

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РУКОВОДСТВО

по теплотехническому расчету наружных стеновых конструкций жилых и общественных зданий с применением изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНЫ: государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» (д.т.н., проф. Ватин Н.И. – научн. рук., к.т.н. Горшков А.С., ст. преп. Петросова Д.В., асс. Лаптева Н.А.), Национальная Ассоциация производителей Автоклавного Газобетона (Левченко В.Н., д.т.н., проф. Коломацкий А.С., к.т.н. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Кузнецов А.Н., Глумов А.В.).

2. РАССМОТРЕНЫ: на заседании кафедры «Технология, организация и экономика строительства» ГОУ «СПбГПУ» (выписка из протокола заседания кафедры №12 от 04.02.2011 г).

3. УТВЕРЖДЕНЫ: проректором по научной работе ГОУ «СПбГПУ» д.т.н., проф. Рудским А.И.

Настоящее руководство выполнено в соответствии с требованиями действующей нормативной документации по тепловой защите зданий (СНиП 23-02-2003, СП 23-101-2004). Пособие разработано для применения во всех регионах Российской Федерации.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....2
1 Общие положения 4
2 Область применения.....4
3 Исходные данные для проектирования 5
4 Основные положения по теплотехническому расчету.....8
5 Поэлементное требование.....9
6 Комплексное требование.....12
7 Санитарно-гигиеническое требование.....14
8 Методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление 15
Приложение А (обязательное). Нормативные ссылки 22
Приложение Б (обязательное). Расчетные теплотехнические показатели ячеистых бетонов автоклавного твердения.....23
Приложение В (рекомендуемое). Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче для однородных конструкций наружного ограждения.....24
Приложение Г (справочное). Значения коэффициента теплотехнической однородности **r** для некоторых типов кладки стен из полнотелых стеновых неармированных изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения.....28
Приложение Д (рекомендуемое). Пример расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период.....31
Приложение Е (рекомендуемое). Пример составления энергетического паспорта здания.....37

1 Общие положения

1.1. Настоящее руководство содержит основные положения по теплотехническому проектированию наружных стен жилых и общественных зданий, выполненных с применением газобетонных изделий автоклавного твердения.

1.2. Руководство не распространяется на проектирование ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, выполненных из ячеистобетонных изделий неавтоклавного твердения.

1.3. Качество стеновых блоков, перегородок и армированных изделий из ячеистых бетонов автоклавного твердения должно соответствовать требованиям ГОСТ 31359, ГОСТ 31360 и обеспечивать их эксплуатационную долговечность (изделия должны иметь марку по морозостойкости не менее F35).

1.4. Теплотехнический расчет элементов стеновых конструкций, возводимых из ячеистобетонных блоков, следует производить в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» и настоящего руководства.

1.5. Кладку стеновых ограждающих конструкций из ячеистобетонных блоков рекомендуется производить с применением клеевых составов, что обеспечивает высокую теплотехническую однородность стен.

1.6. При написании настоящего руководства были использованы протоколы испытаний и результаты теплотехнических исследований следующих производителей изделий из автоклавного газобетона: ООО «Н+Н» (Санкт-Петербург), ООО «Аэрок СПб» (Санкт-Петербург), ЗАО «АэроБел» (Белгород), ООО «ПСО «Теплит» (Екатеринбург), ООО «ЭКО» (Ярославль), ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр» (Можайск), ЗАО «МПРК «ГРАС» (Москва), ОАО «КОТТЕДЖ» (Самара), ОАО «Главновосибирскстрой» завод «Сибит» (Новосибирск), ООО «А-СилБет» (Владивосток).

1.7. Руководство не распространяется на проектирование ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, выполненных из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения, произведенных компаниями-производителями, не указанными в **п. 1.6** настоящего руководства.

2 Область применения

2.1 Требования, изложенные в настоящем руководстве, распространяются на тепловую защиту жилых и общественных зданий и сооружений (далее по тексту, - зданий), с применением изделий из автоклавного ячеистого бетона, выпускаемых на территории Российской Федерации.

2.2 Настоящее руководство не распространяется на тепловую защиту:

- жилых и общественных зданий, отапливаемых периодически (менее 5 дней в неделю) или сезонно (непрерывно, менее трех месяцев в году);
- мобильных жилых зданий;

- временных зданий, находящихся в эксплуатации не более двух отопительных сезонов;
- производственных зданий;
- сельскохозяйственных зданий;
- складских зданий;
- теплиц, парников и зданий холодильников.

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

3 Исходные данные для проектирования

3.1 Влажностный режим помещений

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности φ_{int} и температуры внутреннего воздуха t_{int} в них следует устанавливать по таблице 1.

Таблица 1

Режим	Влажность внутреннего воздуха φ_{int} [%] при температуре t_{int} [°С]		
	до 12 °С	св. 12 °С до 24 °С	св. 24 °С
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

3.2 Условия эксплуатации

Условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 2. Зоны влажности территории России следует принимать по Приложению В СНиП 23-02.

Таблица 2

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по Приложению В СНиП 23-02-2003)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

3.3 Параметры внутренней среды помещений

3.3.1 Параметры микроклимата помещений внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности пребывания в них и безопасности здоровью людей для холодного и теплого периодов года следует принимать согласно ГОСТ 30494. Параметры микроклимата специальных общеобразовательных школ-интернатов, детских дошкольных и оздоровительных учреждений следует

принимать в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами Министерства здравоохранения.

3.3.2 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 А СНиП 23-02 (при этом в случае попадания населенного 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 φ_{int} и температуры внутреннего воздуха t_{int} в соответствии с таблицей 1 руководства;
- устанавливают согласно таблице 2 условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б) в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности.

3.3.3 Расчетная температура воздуха внутри жилых и общественных зданий t_{int} для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в табл. 1 ГОСТ 30494 и Приложении I СанПиН 2.1.2.2645. Для остальных типов зданий параметры воздуха следует принимать по минимальным значениям оптимальной температуры в соответствие с требованиями ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 или ведомственным нормам проектирования зданий соответствующего назначения.

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

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

3.3.6 Для теплотехнического расчета ограждающих конструкций расчетные параметры внутреннего воздуха соответствующих типов зданий и помещений следует принимать по таблице 3.

Таблица 3

Назначение зданий	Расчетная температура внутреннего воздуха t_{int}, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int}, %	Температура точки росы t_d, °С
1	2	3	4
1. Жилые здания, общеобразовательные учреждения и другие общественные здания, кроме перечисленных в пунктах 2 и 3	20	55	10,7
2.Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	21	55	11,6
3. Дошкольные учреждения	22	55	12,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
4. Помещения:			
- кухонь	**20**	**60**	**12**
- ванных комнат	**25**	**60**	**16,7**
-плавательных бассейнов	**27**	**67**	**20,4**
Примечания 1 Для зданий, не указанных в таблице, температуру воздуха t_{int}, относительную влажность воздуха φ_{int} внутри здания и соответствующую им температуру точки росы t_d 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 (СанПиН).			

3.4 Наружные климатические условия

3.4.1 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 населенного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01.

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

3.4.3 Средний удельный вес наружного воздуха в течение отопительного периода γ_{α}^{ht} [Н/м^3] следует рассчитывать по формуле:

$$\gamma_{\alpha}^{ht} = \frac{3463}{(273 + t_{ht})}, \quad (1)$$

где t_{ht} – то же, что и в **п. 3.4.2**.

3.4.4 Среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период ρ_{α}^{ht} [кг/м^3] следует рассчитывать по формуле:

$$\rho_{\alpha}^{ht} = \frac{353}{[273 + 0{,}5 \cdot (t_{int} + t_{ext})]}, \quad (2)$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха [°С], определяемая согласно указаниям **п. 3.3.3**.

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года [°С], определяемая согласно указаниям **п. 3.4.1**.

3.5 Характеристики строительных материалов и конструкций

3.5.1 При проектировании теплозащиты используют следующие расчетные показатели изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения (по Приложению Б для условий эксплуатации А или Б в зависимости от влажностного режима помещений в соответствующих зонах влажности):

- коэффициент теплопроводности **λ** [Вт/(м·°С)];
- коэффициент теплоусвоения **s** [Вт/(м^2·°С)];
- удельная теплоемкость (в сухом состоянии) $\mathbf{c_0}$ [кДж/(кг·°С)];
- коэффициент паропроницаемости **μ** [мг/(м·ч·Па)].

3.5.2 Равновесную весовую влажность в наружных стенах из ячеистобетонных изделий зданий с сухим режимом эксплуатации в сухой и нормальной климатических зонах влажности и зданий с нормальным режимом эксплуатации в сухой климатической зоне принимают равной 4 %; в остальных наружных стенах из изделий ячеистобетонных автоклавного твердения равновесную влажность принимают равной 5 % (п. 3.15 ГОСТ 31359).

4 Основные положения по теплотехническому расчету

4.1 В соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (п. 5.1**)** нормами установлены **три показателя тепловой защиты**:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций.

4.2 Требования тепловой защиты здания считаются выполненными (п.5.1 СНиП 23-02), если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б» (поэлементное требования) либо «б» и «в» (комплексное требование).

4.3 В соответствии с п. 5.13 СНиП 23-02-2003 в случае, когда в результате расчета удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} окажется меньше нормируемого q_h^{req}, допускается уменьшение сопротивления теплопередаче $\mathbf{R_{req}}$ отдельных элементов ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, но не ниже минимально допустимых величин R_{min}, определяемых

- для стен по формуле (8) СНиП 23-02:

$$R_{min} = 0.63 \cdot R_{req}; \qquad (3)$$

- для остальных ограждающих конструкций по формуле (9) СНиП 23-02:

$$R_{min} = 0.8 \cdot R_{req}. \quad (4)$$

5 Поэлементное требование

5.1 Поэлементное требование к уровню тепловой защиты здания считается выполненными при удовлетворении следующего условия:

$$R_o^r \geq R_o^{req}, \quad (5)$$

где R_o^r - приведенное сопротивление теплопередаче стен здания, определяемое в соответствии с требованиями раздела 8 настоящего руководства;

R_o^{req} - нормируемое значение сопротивления теплопередаче для стен [м^2·°С/Вт].

5.2 Нормируемое значение сопротивления теплопередаче для стен жилых и общественных зданий R_o^{req} устанавливается в зависимости от градусо-суток отопительного периода (далее по тексту, - ГСОП) по следующей зависимости:

$$R_o^{req} = a \cdot D_d + b, \quad (6)$$

где **α, b** – коэффициенты, численные значения которых приведены в таблице 4 настоящего руководства;

D_d – градусо-сутки отопительного периода, определяемые для соответствующей группы зданий по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht}, \quad (7)$$

где **t_{int}** - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания [°С], принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 - по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале от 20 до 22 °С; в интервале от 21 до 23 °С для районов с температурой наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 минус 31 °С и ниже по СНиП 23-01), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале от 16 до 21 °С);

t_{ht}, z_{ht} – соответственно средняя температура наружного воздуха [°С] и продолжительность [сут/год] отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С - в остальных случаях.

5.3 Нормируемое значение сопротивлений теплопередаче R_o^{req} для стен жилых и общественных зданий следует принимать по таблице 4.

Таблица 4

Здания и помещения	**α**	**b**	**D_d, [°С·сут]**	R_o^{req}, [м²·°С/Вт]
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	0,00035	1,4	2 000 4 000 6 000 8 000 10 000 12 000	2,1 2,8 3,5 4,2 4,9 5,6
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	0,0003	1,2	2 000 4 000 6 000 8 000 10 000 12 000	1,8 2,4 3,0 3,6 4,2 4,8
Примечание – для величин градусо-суток $\mathbf{D_d}$, отличающихся от указанных в таблице 4, значения R_o^{req} следует определять по формуле (6), - см. **Примеры 1-5**.				

Пример 1. Требуется определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{req} стен жилого здания, проектируемого в г. Санкт-Петербург.

Исходные данные:

- расчетная средняя температура внутреннего воздуха в жилых помещениях здания t_{int}=20 °С (по табл. 1 ГОСТ 30494);
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха для климатических условий г. Санкт-Петербург t_{ht}= -1,8 °С (по табл. 1* СНиП 23-01);
- продолжительность отопительного периода z_{ht} =220 сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Определение нормируемого сопротивления теплопередаче стен:

1. Определяем ГСОП:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-1{,}8)) \cdot 220 = 4796 \left(^\circ C \cdot сут\right).$$

2. Определяем нормируемое сопротивление теплопередаче стен жилого здания R_o^{req}:

$$R_o^{req} = \alpha \cdot D_d + b = 0{,}00035 \cdot 4796 + 1{,}4 = 3{,}08 \left(м^2 \cdot ^\circ C / Вт\right).$$

Пример 2. Требуется определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{req} стен жилого здания, проектируемого в г. Екатеринбург (расчетная температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченность 0,92 - минус 35 °С).

Исходные данные:

- расчетная средняя температура внутреннего воздуха в жилых помещениях здания t_{int}=21 °С (по табл. 1 ГОСТ 30494);
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха для климатических условий г. Екатеринбург t_{ht}= -6 °С (по табл. 1* СНиП 23-01);
- продолжительность отопительного периода z_{ht} =230 сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Определение нормируемого сопротивления теплопередаче стен:

1. Определяем ГСОП:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (21 - (-6)) \cdot 230 = 6210{,}0 \left(^\circ C \cdot сут\right).$$

2. Определяем нормируемое сопротивление теплопередаче стен жилого здания R_o^{req}:

$$R_o^{req} = \alpha \cdot D_d + b = 0{,}00035 \cdot 6210{,}0 + 1{,}4 = 3{,}57 \left(м^2 \cdot {}^\circ C / Вт\right).$$

Пример 3. Требуется определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{req} стен здания поликлиники, проектируемой в г. Москва.

Исходные данные:

- расчетная средняя температура внутреннего воздуха в помещениях здания t_{int}=21 °С (по таблице 3 настоящих рекомендаций);
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха для климатических условий г. Москва t_{ht}= -2,2 °С (по табл. 1* СНиП 23-01);
- продолжительность отопительного периода z_{ht} =231 сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Определение нормируемого сопротивления теплопередаче стен:

1. Определяем ГСОП:

$$D_d = \left(t_{int} - t_{ht}\right) \cdot z_{ht} = (21 - (-2{,}2)) \cdot 231 = 5359{,}2 \left({}^\circ C \cdot сут\right).$$

2. Определяем нормируемое сопротивление теплопередаче стен жилого здания R_o^{req}:

$$R_o^{req} = \alpha \cdot D_d + b = 0{,}00035 \cdot 5359{,}2 + 1{,}4 = 3{,}28 \left(м^2 \cdot {}^\circ C / Вт\right).$$

Пример 4. Требуется определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{req} стен общественного здания научно-исследовательского института, проектируемого в г. Великий Новгород.

Исходные данные:

- расчетная средняя температура внутреннего воздуха в помещениях здания t_{int}=19 °С (по табл. 2 ГОСТ 30494 для помещений 2 категории);
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха для климатических условий г. Великий Новгород t_{ht}= -2,3 °С (по табл. 1* СНиП 23-01);
- продолжительность отопительного периода z_{ht} =221 сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Определение нормируемого сопротивления теплопередаче стен:

1. Определяем ГСОП:

$$D_d = \left(t_{int} - t_{ht}\right) \cdot z_{ht} = (19 - (-2{,}3)) \cdot 221 = 4707{,}3 \left({}^\circ C \cdot сут\right).$$

2. Определяем нормируемое сопротивление теплопередаче стен проектируемого общественного здания R_o^{req}:

$$R_o^{req} = \alpha \cdot D_d + b = 0{,}0003 \cdot 4707{,}3 + 1{,}2 = 2{,}61 \left(м^2 \cdot {}^\circ C / Вт\right).$$

Пример 5. Требуется определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{req} стен здания спорткомплекса, проектируемого в г. Белгород.

Исходные данные:

- расчетная средняя температура внутреннего воздуха в помещениях здания t_{int}=17 °С (по табл. 2 ГОСТ 30494 для помещений 4 категории);
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха для климатических условий г. Белгород t_{ht}= -1,9 °С (по табл. 1* СНиП 23-01);
- продолжительность отопительного периода z_{ht} =191 сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Определение нормируемого сопротивления теплопередаче стен:

1. Определяем ГСОП:

$$D_d = \left(t_{int} - t_{ht}\right) \cdot z_{ht} = (17 - (-1{,}9)) \cdot 191 = 3610 \left({}^\circ C \cdot сут\right).$$

2. Определяем нормируемое сопротивление теплопередаче стен здания спорткомплекса R_o^{req}:

$$R_o^{req} = \alpha \cdot D_d + b = 0{,}0003 \cdot 3610 + 1{,}2 = 2{,}28 \left(м^2 \cdot {}^\circ C / Вт\right).$$

6 Комплексное требование

6.1 Комплексное требование для зданий считается выполненным при удовлетворении следующего условия:

$$q_h^{des} \le q_h^{req}, \quad (8)$$

где q_h^{des} удельный (на 1 м^2 отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений [кДж/(м^2·°С·сут] или на 1 м^3 отапливаемого объема [кДж/(м^3·°С·сут]) расход тепловой энергии на отопление здания, определяемый путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания и его типа, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления;

q_h^{req} - нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, определяемый для различных типов жилых и общественных зданий:

а) при подключении их к системам централизованного теплоснабжения по таблице 5 или 6 настоящего руководства;

б) при устройстве в здании поквартирных и автономных (крышных, встроенных или пристроенных котельных) систем теплоснабжения или стационарного электроотопления – величиной, принимаемой по таблице 5 или 6, умноженной на коэффициент ε, рассчитываемый по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{dec}}{\varepsilon_o^{des}}, \quad (9)$$

где ε_{dec}, ε_o^{des} - расчетные коэффициенты энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения или стационарного электроотопления и централизованной системы теплоснабжения соответственно, принимаемые по проекту осредненными за отопительный период. Расчет этих коэффициентов приведен в СП 23-101.

6.2 Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление q_h^{req} жилых домов одноквартирных отдельно стоящих и блокированных [кДж/(м^2·°С·сут] приведен в таблице 5 настоящего руководства.

Таблица 5

Отапливаемая площадь домов, м^2	**С числом этажей**			
	1	**2**	**3**	**4**
60 и менее	140	---	---	---
100	125	135	---	---
150	110	120	130	---
250	100	105	110	115
400	---	90	95	100
600	---	80	85	90
1000 и более	---	70	75	80
Примечание - при промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале от 60 до 1000 м^2 значения q_h^{req} должны определяться по линейной экстраполяции.				

6.3 Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление q_h^{req} (кДж/(м^2·°С·сут или [кДж/(м^3·°С·сут]) жилых многоквартирных и общественных зданий приведен в таблице 6 настоящего руководства.

Таблица 6

№ п/п	Типы зданий	Этажность зданий					
		1-3	**4, 5**	**6, 7**	**8, 9**	**10, 11**	**12 и выше**
1.	Жилые, гостиницы, общежития	По табл. 5	85 [31]	80 [29]	76 [27,5]	72 [26]	70 [25]
2.	Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34];[33]; [32] соответственно нарастанию этажности	[31]	[30]	[29]	[28]	-
3.	Дошкольные учреждения	[45]	-	-	-	-	-
4.	Сервисного обслуживания	[23];[22]; [21] соответственно нарастанию этажности	[20]	[20]	-	-	-
5.	Общественные, кроме перечисленных в поз.2, 3 и 4 табл. 6	[42];[38]; [36] соответственно нарастанию этажности	[32]	[31]	[29,5]	[28]	-
6.	Административного назначения (офисы)	[36];[34]; [33] соответственно нарастанию этажности	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]
Примечание - для регионов, имеющих значение градусо-суток отопительного периода D_d =8000 °С·сут и более, нормируемые q_h^{req} следует снизить на 5%.							

6.4 При расчете здания по показателю расхода тепловой энергии на отопление (комплексное требование) в случае удовлетворения условия (8) минимально допустимое сопротивление теплопередаче стен R_{min} следует назначать исходя из выполнения следующего требования:

$$R_o^r \geq R_{min} = R_o^{req} \cdot 0{,}63 \quad , \qquad (10)$$

где R_o^{req} - нормируемое для стен зданий значение сопротивления теплопередаче, определяемое по таблице 4 (графа 5) настоящего руководства;

R_o^r - то же, что и в формуле (5).

6.5 Минимально допустимые значения сопротивлений теплопередаче R_{min} для стен жилых и общественных зданий следует принимать по таблице 7 настоящего руководства.

Таблица 7

Здания и помещения	$\mathbf{D_d}$, [°С·сут]	R_o^{req}, [м²·°С/Вт]	R_{min}, [м²·°С/Вт]
1	**4**	**5**	
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2 000	2,1	1,323
	4 000	2,8	1,764
	6 000	3,5	2,205
	8 000	4,2	2,646
	10 000	4,9	3,087
	12 000	5,6	3,528
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	2 000	1,8	1,134
	4 000	2,4	1,512
	6 000	3,0	1,890
	8 000	3,6	2,268
	10 000	4,2	2,646
	12 000	4,8	3,024

6.6 Методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за отопительный период q_h^{des} изложена в разделе 8.

7 Санитарно-гигиеническое требование

7.1 Санитарно-гигиеническое требование считается выполненным в случае удовлетворения следующего условия:

$$\Delta t_o \le \Delta t_n , \qquad (11)$$

где Δt_o – расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции τ_{int} [°С];

Δt_n – нормируемая величина температурного перепада между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции τ_{int} [°С], численные значения которой приведены в таблице 8 настоящего руководства.

7.2 Расчетный температурный перепад Δt_o [°С] между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции τ_{int} определяется по формуле:

$$\Delta t_o = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\alpha_{int} \cdot R_o^r}, \qquad (12)$$

где **n** – коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, численное значение которого для наружных стен зданий принимается равным 1 (единице);

t_{int}, t_{ext} – то же, что и в формуле (2) [°С];

R_o^r - то же, что и в формуле (5) [м^2·°С/Вт];

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [Вт/(м^2·°С)], принимаемый для стен равным 8,7 Вт / м^2·°С.

Таблица 8

№ п/п	Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n [°С] для			
		наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1	Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	**4,0**	**3,0**	**2,0**	$t_{int} - t_d$
2	Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	**4,5**	**4,0**	**2,5**	$t_{int} - t_d$

7.3 Температура внутренней поверхности стеновых конструкций в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, шпонок и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_d при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

7.4 Для жилых и общественных зданий температура точки росы t_d приведена в таблице 3 настоящего руководства.

8 Методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление

8.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{des} (кДж/(м^2·°С·сут или [кДж/(м^3·°С·сут]) следует определять по формуле:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{A_h \cdot D_d} \quad \text{или}$$

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{V_h \cdot D_d}, \qquad (13)$$

где Q_h^y - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода [МДж];

A_h - сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, за исключением технических этажей и гаражей [м^2];

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий [м^3];

D_d - то же, что и в формуле (5) [°С·сут].

8.2 Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y [МДж] следует определять по формуле

$$Q_h^y = \left[Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta\right] \cdot \beta_h, \qquad (14)$$

где Q_h - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции [МДж], определяемые по **п. 8.3**;

Q_{int} - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода [МДж], определяемые по **п. 8.6**;

Q_s - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода [МДж], определяемые по **п. 8.7**;

ν - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение $\nu = 0{,}8$;

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопоступлений, в том числе за счет эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

- **ξ=1,0** – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;
- **ξ=0,95** – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;
- **ξ=0,9** – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
- **ξ=0,85** - в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
- **ξ=0,7** – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;
- **ξ=0,5** – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной).

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока

номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями неутепленных трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, принимаемый:

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

8.3 Общие теплопотери здания Q_h [МДж] за отопительный период следует определять по формуле

$$Q_h = 0{,}0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum}, \qquad (15)$$

где K_m - общий коэффициент теплопередачи здания [Вт/(м^2·°С)], определяемый по формуле

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}, \qquad (16)$$

K_m^{tr} - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания [Вт/(м^2·°С)], определяемый по формуле

$$K_m^{tr} = \left(\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + n \cdot \frac{A_{C1}}{R_{C1}^r} + n \cdot \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_{f1}}{R_{f1}^r} \right) \Big/ A_e^{sum}, \qquad (17)$$

A_w, R_w^r - соответственно площадь [м^2] и приведенное сопротивление теплопередаче [м^2·°С/Вт] наружных стен (за исключением проемов);

A_F, R_F^r - то же, заполнений светопроемов (окон, витражей, фонарей);

A_{ed}, R_{ed}^r - то же, наружных дверей и ворот;

A_c, R_c^r - то же, совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

A_{C1}, R_{C1}^r - то же, чердачных перекрытий;

A_f, R_f^r - то же, цокольных перекрытий;

A_{f1}, R_{f1}^r - то же, перекрытий над проездами и под эркерами.

При проектировании полов по грунту или отапливаемых подвалов вместо A_f и R_f^r перекрытий над цокольным этажом в формуле (17) подставляют площади A_f и приведенные сопротивления теплопередаче R_f^r стен, контактирующих с грунтом, а полы по грунту разделяют по зонам согласно СНиП

41-01 (или Приложения М СП 23-101) и определяют соответствующие A_f и R_f^r;

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, определяемый по таблице 9 настоящего руководства;

D_d - то же, что и в формуле (5) [°С·сут];

A_e^{sum} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения [м^2];

K_m^{inf} - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции [Вт/(м^2·°С)], определяемый по формуле

$$K_m^{inf} = 0{,}28 \cdot c \cdot n_\alpha \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_\alpha^{ht} \cdot k \,/\, A_e^{sum}, \qquad (18)$$

где **с** - удельная теплоемкость воздуха, принимаемая равной 1 кДж/(кг·°С);

n_α - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период [ч$^{-1}$], определяемая по **п. 8.4**;

β_v - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, определяемый по архитектурно-строительным чертежам здания, а при отсутствии данных принимаемый β_v = 0,85;

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий [м^3];

ρ_α^{ht} - то же, что и в формуле (2) [кг/м^3];

A_e^{sum} - то же, что и в формуле (17) [м^2].

Таблица 9

№ п/п	Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4
Примечание - для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c большей t_{ext}, но меньшей t_{int} коэффициент **n** следует определять по формуле: $$n = \frac{(t_{int} - t_c)}{(t_{int} - t_{ext})} \qquad (19)$$		

8.4 Средняя кратность воздухообмена за отопительный период n_α [ч$^{-1}$] рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_\alpha = \frac{\left[L_V \cdot n_V / 168 + G_{inf} \cdot k \cdot n_{inf} / 168 \cdot \rho_\alpha^{ht} \right]}{\beta_V \cdot V_h}, \qquad (20)$$

где $\mathbf{L_V}$ – количество приточного воздуха в здание [м^3/ч], принимаемое при механической (принудительной) вентиляции вне зависимости от назначения здания согласно расчета, а при неорганизованном притоке (естественной вентиляции) равное для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м^2 общей площади и менее на человека) - $L_V = 3 \cdot A_\ell$;

б) других жилых зданий (с расчетной заселенностью квартиры более 20 м^2 общей площади на человека) - $L_V = 0{,}35 \cdot 3 \cdot A_\ell$, но не менее 30·m (где m – расчетное число жителей в здании);

в) общественных и административных зданий принимают условно для офисов и объектов сервисного обслуживания - $4 \cdot A_\ell$, для учреждений здравоохранения и образования - $5 \cdot A_\ell$, для спортивных, зрелищных и детсвких дошкольных учреждений - $6 \cdot A_\ell$;

$\mathbf{A_\ell}$ **- для жилых зданий -** площадь жилых помещений; **для общественных зданий** – расчетная площадь, определяемая согласно СНиП 31-05 как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, проходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещений инженерного оборудования и сетей [м^2];

$\mathbf{n_V}$ – число часов работы механической (принудительной) вентиляции в течение недели;

168 – число часов в неделе;

$\mathbf{G_{inf}}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции [кг/ч], принимаемое для:

- жилых зданий – воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно **п. 8.5** руководства;

- общественных зданий – воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей (допускается в нерабочее время принимать $G_{inf} = 0{,}5 \cdot \beta_V \cdot V_h$);

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, равный для:

- стыков панелей стен – 0,7;
- окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами – 0,7;
- окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами – 0,8;
- окон и балконных дверей со спаренными переплетами – 0,9;
- окон и балконных дверей с одинарными переплетами – 1,0;

ρ_{α}^{ht}, V_h, β_v – то же, что в формуле (18) [м^3].

8.5 Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнений проемов следует определять по формуле:

$$G_{inf} = A_F \cdot \frac{\left(\Delta p_F / \Delta p_o\right)^{2/3}}{R_{\alpha,F}} + A_{ed} \cdot \frac{\left(\Delta p_{ed} / \Delta p_o\right)^{1/2}}{R_{\alpha,ed}}, \qquad (21)$$

где A_F, A_{ed} - соответственно для лестничной клетки суммарная площадь окон и балконных дверей, а также входных наружных дверей в здание [м^2];

$\Delta p_F, \Delta p_{ed}$ - соответственно для лестничной клетки разность давлений наружного и внутреннего воздуха соответственно для окон и балконных дверей, а также наружных входных дверей [Па];

$R_{\alpha,F}, R_{\alpha,ed}$ - соответственно для лестничной клетки требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, а также наружных входных дверей [м^2·ч/кг].

8.6 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int} [МДж] следует определять по формуле

$$Q_{int} = 0{,}0864 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_{\ell}, \qquad (22)$$

где q_{int} - величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания [Вт/м^2], принимаемая для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м^2 общей площади и менее на человека) $q_{int} = 17$ Вт/м^2;

б) жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м^2 общей площади и более на человека) $q_{int} = 10$ Вт/м^2;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины q_{int} между 17 и 10 Вт/м^2;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел.), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м^2) с учетом рабочих часов в неделю;

z_{ht} - то же, что и в формуле (7) [сут];

A_{ℓ} - то же, что и в **п. 8.4**;

8.7 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s [МДж] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot \left(A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4\right) + \tau_{scy} \cdot k_{scy} \cdot A_{scy} \cdot I_{hor}\ , \quad (23)$$

где τ_F, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по данным Приложения Л СП 23-101;

k_F, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по данным Приложения Л СП 23-101; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° - как зенитные фонари;

$A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$ - площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям [м^2];

A_{scy} - площадь светопроемов зенитных фонарей здания [м^2];

I_1, I_2, I_3, I_4 - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания [МДж/м^2], определяется по методике СП 23-101;

Примечание - Для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции.

I_{hor} - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности [МДж/м^2], определяется по СП 23-101.

Приложение А
(обязательное)

Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки в тексте:

- СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»
- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
- СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»
- СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные»
- СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»
- СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения»
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»
- СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»
- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
- ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия»
- ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия»

Приложение Б
(обязательное)

Расчетные теплотехнические показатели ячеистых бетонов автоклавного твердения (по ГОСТ 31359)

Таблица Б.1

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации)						
		Плотность ρ_0, [кг/м^3]	Удельная теплоемкость c_0, [кДж/кг·°С]	Коэф. теплопроводности λ_0, [Вт/м·°С]	массового отношения влаги в материале ω, [%]		теплопроводности λ, [Вт/м·°С]		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, [Вт/м^2·°С]		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
1	Ячеистый бетон автоклавного твердения	1200	0,84	0,28	4	5	0,329	0,342	5,39	5,60	0,09
2	-//-	1100	0,84	0,26	4	5	0,305	0,318	4,96	5,17	0,10
3	-//-	1000	0,84	0,24	4	5	0,282	0,293	4,55	4,73	0,11
4	-//-	900	0,84	0,22	4	5	0,258	0,269	4,13	4,30	0,12
5	-//-	800	0,84	0,19	4	5	0,223	0,232	3,62	3,77	0,14
6	-//-	700	0,84	0,17	4	5	0,199	0,208	3,20	3,34	0,15
7	-//-	600	0,84	0,14	4	5	0,160	0,183	2,66	2,90	0,16
8	-//-	500	0,84	0,12	4	5	0,141	0,147	2,28	2,37	0,20
9	-//-	450	0,84	0,108	4	5	0,127	0,132	2,05	2,13	0,21
10	-//-	400	0,84	0,096	4	5	0,113	0,117	1,82	1,89	0,23
11	-//-	350	0,84	0,084	4	5	0,099	0,103	1,63	1,66	0,25
12	-//-	300	0,84	0,072	4	5	0,084	0,088	1,39	1,42	0,26
13	-//-	250	0,84	0,06	4	5	0,070	0,073	1,16	1,18	0,28
14	-//-	200	0,84	0,048	4	5	0,056	0,059	0,91	0,95	0,30

Примечания - 1) Расчетные значения коэффициента теплоусвоения **s** (при периоде 24 ч) материала в конструкции вычислены по формуле

$$s = 0{,}27 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \rho_0 \cdot (c_0 + 0{,}0419 \cdot \omega)} \qquad (24)$$

2) Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале **ω** [%], равном нулю.

Приложение В
(рекомендуемое)

Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче для однородных конструкций наружного ограждения

Исходные данные для расчета:

1. Кладка наружных стена жилого здания из изделий (блоков) газобетонных автоклавного твердения.
2. Помещения: с сухим и нормальным режимами эксплуатации.
3. Место предполагаемого строительства: г. Санкт-Петербург. Условия эксплуатации – Б. Равновесная влажность материала кладки (в соответствии с ГОСТ 31359) - 5 % . Расчетные параметры температуры наружного воздуха в холодный период года: $\mathbf{t_{ext}}$= минус 26 ˚С.
4. Марка изделий по плотности – D400. Коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации «Б» – $\lambda_Б$=0,117 Вт/м·ºС (по табл. Б.1 настоящего руководства).
5. Тип кладки – на клею (с толщиной швов 2±1 мм). Плотность клея – 1400 кг/м^3, коэффициент теплопроводности клея в условиях эксплуатации Б – $\lambda_Б$=0,64 Вт/м·ºС. Коэффициент теплотехнической однородности кладки – **r = 0,96** (по таблице Г.1 Приложения Г настоящего руководства).
6. Толщина кладки из газобетонных блоков $\boldsymbol{\delta_{г.б.}}$= 375 мм.
7. Внутренняя отделка - штукатурка известково-песчаная со следующими характеристиками:

- толщина $\boldsymbol{\delta_{шт.вн.}}$= 5 мм;
- плотность $\boldsymbol{\rho_{шт.вн.}}$= 1600 кг/м^3;
- коэффициент теплопроводности $\lambda_Б$=0,81 Вт/м·ºС.

8. Наружная отделка - кладка стен из лицевого силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе со следующими характеристиками:

- толщина $\boldsymbol{\delta_{с.к.}}$= 120 мм;
- плотность $\boldsymbol{\rho_{с.к.}}$= 1800 кг/м^3;
- коэффициент теплопроводности $\lambda_Б$=0,87 Вт/м·°С.

Схема рассматриваемой в примере однородной стеновой конструкции наружного ограждения приведена на рисунке В.1.

Требуется определить приведенное сопротивление теплопередаче для однородных конструкций наружного ограждения (по глади стены) с учетом влияния швов кладки на параметры теплотехнической однородности стен, выполненных из изделий ячеистобетонных автоклавного твердения (блоков из автоклавного газобетона, - для данного примера).

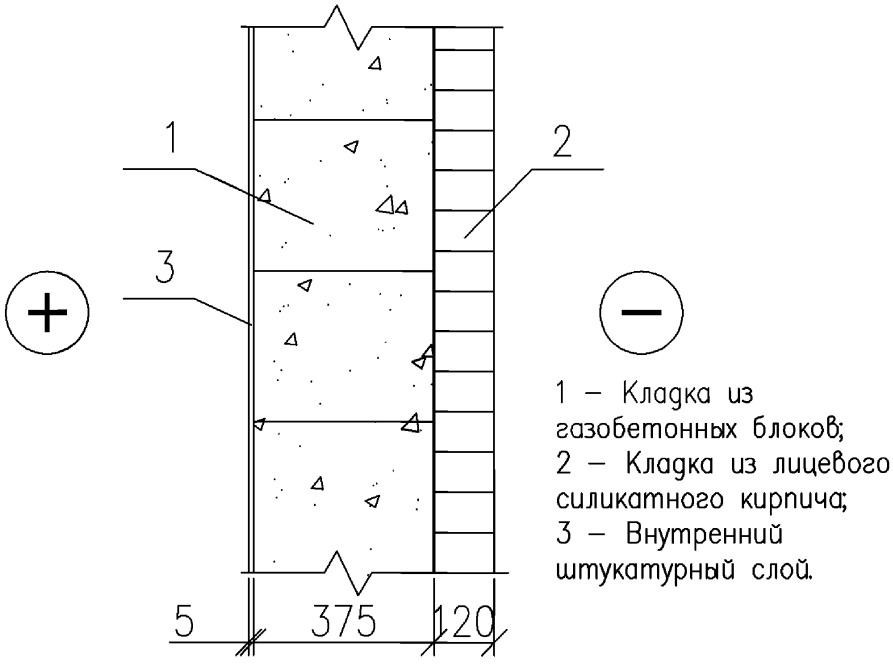


Рисунок В.1

Порядок расчета:

1. Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r однородной конструкции наружного ограждения жилого здания определяется по формуле:

$$R_o^r = R_{si} + \sum_{(i)} R_{k(i)} + R_{se} = R_{si} + R_{k(вн.шт)} + r \cdot R_{k(г.б)} + R_{k(с.к.)} + R_{se} =$$

$$= \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_{вн.шт}}{\lambda_{вн.шт}} + r \cdot \frac{\delta_{г.б}}{\lambda_{г.б}} + \frac{\delta_{с.к}}{\lambda_{с.к}} + \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,81} + 0,96 \cdot \frac{0,375}{0,117} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{1}{23} =$$

$$= 3,38 \ \left(м^2 \cdot {}^0C / Вт\right),$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [Вт/(м^2·°С)], принимаемый для наружных стен зданий по таблице 7 СНиП 23-02 равным 8,7 Вт/(м^2·°С);

R_{ki} – термическое сопротивление i-го слоя наружной ограждающей конструкции [(м^2·°С)/ Вт]:

$R_{к(вн.шт)}$ – термическое сопротивление внутреннего штукатурного слоя [(м^2·°С)/ Вт];

$R_{к(г.б.)}$ – термическое сопротивление кладки стен из газобетонных блоков [(м^2·°С)/ Вт];

$R_{к(с.к.)}$ – термическое сопротивление кладки стен из лицевого силикатного кирпича [(м^2·°С)/ Вт];

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода [Вт/(м^2·°С)], принимаемый для наружных стен зданий по таблице 8 СП 23-101 равным 23 Вт/(м^2·°С);

$\delta_{шт.вн}$ – толщина внутренней штукатурки [м];

$\lambda_{шт.вн}$ – коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации «Б» внутренней штукатурки [Вт/м·°С];

$\delta_{г.б.}$ – толщина кладки стен из газобетонных блоков [м];

$\lambda_{т.б.}$ – коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации «Б» изделий из автоклавного газобетона [Вт/м·°С];

r – коэффициент теплотехнической однородности кладки стен из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения (выбирается для соответствующего типа кладки по таблице Г.1 Приложения Г настоящего руководства);

$\delta_{с.к.}$ – толщина облицовочного слоя из силикатного кирпича [м];

$\lambda_{с.к.}$ – коэффициент теплопроводности кладки стен из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе в условиях эксплуатации «Б» [Вт/м·°С] (коэффициент **r** принимается равным 1 с учетом условий проведения испытаний по ГОСТ 26254).

2. Сравнивается полученное значение приведенного сопротивления теплопередаче R_o^r с нормируемыми значениями данного показателя:

- при поэлементном подходе к уровню нормирования тепловой защиты зданий (показатели «а» и «б» требований согласно п. 5.1 СНиП 23-02) – с требуемым сопротивлением теплопередаче R_o^{req}, определяемым для выбранного климатического района с известным количеством ГСОП по таблице 4 настоящего руководства (для климатических условий Санкт-Петербурга $R_o^{req} = 3{,}08$ м$^2 \cdot$ °С / Вт);

- при комплексном подходе к уровню нормирования тепловой защиты зданий (показатели «а» и «б» требований согласно п. 5.1 СНиП 23-02) – с минимально-допустимым сопротивлением теплопередаче R_{min}, определяемым для выбранного климатического района с известным ГСОП по таблице 7 настоящего руководства (для климатических условий Санкт-Петербурга $R_{min} = 0{,}63 \cdot 3{,}08 = 1{,}94$ м$^2 \cdot$ °С / Вт).

3. В случае выполнения условия (5) настоящего руководства при поэлементном подходе к уровню нормирования тепловой защиты или условия (10) при комплексном подходе, производится проверка выполнение условия (11) раздела 7 настоящего руководства:

$$\Delta t_o = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\alpha_{int} \cdot R_o^r} = \frac{1 \cdot (20 - (-26))}{8{,}7 \cdot 3{,}38} = 1{,}56 \left(^{\circ}C\right) < \Delta t_n = 4\ ^{\circ}C\ .$$

Вывод: расчетный температурный перепад Δt_o [°C] между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не превышает нормируемой величины Δt_n [°C].

Приложение Г
(справочное)

Значения коэффициента теплотехнической однородности для некоторых типов кладки стен из полнотелых стеновых неармированных изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения с размером изделия в кладке 625×250 мм

Рассмотрим влияние растворных швов кладки на параметры теплотехнической однородности стен из газобетонных блоков.

Для расчета примем регулярный повторяющийся фрагмент кладки стен из газобетонных блоков (рис.1). Толщина рассматриваемого фрагмента - 375 мм. Размеры блоков в кладке: длина – 625 мм, ширина – 375 мм, высота – 250 мм. Марка блоков по плотности – D400, коэффициент теплопроводности для условий эксплуатации Б, - $\lambda_Б$=0.117 Вт/ м ·°С (согласно данным табл. А.1 ГОСТ 31359). Для упрощения расчетов в представленном ниже примере и для клея и для раствора примем цементно-песчаный плотностью 1800 кг/м^3 (коэффициент теплопроводности, - $\lambda_Б$=0.93 Вт/м·°С).

Рассмотрим следующие варианты кладки стен:

- на клею со средней толщиной горизонтальных и вертикальных швов кладки 2 мм (рис. Г.1а);
- на растворе со средней толщиной горизонтальных и вертикальных швов кладки 10 мм (рис. Г.1б).

Расчет термического сопротивления регулярного фрагмента стеновой конструкции произведем методом сложения проводимостей.

1. Кладка на клею (рис. Г.1а)

Выделим регулярный фрагмент кладки **А** и разделим его на участки с различной проводимостью плоскостями, параллельными тепловому потоку. Получаем два однородных и одинаковых по толщине участка со следующими параметрами:

$$R_{г.б.}=\frac{\delta_{г.б.}}{\lambda_{г.б.}}=\frac{0.375}{0.117}=3.21\,(м^2\cdot°С/Вт),\quad A_{г.б.}=1.25\cdot0.5=0.625\,(м^2);$$

$$R_{р-р}=\frac{\delta_{р-р}}{\lambda_{р-р}}=\frac{0.375}{0.93}=0.40\,(м^2\cdot°С/Вт),\quad A_{р-р}=1.254\cdot0.002\cdot2+0.504\cdot0.002\cdot2=0.007\,(м^2).$$

Термическое сопротивление всего регулярного фрагмента определяем по формуле (10) СП 23-101:

$$R^{Г}=\frac{\sum_{i=1}^{m}A_i}{\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{R_i}}=\frac{0.625+0.007}{\frac{0.625}{3.21}+\frac{0.007}{0.4}}=2.98\,(м^2\cdot°С/Вт).$$

Соответственно коэффициент теплотехнической однородности определяем по формуле:

$$r = \frac{R^r}{R_{г.б.}} = \frac{2.98}{3.21} = 0.93.$$

2. Кладка на растворе (рис. Г.1б)

Произведем аналогичный расчет для регулярного фрагмента **Б**:

$$R_{г.б.} = \frac{\delta_{г.б.}}{\lambda_{г.б.}} = \frac{0.375}{0.117} = 3.21\ (м^2 \cdot °C/Вт), \qquad A_{г.б.} = 1.25 \cdot 0.5 = 0.625\ (м^2);$$

$$R_{р-р} = \frac{\delta_{р-р}}{\lambda_{р-р}} = \frac{0.375}{0.93} = 0.40\ (м^2 \cdot °C/Вт), \qquad A_{р-р} = 1.27 \cdot 0.01 \cdot 2 + 0.52 \cdot 0.01 \cdot 2 = 0.036\ (м^2).$$

Термическое сопротивление всего регулярного фрагмента:

$$R^r = \frac{\sum_{i=1}^{m} A_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{A_i}{R_i}} = \frac{0.625 + 0.036}{\frac{0.625}{3.21} + \frac{0.036}{0.4}} = 2.34\ (м^2 \cdot °C/Вт).$$

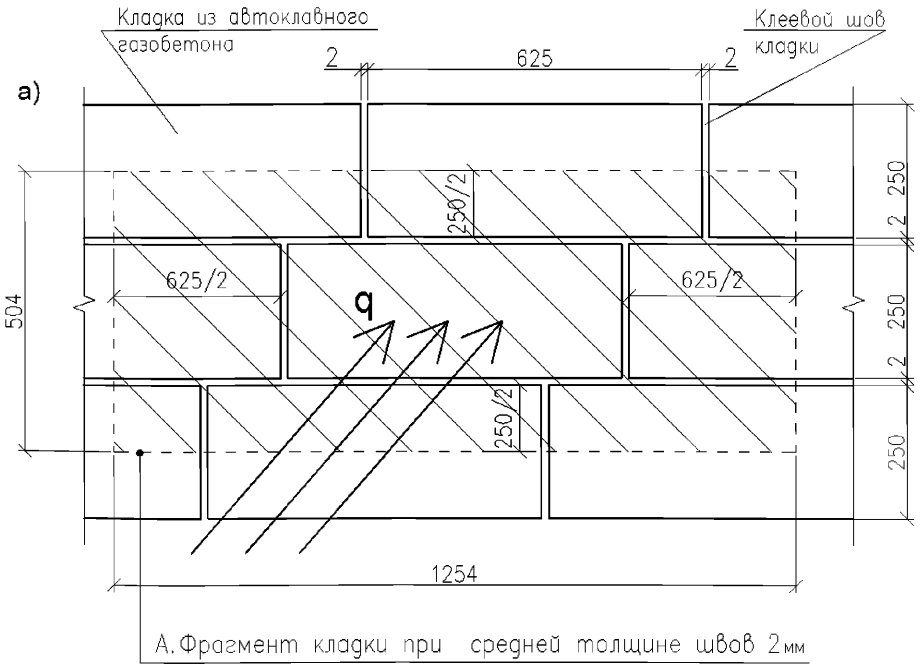
Соответственно коэффициент теплотехнической однородности определяем по формуле:

$$r = \frac{R^r}{R_{г.б.}} = \frac{2.34}{3.21} = 0.73.$$

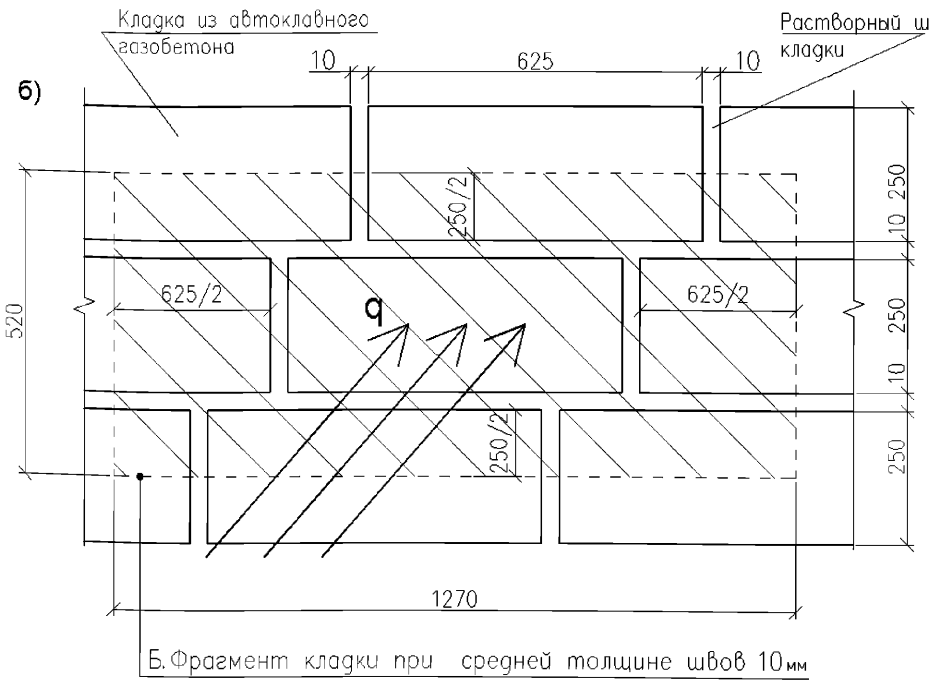
В таблице Г.1 приведены расчетные коэффициенты теплотехнической однородности r для некоторых типов кладки стен из газобетонных блоков при различной толщине растворных швов в кладке.

Таблица Г.1. Значения коэффициента теплотехнической однородности r для некоторых типов кладки стен из полнотелых стеновых неармированных изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения с размером изделия в кладке 625×250 мм

Марка блоков по плотности	**Толщина швов кладки**	**Коэффициент теплотехнической однородности кладки r при расчетном коэффициенте теплопроводности раствора $\lambda_{р-р}$ [Вт/м · °С]**								
		0,2	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
D300	2 мм	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90
	10 мм	0,94	0,88	0,84	0,80	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64
D400	2 мм	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
	10 мм	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,71
D500	2 мм	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94
	10 мм	0,98	0,95	0,91	0,88	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76
D600	2 мм	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,95
	10 мм	0,99	0,97	0,94	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,80
D700	2 мм	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96
	10 мм	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83
Примечание – значения коэффициента теплотехнической однородности **r** при промежуточных значениях толщины шва и коэффициента теплопроводности кладочного раствора допускается принимать по интерполяции или рассчитать по вышеизложенной методике.										



А. Фрагмент кладки при средней толщине швов 2мм



Б. Фрагмент кладки при средней толщине швов 10мм

Рисунок Г.1

Приложение Д
(рекомендуемое)

Пример расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление жилого здания за отопительный период

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания выполнен в соответствии с требованиями СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» [1], СП 23-101 «Проектирование тепловой защиты зданий» [2] для расчетных условий климатического района г. Санкт-Петербурга (ближайший к пос. Порошкино Ленинградской области населенный пункт, указанный в таблице 1* СНиП 23-01 [3]«Строительная климатология»).

Расчетные условия

1. Расчетная температура внутреннего воздуха составляет $\mathbf{t_{int}}$=20 °С.
2. Расчетная температура наружного воздуха $\mathbf{t_{ext}}$ = – 26 °С.
3. Продолжительность отопительного периода $\mathbf{z_{ht}}$ = 220 дней.
4. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $\mathbf{t_{ht}}$ = –1,8 °С.
5. Градусо-сутки отопительного периода $\mathbf{D_d}$ = 4796 °С·сут.
6. Расчетные значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций в проекте приняты:

Тип ограждающей конструкции	**Расчетное значение приведенного сопротивления теплопередаче R_o^r**
Наружная стена	3,28
Покрытие (совмещенное)	4,79
Полы по грунту	4,60
Окна	0,50
Двери наружные	1,0

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

Одноквартирный жилой дом. Предназначен для постоянного проживания. Количество проживающих в доме жильцов – 4 человека.

Отапливаемая площадь здания A_h =102,21 м^2, отапливаемый объем V_h =350,37 м^3, общая площадь наружных ограждений A_e^{sum} =309,2 м^2.

Фундамент здания выполнен в виде монолитной железобетонной плиты, подвал отсутствует, наружные стены жилого одноквартирного дома выполнены из газобетонных блоков марки по плотности D400, оштукатурены с внутренней стороны и облицованы лицевым силикатным кирпичом с наружной, совмещенная кровля утеплена минераловатными изделиями, светопрозрачные конструкции представлены двухкамерными стеклопакетами в одинарном ПХВ переплете из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 8 мм).

В доме предусмотрена однотрубная система отопления с термостатами без авторегулирования на вводе.
В качестве отопительных приборов приняты ----. Подключение радиаторов предусмотрено с использованием запорной и регулирующей арматуры фирмы ----. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов предполагается терморегуляторами с термостатическими головками. Система вентиляция - естественная.

Геометрические показатели

1. Коэффициент остеклённости фасадов здания **f**:

$$f = \frac{A_F}{A_{w+F+ed}} = \frac{23,25}{185,0} = 0,13 ,$$

где A_F - площадь заполнений светопроемов [м^2];

A_{w+F+ed} - суммарная площадь стеновых (w) и светопрозрачных (F) конструкций, а также наружных дверей (ed).

2. Показатель компактности здания k_e^{des} определяется по формуле (10) [1]:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h} = \frac{309,2}{350,37} = 0,88 ,$$

где A_e^{sum} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций [м^2];

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий [м^3].

Теплотехнические показатели

Расчеты произведены в соответствии с Приложением Г СНиП 23-02-2003 [1].

1. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания K_m^{tr} [Вт/(м^2·°С)], определяется по формуле Г.5 [1]:

$$K_m^{tr} = \left(\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + \frac{A_f}{R_f^r} \right) \Big/ A_e^{sum} =$$

$$= \left(\frac{159,83}{3,28} + \frac{23,25}{0,5} + \frac{1,92}{1,0} + \frac{72,57}{4,79} + \frac{65,15}{2,51} \right) \Big/ 309,2 = 0,45 ,$$

где A_w, R_w^r - соответственно площадь [м^2] и приведенное сопротивление теплопередаче [м^2·°С/Вт] наружных стен (за исключением проемов);

A_F, R_F^r - то же, заполнений светопроемов (окон, витражей, фонарей);

A_{ed}, R^{r}_{ed} - то же, наружных дверей и ворот;

A_c, R^{r}_{c} - то же, совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

A_f, R^{r}_{f} - то же, полов по грунту;

A^{sum}_{e} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций [м^2].

2. Приведенный условный (инфильтрационный) коэффициент теплопередачи здания K^{inf}_{m} [Вт/(м^2·°С)] рассчитывается по формуле (Г.6) [1]:

$$K^{inf}_{m} = 0{,}28 \cdot c \cdot n_{\alpha} \cdot \beta_{v} \cdot V_{h} \cdot \rho^{ht}_{\alpha} \cdot k \,/\, A^{sum}_{e} =$$
$$= 0{,}28 \cdot 1 \cdot 0{,}43 \cdot 0{,}8 \cdot 350{,}37 \cdot 1{,}19 \cdot 1/309{,}2 = 0{,}13,$$

где **с** - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

n_{α} - средняя кратность воздухообмена за отопительный период принимаемая по санитарно-гигиеническим требованиям равной 1 ч$^{-1}$ (при отсутствии механической принудительной вентиляции и лестнично-лифтового узла в здании):

$$n_{\alpha} = \frac{30 \cdot 4}{0{,}8 \cdot 350{,}37} = 0{,}43 \left(ч^{-1}\right);$$

β_v - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, определяемый по архитектурно-строительным чертежам здания ($\beta_v = 0{,}8$);

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий [м^3];

ρ^{ht}_{α} - средняя плотность приточного воздуха [кг/м^3], рассчитываемая по формуле (2) настоящего руководства:

$$\rho^{ht}_{\alpha} = \frac{353}{[273 + 0{,}5 \cdot (t_{int} + t_{ext})]} = \frac{353}{[273 + 0{,}5 \cdot (20 + 26)]} = 1{,}19 \left(кг/м^3\right)$$

A^{sum}_{e} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций [м^2].

3. Общий коэффициент теплопередачи здания K_m [Вт/(м^2·°С)], определяется по формуле Г.4 [1]:

$$K_m = K^{tr}_{m} + K^{inf}_{m} = 0{,}45 + 0{,}13 = 0{,}58.$$

где K_m - общий коэффициент теплопередачи здания [Вт/(м^2·°С)];

K_m^{tr} - приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания [Вт/(м^2·°С)];

K_m^{inf} - приведенный условный (инфильтрационный) коэффициент теплопередачи здания [Вт/(м^2·°С)].

4. Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции Q_h [МДж] определяются по формуле Г.3 [2]:

$$Q_h = 0{,}0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum} = 0{,}0864 \cdot 0{,}58 \cdot 4796 \cdot 309{,}2 = 74\,312 \text{ (МДж)}.$$

5. Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int} [МДж] определяются по формуле Г.10 [2]:

$$Q_{int} = 0{,}0864 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_\ell = 0{,}0864 \cdot 10 \cdot 220 \cdot 72{,}48 = 13\,777 \text{ (МДж)},$$

где $\mathbf{q_{int}}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений [Вт/м^2], принимаемая для жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м^2 общей площади и более на человека) $\mathbf{q_{int}}$ = 10 Вт/м^2;

$\mathbf{z_{ht}}$ – продолжительность отопительного периода, принимаемая для климатических условий Санкт-Петербурга $\mathbf{z_{ht}}$ = 220 сут;

$\mathbf{A_\ell}$ – площадь жилых помещений и кухни [м^2].

6. Теплопоступления от солнечной радиации Q_s [МДж], определяем по формуле Г.11 [1]:

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot \left(A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4\right) =$$
$$= 0{,}8 \cdot 0{,}74 \cdot \left(7{,}1 \cdot 424{,}5 + 7{,}1 \cdot 955{,}5 + 4{,}53 \cdot 552{,}5 + 4{,}53 \cdot 776\right) = 9\,363 \text{ (МДж)},$$

где τ_F – коэффициент, учитывающий затенение светового проема окон непрозрачными элементами заполнения; в соответствии с табл. Л.1 Приложения Л СП 23-101-2004 [2] для двух камерных стеклопакетов в одинарном ПХВ-переплете принимается равным 0,8;

k_F – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон; в соответствии с табл. Л.1 Приложения Л СП 23-101-2004 [2] для двух камерных стеклопакетов в одинарном ПХВ-переплете принимается равным 0,74;

A_{Fi} – площадь светопроемов фасадов здания, ориентированных по направлениям (принимается по данным конкретного проекта) [м^2];

I_i – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по различным фасадам здания [МДж/м^2], принимаемая:

- при ориентации окон на ВЮВ: (650+902) / 2 = 776 МДж/м^2;
- при ориентации окон на ССЗ: (394+9455) / 2 = 424,5 МДж/м^2;
- при ориентации окон на ЮЮЗ: (1009+902) / 2 = 955,5 МДж/м^2;
- при ориентации окон на ЗСЗ: (650+455) / 2 = 552,5 МДж/м^2.

В расчетах теплопоступлений от солнечной радиации Q_s приняты следующие величины солнечной суммарной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности I_i [МДж/м^2] за отопительный период (по табл. 4.4 ТСН 23-340-2003 [4]):

Город	Гориз. пов-сть	Вертикальные поверхности с ориентацией на				
		С	СВ/СЗ	В/З	ЮВ/ЮЗ	Ю
Санкт-Петербург	912	394	455	650	902	1009

7. Расход тепловой энергии за отопительный период Q_h^y [МДж] определяем по формуле Г.2 [1]:

$$Q_h^y = \left[Q_h - (Q_{int} + Q_s)\cdot \nu \cdot \zeta\right]\cdot \beta_h = \left[74\,312 - (13\,777 + 9363)\cdot 0{,}8\cdot 0{,}85\right]\cdot 1{,}11 = 65\,020 \text{ (МДж)},$$

где ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение 0,8;

ξ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе ξ=0,85;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системой отопления, для зданий башенного типа $\beta_h = 1{,}11$.

8. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} [кДж/(м$^2\cdot$°С·сут)] определяется по формуле Г.1 СНиП 23-02 [1]:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{A_h \cdot D_d} = \frac{10^3 \cdot 65\,020}{102{,}21 \cdot 4796} = 132{,}6 < q_h^{req} = 134{,}3 .$$

Ограждающие конструкции жилого одноквартирного здания соответствуют требованиям СНиП 23-02. Степень снижения расхода энергии за отопительный период равна минус 1,26 %:

$$k_{eff} = \frac{q_h^{des} - q_h^{req}}{q_h^{req}}\cdot 100\,\% = \frac{132{,}6 - 134{,}3}{134{,}3}\cdot 100\,\% = -1{,}26\,\% .$$

Следовательно, здание относится к **классу С** («**Нормальный**») по энергетической эффективности (табл. 3 СНиП 23-02 [1]).

Список нормативных документов

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
2. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий.
3. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
4. ТСН 23-340-2003. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите. Санкт-Петербург.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Пример составления энергетического паспорта здания

Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	20 февраля 2010 г.
Адрес здания	Ленинградская область, Всеволожский р-н, пос. Порошкино, ул. Светлая, д. 34
Разработчик проекта	ООО «АлгоритмСтрой»
Застройщик-заказчик	ООО «Пригород»
Ген. подрядчик	ООО «Стройтехинвест»
Владелец здания	ООО «Пригород»
Шифр проекта	И-159.74-11

Расчетные условия

№	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	+ 20
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	- 26
3	Расчетная температура теплого чердака	t^{d}_{int}	°С	-
4	Расчетная температура подвала	t^{b}_{int}	°С	-
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	220
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-1,8
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	4796

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Жилой одноквартирный дом
9	Размещение в застройке	Отдельно стоящее
10	Тип	Двухэтажное здание
11	Конструктивное решение	Здание с несущими стенами из газобетонных блоков с мансардным этажом

Геометрические и теплоэнергетические показатели

№	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	A_e^{sum}, м^2	-	**309,2**	
	В том числе:				
	Стен:	A_w, м^2		**159,83**	
	Окон и балконных дверей	A_F, м^2		**23,25**	
	входных дверей	A_{ed}, м^2	-	**1,92**	
	Покрытий (совмещенных)	A_c, м^2		**65,15**	
	Перекрытий: над неотапл. подвалом.	A_f, м^2		-	
	полов по грунту		-	**72,75**	
13	Площадь отапливаемых помещений	A_h, м^2	-	**102,21**	
14	Полезная площадь		-	-	
15	Площадь жилых помещений и кухонь	A_ℓ, м^2		**72,48**	
16	Отапливаемый объем	V_h, м^3	-	**350,37**	
17	Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,18	**0,13**	
18	Показатель компактности здания	k_e^{des}, 1/м	0,9	**0,88**	

Теплоэнергетические показатели

	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
	Теплотехнические показатели				
19	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	R_o^r [м^2·°С/Вт]			
	Стен	R_w^r	3,08	**3,28**	
	Окон и балконных дверей	R_F^r	0,51	**0,50**	
	Входных дверей	R_{ed}^r	0,79	**1,00**	
	Покрытий (совмещенных)	R_c^r	4,60	**4,79**	
	Перекрытий	R_f^r		**-**	
	Пола по грунту	R_f^r		**2,51**	
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr} [Вт/(м^2·°С)]		**0,45**	
21	Кратность воздухообмена	n_α , [ч$^{-1}$]		**0,43**	
22	Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{inf} [Вт/(м^2·°С)]		**0,13**	
23	Общий коэффициент теплопередачи здания	K_m [Вт/(м^2·°С)]		**0,58**	
	Энергетические показатели				
24	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h, [МДж]	-	**74 312**	
25	Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, [Вт/м^2]	-	**10**	
26	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}, [МДж]	-	**13 777**	
27	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s, [МДж]	-	**9 363**	
28	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y, [МДж]	-	**65 020**	
29	Удельная потребность тепловой энергии на отопление здания за отопительный период.	q_h^{des}, [кДж/(м^2·°С·сут)]	134,3	**132,6**	

Коэффициенты

№	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжении здания от источника теплоты	η_o^{des}	-	**-**
31	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ	-	**0,85**
32	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h	-	**1,11**

Комплексные показатели

33	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des}, кДж/м^2.^{o}Ссут	134,3	**132,6**
33	Класс энергетической эффективности	**С**	**нормальный**	
35	Соответствует ли проект здания нормативному требованию		**да**	
36	Дорабатывать ли проект здания		**нет**	

37	Паспорт заполнен: 20 февраля 2010 г.
	Организация: **ООО «АлгоритмСтрой»** Адрес и телефон: Ответственный исполнитель: _____ **/Бойцов Э.Л./**

gost.e-ecolog.ru