором между наружным облицовочным слоем и утеплителем. Не рекомендуется применять теплоизоляцию с внутренней стороны из-за возможного накопления влаги в теплоизоляционном слое, однако в случае необходимости

такого применения поверхность со стороны помещения должна иметь сплошной и долговечный пароизоляционный слой.

4.12 При проектировании стен из кирпича и других мелкоштучных материалов следует максимально применять облегченные конструкции в сочетании с плитами из эффективных теплоизоляционных материалов.

Стены зданий из кирпича и керамических камней, за исключением стен с воздушными прослойками, а также стены, облицованные кирпичом, рекомендуется проектировать, как правило, с расшивкой швов кладки по фасаду. При применении камней из пористой керамики рекомендуется предусматривать облицовочный слой из кирпича с анкерами из нержавеющей стали или из стеклопластика для связки с основной кладкой.

4.13 При проектировании стен с неветилируемыми воздушными прослойками следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- размер прослойки по высоте должен быть не более высоты этажа и не более 6 м, размер по толщине - не менее 40 мм (10 мм при устройстве отражательной теплоизоляции);
- воздушные прослойки следует разделять глухими диафрагмами из негорючих материалов на участки размером не более 3 м;
- воздушные прослойки рекомендуется располагать ближе к холодной стороне ограждения.

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

- воздушная прослойка должна быть толщиной не менее 60 и не более 150 мм и ее следует размещать между наружным слоем и теплоизоляцией; следует предусматривать расщепки воздушного потока по высоте каждые три этажа из перфорированных перегородок;
- наружный слой стены должен иметь вентиляционные отверстия, суммарная площадь которых определяется из расчета 75 см^2 на 20 м^2 площади стен, включая площадь окон;
- нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с цоколями (карнизами), причем для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги;
- применять жесткие теплоизоляционные материалы плотностью не менее $80\text{-}90 \text{ кг/м}^3$, имеющие на стороне, обращенной к прослойке, ветро-воздухозащитные паропроницаемые пленки (типа "Тайвек", "Тектотен" или аналогичных мембранных пленок) или кашированные стеклотканью, либо предусматривать обязательную защиту поверхности теплоизоляции, обращенной к прослойке, стеклотканью с ячейками не более $4 \times 4 \text{ мм}$ или стеклотканью, прикрепляя ее к теплоизоляции при помощи армирующей массы; не следует применять горючие утеплители; применение мягких теплоизоляционных материалов не рекомендуется;
- при использовании в качестве наружного слоя облицовки из плит искусственных или натуральных камней горизонтальные швы должны быть

раскрыты (не должны заполняться уплотняющим материалом).

4.15 Тепловую изоляцию наружных стен следует проектировать непрерывной в плоскости фасада здания. Такие элементы ограждений, как внутренние перегородки, колонны, балки, вентиляционные каналы и другие не должны нарушать целостности слоя теплоизоляции. Воздуховоды, вентиляционные каналы и трубы, которые частично проходят в толще ограждений, следует располагать до теплой поверхности теплоизоляции. Следует обеспечить плотное примыкание теплоизоляции к сквозным теплопроводным включениям. При этом приведенное сопротивление теплопередаче стен с теплопроводными включениями должно быть не менее нормируемых величин согласно СНиП 23-02.

При применении новых теплоизоляционных материалов, расчетные теплотехнические характеристики которых не приведены в приложении Д, эти характеристики следует принимать согласно теплотехническим испытаниям по методике приложения Е, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями.

При применении в ограждающих конструкциях горючих утеплителей оконные и другие проемы по периметру следует обрамлять полосами шириной не менее 200 мм из минераловатного негорючего утеплителя плотностью не менее 80-90 кг/м³. Эти конструкции должны иметь разрешения Госпожнадзора к применению.

4.16 При наличии в конструкции теплозащиты теплопроводных включений необходимо учитывать следующее:

- несквозные включения целесообразно располагать ближе к теплой стороне ограждения;
- в сквозных, главным образом, металлических включениях (профилях, стержнях, болтах, оконных рамах) целесообразно предусматривать вставки (разрывы мостиков холода) из материалов с коэффициентом теплопроводности не выше 0,35 Вт/(м·°С).

4.17 Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^p , м²·°С/Вт, для наружных стен следует определять согласно СНиП 23-02 для фасада здания либо для одного промежуточного этажа с учетом откосов проемов без учета их заполнений с проверкой условия невыпадения конденсата на участках в зонах теплопроводных включений.

Коэффициент теплотехнической однородности r с учетом теплотехнических однородностей оконных откосов и примыкающих внутренних ограждений проектируемой конструкции для:

- панелей промышленного изготовления должен быть, как правило, не менее величин, установленных в таблице 6;
- для стен жилых зданий из кирпича должен быть, как правило, не менее 0,74 при толщине стены 510 мм, 0,69 - при толщине стены 640 мм и 0,64 - при толщине стены 780 мм.

Минимально допустимые значения коэффициента

теплотехнической однородности для конструкций
индустриального изготовления

Таблица 6

N п. п.	Ограждающая конструкция	Коэффициент r
1	Из однослойных легкобетонных панелей	0,90
2	Из легкобетонных панелей с термовкладышами	0,75
3	Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,70
4	Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитобетона	0,60
5	Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,50
6	Из трехслойных металлических панелей с эффективным утеплителем	0,75
7	Из трехслойных асбестоцементных панелей с эффективным утеплителем	0,70

Если в проектируемой конструкции ограждения достигнуть рекомендуемых величин r не удастся, то такую конструкцию применять не следует.

Крыши, чердаки, покрытия, мансарды

4.18 Покрытия жилых и общественных зданий могут быть бесчердачными (совмещенными) и отдельной конструкции, верхнее и нижнее перекрытия которой образуют чердачное пространство, и в зависимости от способа удаления вентиляционного воздуха оно может быть холодным или теплым.

Крыши с холодным чердаком разрешается применять в жилых зданиях любой этажности. Крыши с теплым чердаком рекомендуется применять в зданиях 6 этажей и более.

4.19 В крыше с холодным чердаком внутреннее пространство должно вентилироваться наружным воздухом через специальные отверстия в стенах, площадь сечения которых при железобетонном покрытии или сплошной

скатной кровле из металлических или других материалов должна быть не менее 0,001 площади перекрытия. При скатной кровле из штучных материалов (асбестоцементных листов, черепицы) чердачное пространство вентилируется через зазоры между его листами, поэтому вентиляционные отверстия допускается не предусматривать.

4.20 При крыше с холодным чердаком теплоизоляция укладывается по чердачному перекрытию. Теплоизоляционный слой по периметру чердака на ширину не менее 1 м рекомендуется защищать от увлажнения. Вентиляционные шахты и вытяжки канализационных стояков при холодном чердаке с выпуском воздуха наружу должны быть утеплены выше чердачного перекрытия.

4.21 В крыше с теплым чердаком чердачное пространство, имеющее утепленные наружные стены и утепленное кровельное покрытие, обогревается теплым воздухом, который поступает из вытяжной вентиляции дома. Для удаления воздуха из чердачного пространства следует предусматривать вытяжные шахты по одной на каждую секцию. Чердачное пространство следует посекционно разделить стенами на изолированные отсеки. Дверные проемы в стенах, обеспечивающие сквозной проход по чердаку, должны иметь уплотненные притворы.

4.22 Плиты покрытия теплого чердака при безрулонной кровле должны иметь верхний кровельный слой не менее 40 мм из плотного бетона и бортовые ребра высотой 100 мм. Плиты рекомендуется проектировать двухслойными, в том числе с теплоизоляционными вкладышами.

Плиты покрытия теплого чердака под рулонную кровлю рекомендуется проектировать однослойными из легкого бетона, в том числе с термовкладышами, или трехслойными.

4.23 Бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) могут устраиваться неветилируемые и вентилируемые. Невентилируемые покрытия следует предусматривать в тех случаях, когда в конструкции покрытия путем применения пароизоляции и других мероприятий исключается недопустимое влагонакопление в холодный период года. Вентилируемые покрытия надлежит предусматривать в тех случаях, когда конструктивные меры не обеспечивают нормального влажностного состояния конструкций.

В жилых и общественных зданиях рекомендуется применение вентилируемых совмещенных крыш.

4.24 Рекомендуемая конструкция бесчердачного (совмещенного) вентилируемого покрытия крыши может содержать следующие слои, считая от нижней поверхности:

- несущая конструкция;
- пароизолирующий слой;
- теплоизолирующий слой;
- вентилируемая прослойка, служащая для удаления влаги из конструкции покрытия или для его охлаждения;
- основание под гидроизоляцию (стяжка или кровельная плита при щелевых вентилируемых прослойках);

- многослойный гидроизолирующий кровельный ковер.

Волокнистые теплоизоляционные материалы в вентилируемых покрытиях должны быть защищены от воздействия вентилируемого воздуха паропроницаемыми пленочными покрытиями.

4.25 Осушающие воздушные прослойки и каналы следует располагать над теплоизоляцией или в верхней зоне последней. Минимальный размер поперечного сечения этих прослоек не должен быть менее 40 мм. Приточные отверстия следует устраивать в карнизной части, а вытяжные - с противоположной стороны здания или в коньке. Суммарное сечение как приточных, так и вытяжных отверстий рекомендуется назначать в пределах 0,002-0,001 от горизонтальной проекции покрытия.

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{вх}$
для условий холодного периода

Таблица 7

№ п.п.	Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{вх}$, Вт/(м ² ·°С)
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом:

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

б) на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи $\alpha_{вх}$ равным 10,8 Вт/(м²·°С).

Теплотехнический расчет неоднородных наружных ограждающих конструкций, содержащих углы, проемы, соединительные элементы между

наружными облицовочными слоями (ребра, шпонки, стержневые связи), сквозные и несквозные теплопроводные включения, выполняются на основе расчета температурных полей по приложению М. Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, неоднородной ограждающей конструкции или ее участка (фрагмента) следует определять по формуле

$$R_o^r = n(t_{int} - t_{ext})A/Q, \quad (9)$$

где A - площадь неоднородной ограждающей конструкции или ее фрагмента, м^2 , по размерам с внутренней стороны, включая откосы оконных проемов;

Q - суммарный тепловой поток через конструкцию или ее фрагмент площадью A , Вт, определяемый на основе расчета температурного поля на ЭВМ либо экспериментально по ГОСТ 26254 или ГОСТ 26602.1 с внутренней стороны;

n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый согласно таблице 6 СНиП 23-02 .

t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха, °C , принимаемая по СНиП;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха, °C , принимаемая по СНиП.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r всей ограждающей конструкции следует осуществлять по формуле

$$R_o^r = A / \left(\sum_{i=1}^m (A_i / R_{o,i}^r) \right), \quad (10)$$

где A_i , $R_{o,i}^r$ - соответственно площадь i -го участка характерной части ограждающей конструкции, м^2 , и его приведенное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

A - общая площадь конструкции, равная сумме площадей отдельных участков, м^2 ;

m - число участков ограждающей конструкции с различным приведенным сопротивлением теплопередаче.

Приведенный расход воздуха в системе вентиляции

Таблица 8

Этажность здания	Приведенный расход воздуха $G_{вент}$, кг/(м ² ·ч), при наличии в квартирах	
	газовых плит	электроплит
5	12	9,6
9	19,5	15,6
12	-	20,4
16	-	26,4
22	-	35,2
25	-	39,5

Коэффициент неравномерности
теплоотдачи нагревательных приборов M

Таблица 9

N п.п.	Тип отопления	M
1	Водяное отопление зданий с непрерывным обслуживанием	0,1
2	Паровое отопление или нетеплоемкими печами:	
	а) время подачи пара или топки печи - 18 ч, перерыв - 6 ч	0,8
	б) время подачи пара или топки печи - 12 ч, перерыв - 12 ч	1,4
	в) время подачи пара или топки печи - 6 ч, перерыв - 18 ч	2,2
3	Водяное отопление (время топки - 6 ч)	1,5
4	Печное отопление теплоемкими печами при топке их 1	

раз в сутки:	
толщина стенок печи в 1/2 кирпича	От 0,4 до 0,9
толщина стенок печи в 1/4 кирпича	От 0,7 до 1,4
Примечание - Меньшие значения M соответствуют массивным печам, большие - менее массивным легким печам. При топке печей 2 раза в сутки величину M следует уменьшать в 2,5-3 раза для печей со стенками в 1/2 кирпича и в 2-2,3 раза - при 1/4 кирпича.	

5 КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

5.1 При проектировании здания следует устанавливать согласно СНиП 23-02 класс энергетической эффективности А, В или С, по требованию заказчика или владельца здания, обеспечивающий заданный расход тепловой энергии на поддержание параметров микроклимата помещений с учетом климатического района строительства. Контроль теплотехнических и энергетических показателей при проектировании и экспертизе проектов на их соответствие нормам СНиП 23-02 следует выполнять по данным энергетического паспорта.

5.2 Контроль качества и соответствие тепловой защиты зданий и отдельных его элементов нормам СНиП 23-02 при эксплуатации зданий осуществляются аккредитованными Госстроем России испытательными лабораториями путем экспериментального определения основных показателей на основе государственных стандартов на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом. При несоответствии фактических показателей проектным значениям следует разрабатывать мероприятия по устранению дефектов.

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

5.4 Определение теплотехнических характеристик (сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию, теплоустойчивости, теплотехнической однородности) отдельных конструктивных элементов тепловой защиты выполняют в натуральных 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.

5.5 Класс энергетической эффективности здания на стадии эксплуатации присваивается по данным натурных теплотехнических испытаний не менее чем через год после ввода здания в эксплуатацию. Присвоение класса энергетической эффективности производится по степени отклонения удельного расхода тепловой энергии (полученного в результате испытаний и нормализованного в соответствии с расчетными условиями согласно ГОСТ 31168) в сравнении с расчетными по данным нормам в соответствии с таблицей 3 СНиП 23-02. Установленный класс энергетической эффективности следует занести в энергетический паспорт здания.

Пример заполнения энергетического паспорта жилого здания Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	г.Тверь
Разработчик проекта	ЦНИИЭПжилища
Адрес и телефон разработчика	Москва, Дмитровское шоссе, 9б; Тел.(095)9762819
Шифр проекта	Серия 121

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-29
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	14

4	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	2
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	218
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-3,0
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	5014

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Жилое
9	Размещение в застройке	Отдельно стоящее
10	Тип	Многоэтажное, 9 этажей
11	Конструктивное решение	Крупнопанельное, железобетонное

Геометрические и теплоэнергетические показатели

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное проектное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Геометрические показатели					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_g^{sum}, \text{ м}^2$	-	5395	
	стен	$A_w, \text{ м}^2$	-	3161	
	окон и балконных дверей	$A_F, \text{ м}^2$	-	694	
	витражей	$A_F, \text{ м}^2$	-	-	

	фонарей	$A_F, \text{ м}^2$	-	-	
	входных дверей и ворот	$A_{вд}, \text{ м}^2$	-	-	
	покрытий (совмещенных)	$A_c, \text{ м}^2$	-	-	
	чердачных перекрытий (холодного чердака)	$A_c, \text{ м}^2$	-	-	
	перекрытий теплых чердаков	$A_c, \text{ м}^2$	-	770	
	перекрытий над техподпольями	$A_f, \text{ м}^2$	-	770	
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	$A_f, \text{ м}^2$	-	-	
	перекрытий над проездами и под эркерами	$A_f, \text{ м}^2$	-	-	
	пола по грунту	$A_f, \text{ м}^2$	-	-	
13	Площадь квартир	$A_n, \text{ м}^2$	-	5256	
14	Полезная площадь (общественных зданий)	$A_n, \text{ м}^2$	-	-	
15	Площадь жилых помещений	$A_t, \text{ м}^2$	-	3416	
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_t, \text{ м}^2$	-	-	
17	Отапливаемый объем	$V_h, \text{ м}^3$	-	18480	
18	Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,18	0,18	
19	Показатель компактности здания	k_g^{des}	0,32	0,29	

Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_o^r, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$			
	стен	R_w	3,16	2,65	
	окон и балконных дверей	R_F	0,526	0,55	
	витражей	R_F	-	-	
	фонарей	R_F	-	-	
	входных дверей и ворот	R_{sd}	1,2	-	
	покрытий (совмещенных)	R_c	-	-	
	чердачных перекрытий (холодных чердаков)	R_c	-	-	
	перекрытий теплых чердаков (включая покрытие)	R_c	4,71	4,71	
	перекрытий над техподпольями	R_f	4,16	4,16	
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	R_f	-	-	
	перекрытий над проездами и под эркерами	R_f	-	-	
	пола по грунту	R_f	-	-	
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}, \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	-	0,519	
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a, \text{ч}^{-1}$	0,671	0,671	

	Кратность воздухообмена при испытаниях (при 50 Па)	$n_{50}, \text{ч}^{-1}$	4,0	-	
23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	-	0,573	
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	-	1,092	
Энергетические показатели					
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h, \text{МДж}$	-	2552185	
26	Удельные бытовые тепловыделения* в здании	$q_{int}, \text{Вт}/\text{м}^2$		14,5	
Энергетические показатели					
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}, \text{МДж}$	-	932945	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s, \text{МДж}$	-	255861	
29	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y, \text{МДж}$	-	1970491	
Коэффициенты*					
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_0^{des}		0,5	
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от	ε_{dec}		-	

	источника теплоты			
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ξ	0,85	
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k	0,8	
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h	1,13	



6. РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Таблица 1

N п.п.	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		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) ε , Вт/(м ² ·°C)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	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	0,05 2	0,06	0,8 9	0,99	0,05	

2	"	100	1,34	0,041	2	10	0,04 1	0,05 2	0,6 5	0,82	0,05
3	Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,04 1	0,05	0,4 1	0,49	0,05
4	Пенополистирол ОАО "СП Радослав"	18	1,34	0,042	2	10	0,04 2	0,04 3	0,2 8	0,32	0,02
5	То же	24	1,34	0,04	2	10	0,04	0,04 1	0,3 2	0,36	0,02
6	Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,03 1	0,03 1	0,2 8	0,31	0,013
7	То же, 2800С	28	1,34	0,029	2	10	0,03 1	0,03 1	0,3 0	0,33	0,013
8	То же, 3035С	33	1,34	0,029	2	10	0,03 1	0,03 1	0,3 2	0,36	0,013
9	То же, 4000С	35	1,34	0,030	2	10	0,03 1	0,03 1	0,3 4	0,37	0,005
10	То же, 5000С	45	1,34	0,030	2	10	0,03 1	0,03 1	0,3 8	0,42	0,005
11	Пенополистирол Стиропор PS15	15	1,34	0,039	2	10	0,04 0	0,04 4	0,2 5	0,29	0,035
12	То же, PS20	20	1,34	0,037	2	10	0,03 8	0,04 2	0,2 8	0,33	0,030

13	То же, PS30	30	1,34	0,035	2	10	0,03 6	0,04 0	0,3 3	0,39	0,030
14	Экструдированный пенополистирол "Стайрофоам"	28	1,45	0,029	2	10	0,03 0	0,03 1	0,3 1	0,34	0,006
15	То же, "Руфмат"	32	1,45	0,028	2	10	0,02 9	0,02 9	0,3 2	0,36	0,006
16	То же, "Руфмат А"	32	1,45	0,030	2	10	0,03 2	0,03 2	0,3 4	0,37	0,006
16а	То же, "Флурмат 500"	38	1,45	0,027	2	10	0,02 8	0,02 8	0,3 4	0,38	0,006
17	То же, "Флурмат 500А"	38	1,45	0,030	2	10	0,03 2	0,03 2	0,3 7	0,41	0,006
18	То же, "Флурмат 200"	25	1,45	0,028	2	10	0,02 9	0,02 9	0,2 8	0,31	0,006
19	То же, "Флурмат 200А"	25	1,45	0,029	2	10	0,03 1	0,03 1	0,2 9	0,32	0,006
20	Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,06 4	0,8 6	0,99	0,23
21	То же	100 и мене е	1,26	0,041	2	10	0,05	0,05 2	0,6 8	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	Перлитопласт-бетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,063	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

33	То же, "К флекс":											
		60- 80	1,806	0,039	0	0	0,03 9	0,03 9	0,6	0,6	0,010	
		EC	1,806	0,039	0	0			0,6	0,6	0,009	
		60- 80	1,806	0,041	0	0	0,03 9	0,03 9	0,6	0,65	0,010	
	ST											
	ЕСО	60- 95				0,04 1	0,04 1	5				
34	Экструзионный пенополистирол "Пеноплэкс", тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,02 9	0,03 0	0,3 6	0,37	0,018	
35	То же, тип 45	45	1,53	0,030	2	3	0,03 1	0,03 2	0,4 0	0,42	0,015	
Б	Минераловатные (ГОСТ 4640), стекловолокнистые, пеностекло, газостекло											
36	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125	0,84	0,044	2	5	0,06 4	0,07	0,7 3	0,82	0,30	
37	То же	100	0,84	0,044	2	5	0,06 1	0,06 7	0,6 4	0,72	0,49	
38	"	75	0,84	0,046	2	5	0,05 8	0,06 4	0,5 4	0,61	0,49	
39	Маты минераловатные на синтетическом связующем	225	0,84	0,054	2	5	0,07 2	0,08 2	1,0 4	1,19	0,49	

	(ГОСТ 9573)											
40	То же	175	0,84	0,052	2	5	0,06 6	0,07 6	0,8 8	1,01	0,49	
41	"	125	0,84	0,049	2	5	0,06 4	0,07	0,7 3	0,82	0,49	
42	"	75	0,84	0,047	2	5	0,05 8	0,06 4	0,5 4	0,61	0,53	
43	Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловат- ные на синтетическо м и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	250	0,84	0,058	2	5	0,08 2	0,08 5	1,1 7	1,28	0,41	
44	То же	225	0,84	0,058	2	5	0,07 9	0,08 4	1,0 9	1,20	0,41	
45	"	200	0,84	0,056	2	5	0,07 6	0,08	1,0 1	1,11	0,49	
46	"	150	0,84	0,050	2	5	0,06 8	0,07 3	0,8 3	0,92	0,49	
47	"	125	0,84	0,049	2	5	0,06 4	0,06 9	0,7 3	0,81	0,49	
48	"	100	0,84	0,044	2	5	0,06	0,06 5	0,6 4	0,71	0,56	
49	"	75	0,84	0,046	2	5	0,05 6	0,06 3	0,5 3	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	200	0,84	0,064	1	2	0,076	0,074	0,94	1,01	0,45
56	Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,081	1,01	1,11	0,38
57	То же	125	0,84	0,056	2	5	0,064	0,060	0,70	0,78	0,38
58	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем	45	0,84	0,047	2	5	0,064	0,064	0,44	0,5	0,6

	(ГОСТ 10499)											
59	Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,84	0,061	2	5	0,06 4	0,07	0,8	0,9	0,53	
60	Маты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	25	0,84	0,04	2	5	0,04 3	0,05	0,2 7	0,31	0,61	
61	То же	17	0,84	0,044	2	5	0,04 6	0,05 3	0,2 3	0,26	0,66	
62	"	15	0,84	0,046	2	5	0,04 8	0,05 3	0,2 2	0,25	0,68	
63	"	11	0,84	0,048	2	5	0,05	0,05 5	0,1 9	0,22	0,7	
64	Плиты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	85	0,84	0,044	2	5	0,04 6	0,05	0,5 1	0,57	0,5	
65	То же	75	0,84	0,04	2	5	0,04 2	0,04 7	0,4 6	0,52	0,5	
66	"	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,04 5	0,4	0,45	0,51	
67	"	45	0,84	0,039	2	5	0,04 1	0,04 5	0,3 5	0,39	0,51	
68	"	35	0,84	0,039	2	5	0,04 1	0,04 6	0,3 1	0,35	0,52	
69	"	30	0,84	0,04	2	5	0,04	0,04	0,2	0,32	0,52	

							2	6	9		
70	"	20	0,84	0,04	2	5	0,04 3	0,04 8	0,2 4	0,27	0,53
71	"	17	0,84	0,044	2	5	0,04 7	0,05 3	0,2 3	0,26	0,54
72	"	15	0,84	0,046	2	5	0,04 9	0,05 5	0,2 2	0,25	0,55
73	Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,7 6	1,94	0,02
74	То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,4 6	1,56	0,02
75	"	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,0 1	1,1	0,03
В	Плиты из природных органических и неорганических материалов										
76	Плиты древесно- волокнист- ые и древесно- стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,7 5	7,7	0,12
77	То же	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,4 9	6,13	0,12
78	"	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,9 3	4,43	0,13
79	"	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,9 5	3,26	0,19
80	"	200	2,3	0,06	10	12	0,07	0,08	1,6	1,81	0,24

									7		
81	Плиты фибролитовы е и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,8 6	4,50	0,11
82	То же	450	2,3	0,09	10	15	0,13 5	0,17	3,4 7	4,04	0,11
83	"	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,2 1	3,70	0,26
84	Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,3 1	2,99	0,45
85	То же	200	2,3	0,06	10	15	0,07	0,09	1,6 7	1,96	0,49
86	Плиты торфяные теплоизоляци онные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,1 2	2,34	0,19
87	То же	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,06 4	1,6	1,71	0,49
88	Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49
89	Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,0 4	7,76	0,098
90	То же	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,3 2	5,99	0,11
91	Листы гипсовые обшивочные	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,1 2	5,48	0,075

	(сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)											
92	То же	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,3 4	3,66	0,075	
93	Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,09 9	1,8 4	1,95	0,04	
94	То же	250	1,68	0,082	1	2	0,08 5	0,09 9	1,5 3	1,64	0,04	
95	"	225	1,68	0,079	1	2	0,08 2	0,09 4	1,3 9	1,47	0,04	
96	"	200	1,68	0,076	1	2	0,07 8	0,09	1,2 3	1,32	0,04	
Г	Засыпки											
97	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,6 2	2,83	0,23	
98	То же	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,16 5	2,2 5	2,41	0,23	
99	"	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,15 5	2,0 6	2,22	0,235	
100	"	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14 5	1,8 7	2,02	0,24	
101	"	350	0,84	0,115	2	3	0,12 5	0,14	1,7 2	1,86	0,245	
102	"	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,5 6	1,66	0,25	

103	"	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,2 2	1,3	0,26
104	Гравий шунгизитовы й (ГОСТ 9757)	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,9 1	3,29	0,21
105	То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,19	2,5 4	2,89	0,22
106	"	500	0,84	0,12	2	4	0,15	0,17 5	2,2 5	2,54	0,22
107	"	450	0,84	0,11	2	4	0,14	0,16	2,0 6	2,30	0,22
108	"	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,15	1,8 7	2,10	0,23
109	Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0,84	0,21	2	3	0,24	0,31	4,0 2	4,67	0,21
110	Щебень шлакопемзо- вый и аглопоритовы й (ГОСТ 9757)	900	0,84	0,19	2	3	0,23	0,3	3,7 3	4,36	0,21
111	То же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,3 6	3,83	0,21
112	"	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,9 9	3,37	0,22
113	"	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23

114	"	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,3 2	2,59	0,23
115	"	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,1 3	2,32	0,24
116	"	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,9 4	2,12	0,24
117	Щебень и песок из перилита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,7 9	1,92	0,26
118	То же	400	0,84	0,076	1	2	0,08 7	0,09 5	1,5	1,6	0,3
119	"	350	0,84	0,07	1	2	0,08 1	0,08 5	1,3 5	1,42	0,3
120	"	300	0,84	0,064	1	2	0,07 6	0,08	0,9 9	1,04	0,34
121	Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,09 5	1,0 1	1,16	0,23
122	То же	150	0,84	0,060	1	3	0,07 4	0,09 8	0,8 4	1,02	0,26
123	"	100	0,84	0,055	1	3	0,06 7	0,08	0,6 6	0,75	0,3
124	Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,9 5	7,91	0,17
Д	Строительные растворы (ГОСТ 28013)										

125	Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
126	То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,1 6	7,15	0,14
127	Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,3	4,6 4	5,42	0,15
128	То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,7 3	4,51	0,16
129	Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,2 4	3,84	0,17
130	Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,4 4	2,95	0,43
131	То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,0 3	2,35	0,53
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
A	Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)										
132	Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11, 38	12,7 9	0,09
133	"	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,6 2	10,9 1	0,11
134	"	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,7 6	8,63	0,11
135	"	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,3 8	7,2	0,12
136	Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,5	9,3	0,075

									4		
137	"	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
138	"	1200	0,84	0,34	4	6	0,4	0,43	5,9 4	6,41	0,098
139	"	1000	0,84	0,26	4	6	0,3	0,34	4,6 9	5,2	0,11
140	"	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
141	Бетон на вулканическо м шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,1 4	0,075
142	То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,7 6	8,63	0,083
143	"	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,3 8	7,2	0,09
144	"	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098
145	"	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)										
146	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзито- пенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,3 3	0,09
147	То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,7 7	0,09
148	"	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098

149	"	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
150	"	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
151	"	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
152	"	600	0,84	0,16	5	10	0,2	0,26	3,03	3,78	0,26
153	"	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
154	Керамзито-бетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
155	То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
156	"	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
157	Керамзито-бетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
158	То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
159	Шунгизито-бетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
160	"	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
161	"	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
162	Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
163	"	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
164	"	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
165	"	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3

166	Шлакопемзо-бетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
167	То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
168	"	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
169	"	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
170	"	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
171	Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,7	9,29	10,31	0,09
172	То же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,9	8,78	0,098
173	"	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
174	"	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
175	"	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
176	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
177	То же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
178	"	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
179	"	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
180	Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных)	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075

	шлаках											
181	То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083	
182	"	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09	
183	"	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11	
184	"	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14	
185	Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09	
186	То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11	
187	"	1000	0,84	0,24	5	8	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12	
188	Вермикулито-бетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-	
189	"	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15	
190	"	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19	
191	"	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23	
В	Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)											
192	Полистирол бетон	600	1,06	0,145	4	8	0,17	0,20	3,07	3,49	0,068	
193	"	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075	
194	"	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,13	2,07	2,34	0,085	
195	"	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10	
196	"	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12	

197	"	150	1,06	0,055	4	8	0,05 7	0,06	0,87	0,96	0,135
198	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
199	То же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
200	"	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
201	"	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
202	"	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
203	Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
204	То же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
205	"	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
Г	Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
206	Глиняного обыкновенног о (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,1 2	0,11
207	Глиняного обыкновенног о на цементно- шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
208	Глиняного обыкновенног о на цементно-	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15

	перлитовом растворе											
209	Силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11	
210	Трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19	
211	То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23	
212	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											
213	Керамического о пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,9 1	8,48	0,14	
214	Керамического о пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,0 1	7,56	0,16	

	растворе											
215	Керамическог о пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,1 6	6,62	0,17	
216	Силикатного одиннадцати пустот- ного (ГОСТ 379) на цементно- песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,5 9	9,63	0,13	
217	Силикатного четырнадцати- пустотного (ГОСТ 379) на цементно- песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,9 3	9,01	0,14	
Е	Дерево и изделия из него											
218	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,8 7	4,54	0,06	
219	Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,5 6	6,33	0,32	
220	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05	

221	Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
222	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,2 2	4,73	0,02
223	Картон облицовочный (ГОСТ 8740)	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
224	Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,2 6	4,89	0,083
III	Конструкционные материалы										
A	Бетоны (ГОСТ 7473, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)										
225	Железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,9 8	18,9 5	0,03
226	Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633)	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,7 7	17,8 8	0,03
227	Раствор цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,0 9	0,09
228	Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,4 2	0,098
229	Раствор известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
B	Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)										
230	Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,0 4	25,0 4	0,008

231	Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,8 6	22,8 6	0,008
232	Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,7 7	13,7	0,06
233	"	1800	0,88	0,7	2	3	0,93	1,05	10,8 5	11,7 7	0,075
234	"	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
235	"	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
236	Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,6 8	12,9 2	0,075
237	"	1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,7 6	0,083
238	"	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
239	"	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
240	"	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
241	"	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)										
242	Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
243	То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
244	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
245	То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008

246	"	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
247	Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
248	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	-
249	Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
250	То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
251	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
252	То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
253	"	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
Г	Металлы и стекло										
254	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
255	Чугун (ГОСТ 9583)	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0

256	Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0,84	221	0	0	221	221	187, 6	187, 6	0
257	Медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0



7. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Площади наружных ограждающих конструкций, отапливаемые площадь и объем здания, необходимые для расчета энергетического паспорта, и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания определялись согласно проекту в соответствии с СНиП 23-02.

Сопrotивления теплопередаче ограждающих конструкций определялись в зависимости от количества и материалов слоев по формулам (6-8) СНиП 23-02. При этом коэффициенты теплопроводности $\lambda_B, \text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, используемых материалов для условий эксплуатации Б: железобетон (плотностью $\rho_0 = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$; кирпичная кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе ($\rho_0 = 18700 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$; цементно-песчаный раствор ($\rho_0 = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$; ячеисто-бетонные блоки ($\rho_0 = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,26 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$; гравий керамзитовый ($\rho_0 = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$; минераловатные плиты производства ЗАО "Минеральная вата" марки Венти Баттс ($\rho_0 = 100 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, марки Руф Баттс В ($\rho_0 = 180 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,048 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, марки Руф Баттс Н ($\rho_0 = 100 \text{ кг}/\text{м}^3$), $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$.

Наружные стены в корпусе применены трех типов.

Первый тип на первом этаже - кирпичная кладка толщиной 380 мм, утепленная минераловатными плитами Венти Баттс толщиной 120 мм, облицовочным слоем из гранитных плит на отnose, образующим с наружной поверхностью утеплителя вентилируемую воздушную прослойку толщиной 60 мм. Поскольку прослойка вентилируемая, то она и гранитная плита не участвуют в определении теплозащитных свойств стены. Сопrotивление теплопередаче этой стены равно

$$R_0^I = 1/8,7 + 0,38/0,81 + 0,12/0,045 + 1/23 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Второй тип стены применен в ограждениях основных лестничных клеток и стенового ограждения купола и выполнен из железобетона толщиной 250 мм, утепленного минераловатными плитами толщиной 135 мм с облицовочным слоем из гранитных плит на отnose. Сопротивление теплопередаче этой стены равно

$$R_0^{II} = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,135/0,045 + 1/23 = 3,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Третий тип стены применен на 2-5-м и техническом этажах здания и выполнен из мелких ячеистобетонных блоков толщиной 250 мм, утепленных минераловатными плитами Венти Баттс толщиной 100 мм, с облицовочным слоем из гранитных плит на отnose. Сопротивление теплопередаче этой стены равно

$$R_0^{III} = 1/8,7 + 0,25/0,26 + 0,1/0,045 + 1/23 = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Стены первого типа имеют площадь $A_{wI} = 4613 \text{ м}^2$ при общей площади всех фасадов 7081 м^2 .

Среднее сопротивление теплопередаче стен здания определяют по формуле равным

$$\begin{aligned} R_0^{av} &= A_w / \sum_{i=1}^n (A_{wi} / R_0^i) = 7081 / (1256/3,3 + 1212/3,28 + 4613/3,34) = \\ &= 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}. \end{aligned}$$

Поскольку стены здания имеют однородную многослойную структуру, то при наличии оконных проемов, образующих в стенах оконные откосы, коэффициент теплотехнической однородности наружных стен принят $r = 0,9$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стен здания, определяемое по формуле, равно

$$R_0^r = r \cdot R_0^{av} = 0,9 \cdot 3,3 = 2,97 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Покрытие ($A_0 = 2910 \text{ м}^2$) здания, выполненное в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 220 мм, утеплено двумя слоями минераловатных плит: верхний защитный слой - плиты Руф Баттс В толщиной 40 мм и нижний слой - плиты Руф Баттс Н толщиной 150 мм. Сверху покрытие имеет керамзитовую засыпку средней толщиной 120 мм и цементно-песчаную стяжку толщиной 30 мм.

Сопротивление теплопередаче покрытия составило

$$\begin{aligned} R_0 &= 1/8,7 + 0,22/2,04 + 0,04/0,048 + 0,15/0,045 + 0,12/0,23 + 0,3/0,93 + \\ &+ 1/23 = 4,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}. \end{aligned}$$

Окна и витражи здания ($A_F = 1424 \text{ м}^2$) выполнены из блоков с переплетами из алюминиевых сплавов с заполнением из двухкамерных стеклопакетов с толщиной воздушных прослоек 12 мм. Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^r = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Светопрозрачное покрытие купола ($A_{scy} = 288 \text{ м}^2$) выполнено из блоков с переплетами из алюминиевых сплавов с заполнением из однокамерных стеклопакетов с наружным стеклом триплекс и внутренним стеклом с селективным покрытием. Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^r = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Ограждения отапливаемого подвала (пол и стены) контактируют с грунтом. Определение приведенного сопротивления теплопередаче ограждений, контактирующих с грунтом, осуществляется по следующей методике.

Для этого ограждения, контактирующие с грунтом ($A_j = 4006 \text{ м}^2$), разбиваются на зоны шириной 2 м, начиная от верха наружных стен подвала, контактирующих с грунтом.

Площади зон и их сопротивления теплопередаче

	$A_{\text{з}}, \text{ м}^2$	$R_{oi}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$
Зона I	634	2,1
Зона II	592	4,3
Зона III	556	8,6
Зона IV	2224	14,2

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждений по грунту, определяемое по формуле (10), равно

$$R_o^r = 4006 / (634 / 2,1 + 592 / 4,3 + 556 / 8,6 + 2224 / 14,2) = 6,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

2. Приведенный коэффициент теплопередачи $K_m^{\text{тр}}$ через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (Г.5) приложения Г СНиП 23-02 по приведенным сопротивлениям теплопередаче отдельных ограждающих конструкций оболочки здания и их площадям

$$\begin{aligned} K_m^{\text{тр}} &= (5657 / 2,97 + 1424 / 0,45 + 2910 / 4,99 + 288 / 0,6 + 4006 / 6,06) / 14285 = \\ &= 0,476 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) \end{aligned}$$

3. Условный коэффициент теплопередачи здания $K_m^{\text{инф}}$, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, определяется по формуле (Г.6) приложения Г СНиП 23-02. При этом

$$\text{удельная теплоемкость воздуха } c = 1 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot \text{°C});$$

$$\beta_v = 0,85;$$

отапливаемый объем здания $V_h = 72395 \text{ м}^3$;

общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций $A_g^{sum} = 14285 \text{ м}^2$;

средняя плотность приточного воздуха за отопительный период определяется по формуле (Г.7) приложения Г СНиП 23-02

$$\rho_a^{ht} = 353 / [273 + 0,5(t_{int} + t_{ext})] = 353 / [273 + 0,5(21 - 28)] = 1,31 \text{ кг/м}^3;$$

средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г.8) СНиП 23-02

$$n_a = [(L_v \cdot n_v) / 168 + (G_{inf} k n_{inf} / 168)] / (\beta_v \cdot V_h)^*,$$

По проекту количество приточного воздуха, поступающего по этажам, составляет: цокольный этаж - $69298 \text{ м}^3/\text{ч}$, 1-й этаж - $34760 \text{ м}^3/\text{ч}$, - 2-й этаж - $19240 \text{ м}^3/\text{ч}$, - 3-й этаж - $30890 \text{ м}^3/\text{ч}$, - 4-й этаж - $14690 \text{ м}^3/\text{ч}$, - 5-й этаж - $37460 \text{ м}^3/\text{ч}$, - технический этаж - $3610 \text{ м}^3/\text{ч}$.

n_v - число часов работы механической вентиляции в течение недели; согласно технологическому режиму работы здания 4-й и 5-й этажи вентилируются с помощью механической вентиляции круглосуточно в течение недели 168 ч (n_v), одна треть притока цокольного, 1-го и 2-го этажей, а также приток 3-го этажа и подкупольного пространства - в течение 40 ч в неделю (n_v), две трети цокольного, 1-го и 2-го этажей - в течение 8 ч в неделю (n_v);

G_{inf} - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции в нерабочее время - для общественных зданий определяется по формул $G_{inf} = 0,5 \beta_v \cdot V_h^1$,

V_h^1 - отапливаемый объем помещений здания, работающих 40 ч в неделю, $V_h^1 = 53154 \text{ м}^3$;

k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, равный для конструкции с одинарными переплетами $k=1$;

n_{inf} - число часов учета инфильтрации в течение недели, равное для рассматриваемого здания $n_{inf} = 168 - n_v = 168 - 40 = 128 \text{ ч}$.

Тогда

$$n_a = \{ [(14690 + 37460)168 + (41099 + 30890 + 3610)40 + 82199,8] / 168 + (0,5 \cdot 0,85 \cdot 53154 \cdot 128) / 168 \} / 0,85 \cdot 72395 = 1,48 \text{ 1/ч.}$$

Подставляя приведенные выше значения в формулу (Г.6) СНиП 23-02, получим

$$K_m^{inf} = 0,28cn_a\beta_v V_h P_a^{ht} k / A_a^{sum} = 0,28 \cdot 1,48 \cdot 0,85 \cdot 723951,311 / 14285 = 2,337 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

4.Общий коэффициент теплопередачи здания $K_m, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, определяется по формуле (Г.4) приложения Г СНиП 23-02

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,476 + 2,337 = 2,813 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

5.Нормируемые значения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций согласно СНиП 23-02 устанавливаются в зависимости от градусо-суток отопительного периода D_d района строительства для каждого вида ограждения. В таблице 1 приведены значения нормируемых R_{req} и приведенных R_o^r сопротивлений теплопередаче видов ограждений рассматриваемого здания.

Величины нормируемых R_{req} и приведенных R_o^r сопротивлений теплопередаче видов ограждений здания

Таблица 1

№ п. п.	Вид ограждения	$R_{req}, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	$R_o^r, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
1	Стены	3,28	2,97
2	Покрытие	4,88	4,99
3	Окна	0,552	0,45
4	Стены и пол по грунту	-	6,06
5	Остекление купола	-	0,6

Как следует из таблицы, значения приведенных сопротивлений теплопередаче для стен и окон ниже нормируемых величин по СНиП 23-02. Однако это допустимо согласно 5.1 в СНиП 23-02, так как эти величины будут далее проверены на соответствие по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление здания.

6. Температура внутренней поверхности светопрозрачных конструкций должна быть для горизонтального остекления не ниже температуры точки росы t_d : при $t_{int} = 21 \text{ °C}$ и $\varphi_{int} = 55\%$ $t_d = 11,6 \text{ °C}$, для окон не ниже 3 °C при

расчетных условиях.

Температуру внутренней поверхности наружных ограждений τ_{int} при расчетных условиях следует определять по формуле

$$\tau_{int} = t_{int} - (t_{int} - t_{ext}) / (R_{F}^r \cdot \alpha_{int}),$$

Для светопрозрачного купола

$$\tau_{int} = 21 - (21 + 28) / (0,69,9) = 11,75^{\circ}\text{C} > t_d = 11,6^{\circ}\text{C};$$

для окон

$$\tau_{int} = 21 - (21 + 28) / (0,458,7) = 8,7^{\circ}\text{C} > 3^{\circ}\text{C}.$$

Следовательно, температура внутренней поверхности светопрозрачных конструкций при расчетных условиях удовлетворяет требованиям СНиП 23-02.

7. Объемно-планировочные характеристики здания установлены по СНиП 23-02.

Отношение площади наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания к полезной площади k :

$$k = A_e^{sum} / A_n = 14285 / 15241 = 0,94.$$

Коэффициент остекленности фасадов здания f :

$$f = A_F / A_{W+F} = 1424 / 7081 = 0,2 < 0,25$$

(по нормам СНиП 23-02).

Показатель компактности здания k_e^{des} , 1/м:

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h = 14285 / 72395 = 0,197.$$

8. В здании применены следующие энергосберегающие мероприятия:

- в качестве утеплителя ограждающих конструкций здания используются эффективные теплоизоляционные материалы с коэффициентом теплопроводности 0,045 Вт/(м·°C);

- в здании устанавливаются эффективные двухкамерные стеклопакеты с высоким сопротивлением теплопередаче;

- в здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с автоматизацией;

- применено автоматическое регулирование теплоотдачи отопительных приборов с помощью термостатов при центральном регулировании тепловой энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации зданий и сооружений первостепенное значение приобретает поддержание на должном уровне техническое состояние зданий и сооружений, в том числе за счет продления нормативных сроков эксплуатации, восстановления и реконструкции.

В настоящем пособии приведены методические рекомендации по общему порядку организации, проведения и оформления результатов обследований технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.

Учебное пособие предназначено для студентов строительных специальностей и поможет овладеть методами и методиками оценки строительных конструкций, знания которых необходимы для дальнейшей работы на производстве.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

В учебном пособии использовались следующие документы:

- СНиП 23-01-99* Строительная климатология
- СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий
- СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
- СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные
- СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные
- СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование
- СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- СНиП 2.08.02-89* Общественные здания и сооружения
- ГОСТ 8.207-76 ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- ГОСТ 111-2001 Стекло листовое. Технические условия
- ГОСТ 379-95 Кирпич и камни силикатные. Технические условия
- ГОСТ 530-95 Кирпич и камни керамические. Технические условия
- ГОСТ 931-90 Листы и полосы латунные. Технические условия
- ГОСТ 2695-83 Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия
- ГОСТ 2697-83* Пергамин кровельный. Технические условия
- ГОСТ 4598-86* Плиты древесно-волокнистые. Технические условия
- ГОСТ 4640-93* Вата минеральная. Технические условия
- ГОСТ 5578-94* Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия
- ГОСТ 5742-76 Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные
- ГОСТ 5781- Сталь горячекатаная для армирования железобетонных

- 82* конструкций. Технические условия
- ГОСТ 6266-97 Листы гипсокартонные. Технические условия
- ГОСТ 6428-83 Плиты гипсовые для перегородок. Технические условия
- ГОСТ 6617-76* Битумы нефтяные строительные. Технические условия
- ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости
- ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме
- ГОСТ 7251-77* Линолеум поливинилхлоридный на тканой и нетканой подоснове. Технические условия
- ГОСТ 7473-94 Смеси бетонные. Технические условия
- ГОСТ 8486-86*Е Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия
- ГОСТ 8673-93 Плиты фанерные. Технические условия
- ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия
- ГОСТ 8740-85* Картон облицовочный. Технические условия
- ГОСТ 8904-81* Плиты древесно-волоконистые твердые с лакокрасочным покрытием. Технические условия
- ГОСТ 9128-97 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия
- ГОСТ 9462-88* Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия
- ГОСТ 9463-88* Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия
- ГОСТ 9480-89 Плиты облицовочные пиленные из природного камня. Технические условия
- ГОСТ 9583-75 Трубы чугунные напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. Технические условия
- ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия
- ГОСТ 10923-93* Рубероид. Технические условия
- ГОСТ 16381-77* Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования
- ГОСТ 18124-95 Листы асбестоцементные плоские. Технические условия
- ГОСТ 19177-81 Прокладки резиновые пористые уплотняющие. Технические условия
- ГОСТ 19222- Арболит и изделия из него. Общие технические условия

- 84
- ГОСТ 22263-76 Щебень и песок из пористых горных пород. Технические условия
- ГОСТ 23166-99 Блоки оконные. Общие технические условия
- ГОСТ 23250-78 Материалы строительные. Метод определения удельной теплоемкости
- ГОСТ 24700-99 Блоки оконные деревянные со стеклопакетами. Технические условия
- ГОСТ 25380-82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции
- ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия
- ГОСТ 25609-83 Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов. Метод определения показателя теплоусвоения
- ГОСТ 25820-2000 Бетоны легкие. Технические условия
- ГОСТ 25898-83 Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию
- ГОСТ 26253-84 Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций
- ГОСТ 26254-84 Здания и сооружения. Метод 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 воздухопроницаемости
- ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
- ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
- ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия
- ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- ГОСТ 30547-97* Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия
- ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия
- ГОСТ 30734-2000 Блоки оконные деревянные мансардные. Технические условия
- ГОСТ 30971-2002 Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия
- ГОСТ 31167- Здания и сооружения. Методы определения

2003	воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях
СанПиН 2.1.2.1002-00	Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям
ВСН 58-88(р)	Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения
ВСН 61-89 (р)	Реконструкция и капитальный ремонт жилых домов. Нормы проектирования