

ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
30 ноября 2020 г. № 99

**Об утверждении и введении в действие строительных
правил и отмене технического кодекса
установившейся практики**

На основании подпункта 5.6 пункта 5 Положения о Министерстве архитектуры и строительства Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 973, Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить и ввести в действие с 1 февраля 2021 г. разработанные РУП «Стройтехнорм» и внесенные главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Минстройархитектуры строительные правила СП 2.04.02-2020 «Тепловая защита жилых и общественных зданий. Энергетические показатели».

2. Отменить с 1 февраля 2021 г. ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения».

3. Настоящее постановление вступает в силу с 1 февраля 2021 г.

Министр

Р.В.Пархамович

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СП 2.04.02-2020

**ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

**ЦЕПЛАВАЯ АХОВА ЖЫЛЫХ І ГРАМАДСКІХ БУДЫНКАЎ.
ЭНЕРГЕТЫЧНЫЯ ПАКАЗЧЫКІ**

Издание официальное

Минск 2020

УДК 697.1

Ключевые слова: тепловая защита зданий, сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отопительный период, градусо-сутки отопительного периода, удельный расход энергии, нормативные значения, геометрические и энергетические показатели здания, энергоэффективность здания, утилизация теплоты

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), республиканским унитарным предприятием «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.».



ЭТАЛОН

Информационно-поисковая система "ЭТАЛОН", 11.01.2021
Национальный центр правовой информации Республики Беларусь

Авторский коллектив: д.т.н. Л.Н.Данилевский, к.т.н. С.В.Терехов, к.т.н. И.А.Терехова, к.т.н. О.В.Черневич, О.О.Кудревич, В.Ф.Козлов

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 30 ноября 2020 г. № 99

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные правила входят в блок 2.04 «Внутренний климат и защита от вредных воздействий»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-2.04-196-2010 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения и обозначения
 - 3.1 Термины и определения
 - 3.2 Обозначения
- 4 Общие положения
- 5 Геометрические и энергетические показатели зданий
- 6 Удельный расход энергии на различные нужды потребителей
 - 6.1 Исходные данные для расчета удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период
 - 6.2 Расчет удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период
 - 6.3 Нормативный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период
 - 6.4 Расчет удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения
- 7 Классы жилых и общественных зданий по нормируемым показателям энергетической эффективности
- Приложение А Бытовые теплопоступления
- Приложение Б Примеры расчета удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, на подогрев воды в системе горячего водоснабжения, на горячее водоснабжение за год
- Приложение В Исходные данные для определения теплопоступлений через светопрозрачные ограждающие конструкции
- Приложение Г Типы и эффективность теплоутилизаторов вытяжного воздуха
- Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА

**ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

**ЦЕПЛАВАЯ ЗАЩИТА ЖИЛЫХ І ГРАМАДСКИХ БУДЫНКАЎ.
ЭНЕРГЕТИЧНЫЯ ПАКАЗЧЫКІ**

Thermal protection of residential and public buildings.
Energy indicators

Дата введения 2021-02-01

1 Область применения

Настоящие строительные правила устанавливают правила определения энергетических показателей тепловой защиты вновь возводимых и реконструируемых (модернизируемых) жилых и общественных зданий.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных правилах использованы ссылки на следующие документы:

- СН 2.04.02-2020 Здания и сооружения. Энергетическая эффективность
- СН 2.04.03-2020 Естественное и искусственное освещение
- СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий
- СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
- СП 2.04.01-2020 Строительная теплотехника
- ТКП 45-1.04-37-2008 (02250) Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения
- СТБ 2409-2015 Метод определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий
- СТБ EN ISO 9972-2017 Теплотехнические характеристики зданий. Определение воздухопроницаемости зданий. Метод перепада давления
- СТБ EN ISO 13370-2016 Теплотехнические характеристики зданий. Потери теплоты через грунт. Методы расчета
- СТБ EN ISO 13790-2016 Энергетические характеристики зданий. Расчет количества необходимой энергии на нагрев и охлаждение
- ГОСТ EN 15316-3-1-2015 Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 3-1. Системы горячего водоснабжения, характеристика водопотребления (режимы водоразбора).

3 Термины и определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящих строительных правилах применяют термины, установленные в СН 2.04.02 и СП 2.04.01, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 коэффициент остекленности фасада здания: Отношение площади световых проемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включающей площадь световых проемов.

3.1.2 коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции: Показатель теплопередачи ограждающей конструкции, определяемый поверхностной плотностью теплового потока, проходящего через ограждающую конструкцию при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1 °С.

3.1.3 показатель компактности здания: Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему.

3.1.4 приведенный коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции: Средневзвешенное значение коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции.

3.1.5 приведенный коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций здания: Показатель теплопередачи здания, равный среднему тепловому потоку,

приходящемуся на единицу площади ограждающих конструкций здания при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1 °С.

3.1.6 регенеративный теплоутилизатор: Теплоутилизатор вытяжного воздуха, в котором утилизация теплоты вытяжного воздуха осуществляется посредством поочередного соприкосновения нагретого и холодного воздуха с поверхностями одной и той же теплоаккумулирующей насадки.

3.1.7 рекуперативный теплоутилизатор: Теплоутилизатор вытяжного воздуха, в котором утилизация теплоты вытяжного воздуха осуществляется через разделительную стенку.

3.1.8 тепловая защита здания: Совокупность теплозащитных свойств наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающих нормативный уровень расхода энергии здания с учетом необходимого воздухообмена помещений, а также требуемое сопротивление воздухо- и паропроницаемости и защиту от переувлажнения наружных ограждающих конструкций при оптимальных параметрах микроклимата помещений.

3.1.9 тепlopоступления в здании: Поступление теплоты в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения (бытовые тепlopоступления), а также от проникающей солнечной радиации.

3.1.10 теплоутилизатор вытяжного воздуха (теплоутилизатор): Теплообменник, передающий теплоту вытяжного воздуха для нагрева приточного воздуха системы механической вентиляции.

3.1.11 теплоутилизатор на тепловых трубах: Теплоутилизатор вытяжного воздуха, представляющий собой пучок герметически замкнутых труб, помещенных одним концом в поток греющего вытяжного воздуха, другим – в поток нагреваемого приточного воздуха.

3.1.12 теплоутилизатор с промежуточным теплоносителем: Теплоутилизатор вытяжного воздуха, передающий теплоту с помощью жидкости, циркулирующей в замкнутом контуре.

3.2 Обозначения

3.2.1 Прописные буквы латинского алфавита

A_c – площадь покрытий (чердачных перекрытий);

A_f – площадь цокольных перекрытий;

A_F – площадь заполнений световых проемов (окон, балконных дверей, зенитных фонарей);

A_e^{ext} – общая площадь наружных поверхностей наружных ограждающих конструкций;

A_{ed} – площадь наружных дверей и ворот;

A_h – отапливаемая площадь здания;

$A_{l, pub}$ – расчетная площадь для общественных помещений;

A_{ligh} – освещаемая площадь;

A_w – площадь наружных стен;

D_d – градусо-сутки отопительного периода;

G_{inf} – количество инфильтрующегося в здание воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей;

K_m – общий приведенный коэффициент теплопередачи здания;

K_m^{inf} – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий тепlopотери за счет инфильтрации и вентиляции;

K_{m}^{np} – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания;

L_v – количество приточного воздуха в здание при естественном воздухообмене или нормативное значение при механической вентиляции;

M – количество потребителей горячей воды в жилом здании;

$N_{eq,i}$ – количество оборудования i -го типа;

N_{peop} – среднее количество людей, находящихся в здании в течение рабочего дня;

Q_h – общие теплотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период;

Q_{eq} – теплопоступления от электрических приборов и технологического оборудования;

Q_h^y – требуемое количество энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода;

$Q_{h,aux}^y$ – вспомогательная энергия на обеспечение функционирования оборудования систем отопления и вентиляции здания за отопительный период;

$Q_{h,hp}^y$ – количество тепловой энергии, поставляемой в систему отопления и вентиляции тепловым насосом за отопительный период за вычетом электрической энергии от электрической сети, затрачиваемой на работу привода теплового насоса;

$Q_{h,hp,pv}^y$ – количество тепловой энергии, поставляемой в систему отопления и вентиляции тепловым насосом за отопительный период при использовании фотоэлектрической батареи;

$Q_{h,gen}^y$ – суммарная энергия, вырабатываемая из возобновляемых источников для отопления и вентиляции здания за отопительный период;

$Q_{h,rnd}^y$ – тепловая энергия, передаваемая теплоутилизатором вытяжного воздуха за отопительный период;

$Q_{ht,aux}^y$ – суммарное потребление энергии на обеспечение функционирования оборудования системы отопления за отопительный период;

$Q_{hv,aux}^y$ – суммарное потребление энергии на обеспечение функционирования оборудования системы вентиляции за отопительный период;

Q_{int} – бытовые теплопоступления в течение отопительного периода;

Q_{ligh} – теплопоступления от освещения;

Q_s – теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции в течение отопительного периода;

Q_{peop} – теплопоступления от людей;

R_c^r – приведенное сопротивление теплопередаче покрытий (чердачных перекрытий);

R_{ext}^r – приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот;

R_f^r – приведенное сопротивление теплопередаче цокольных перекрытий;

R_F^r – приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей);

R_w^r – приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен;

T_1 – расчетная температура горячей воды;

T_2 – средняя годовая температура холодной воды;

V_h – отапливаемый объем здания;

$W_{eq,i}$ – установленная мощность оборудования i -го типа;

Z_{ht} – продолжительность отопительного периода.

3.2.2 Строчные буквы латинского алфавита

c – удельная теплоемкость воздуха;

f – коэффициент остекленности фасада здания;

k_c – коэффициент относительного пропускания солнечной радиации зенитных фонарей;

k_c^{des} – расчетный показатель компактности здания;

$k_{eq,i}$ – коэффициент загрузки оборудования i -го типа;

k_F – коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон и балконных дверей;

I – суммарная солнечная радиация на горизонтальную и вертикальные поверхности различной ориентации при средних условиях облачности за отопительный период;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

n_a – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период;

n_a^{red} – кратность воздухообмена здания в рабочее время;

$n_{a_{inf}}$ – кратность инфильтрующегося воздуха через неплотности ограждающих конструкций;

n_v – количество часов работы механической вентиляции в течение недели;

q_h^{des} – расчетный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период;

q_h^{red} – нормативный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период;

$q_{hw(15)}^{des}$ – удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год;

q_{int} – удельные бытовые теплопоступления на 1 м² площади жилых помещений и кухонь или расчетной площади общественного здания;

$q_{int,light}$ – удельные теплопоступления от освещения;

$q_{int,peop}$ – внутренние теплопоступления в общественном здании от одного человека;

q_{50} – воздухопроницаемость при стандартном перепаде давления;

t_c – температура воздуха теплого чердака (технического подполья, неотапливаемой лестничной клетки и пр.);

t_{ext} – температура наружного воздуха;

t_{ht} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

t_{int} – температура внутреннего воздуха;

Z_{peop} – продолжительность нахождения людей в здании в течение недели;

Z_w – продолжительность рабочего времени в здании за отопительный период;

$Z_{w_{eq,i}}$ – продолжительность работы оборудования i -го типа в течение недели;

$Z_{w,light}$ – продолжительность работы освещения в течение недели.

3.2.3 Строчные буквы греческого алфавита

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери (теплопотребление);

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций;

η – коэффициент эффективности оборудования системы горячего водоснабжения;

η_k – коэффициент эффективности теплоутилизатора, учитывающий влияние встречного теплового потока, передаваемого от вытяжного воздуха приточному воздуху;

ν – коэффициент снижения тепlopоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций;

ζ – коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления;

$\rho_a^{\text{шт}}$ – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период;

τ_c – коэффициент, учитывающий затенение светового проема зенитных фонарей непрозрачными элементами их конструкции;

τ_F – коэффициент, учитывающий затенение светового проема окон и балконных дверей непрозрачными элементами их конструкции.

4 Общие положения

4.1 Нормативные значения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения, классификация зданий по показателям энергетической эффективности, мероприятия по снижению энергопотребления зданий на цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения установлены в СН 2.04.02.

4.2 В настоящих строительных правилах представлены методики расчета показателей:

- удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период жилых и общественных зданий;

- удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения многоквартирных жилых зданий;

- общего показателя энергоэффективности многоквартирных жилых зданий.

Перечисленные показатели определяют для расчетных условий эксплуатации зданий.

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий определяют согласно СТБ 2409.

5 Геометрические и энергетические показатели зданий

5.1 Общую площадь наружных стен с учетом оконных и дверных проемов определяют как произведение периметра здания по наружной поверхности стен на высоту внутри здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

5.2 Площадь окон и балконных дверей A_F и площадь наружных дверей и ворот A_{ed} определяют по размерам проемов в свету.

5.3 Площадь наружных стен A_w без учета окон и дверей определяют как разность общей площади наружных стен и суммарной площади окон и балконных дверей A_F и наружных дверей A_{ed} .

5.4 Площадь горизонтальных наружных ограждающих конструкций (покрытия, чердачного и цокольного перекрытий) определяют как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен). При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия (чердачного перекрытия) определяют как площадь внутренней поверхности потолка.

5.5 Отапливаемую площадь здания определяют как площадь этажей здания (в том числе отапливаемых цокольного, подвального и мансардного), измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь отапливаемых лестничных клеток и лифтовых шахт включают в площадь этажа.

В отапливаемую площадь здания не включают площадь теплых чердаков, неотапливаемых технических этажей, подвалов (подполий), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду.

5.6 При определении отапливаемой площади мансардного этажа учитывают площадь, ограниченную высотой до наклонного потолка: 1,2 м – при наклоне 30° к горизонту; 0,8 м – при наклоне от 45° до 60°; при наклоне 60° и более площадь измеряют до наружной стены.

5.7 Площадь жилых комнат здания определяют как суммарную площадь всех жилых комнат.

5.8 Отапливаемый объем определяют как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных и внутренних ограждающих конструкций (например, стен, покрытия (чердачного перекрытия), перекрытия подвала, цокольного этажа или пола по грунту). Отапливаемый объем многоэтажного здания с одинаковым по высоте контуром наружных стен определяют как произведение отапливаемой площади типового этажа на высоту внутри здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

5.9 Коэффициент остекленности фасада здания f определяют по формуле

$$f = \frac{A_F}{A_w + A_F + A_{ed}}, \quad (1)$$

где A_F – площадь заполнений световых проемов (окон, балконных дверей, зенитных фонарей), м²;

A_w – площадь наружных стен, м²;

A_{ed} – площадь наружных дверей и ворот, м².

5.10 Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания K_m^{pr} , условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, K_m^{inf} , общий приведенный коэффициент теплопередачи здания K_m , среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a , общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период Q_h , бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int} , требуемое количество энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода Q_h^v , расчетный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h^{des} , показатели удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения, удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год q_{hw}^{des} определяют согласно разделу 6.

6 Удельный расход энергии на различные нужды потребителей

6.1 Исходные данные для расчета удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

6.1.1 Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}, \quad (2)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °С; принимают с учетом СП 2.04.01;
 t_{ht} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С; принимают с учетом [1];

Z_{ht} – продолжительность отопительного периода, сут; принимают с учетом [1].

6.1.2 Площадь наружных стен A_w , заполнений световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) A_F , наружных дверей и ворот A_{ed} , покрытия (чердачного перекрытия) A_c , цокольного перекрытия A_f , общую площадь наружных поверхностей наружных ограждающих конструкций A_e^{sum} , отапливаемую площадь здания A_h и отапливаемый объем здания V_h определяют согласно разделу 5.

6.1.3 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен R_w' , заполнений световых проемов R_F' , покрытия (чердачного перекрытия) R_c' , цокольного перекрытия R_f' определяют с учетом СП 2.04.01.

6.2 Расчет удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период

6.2.1 Расчет удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период

6.2.1.1 Расчетный показатель компактности жилых зданий k_e^{des} рекомендуется принимать не более:

0,25 – для зданий высотой 16 этажей и более;
 0,29 – то же от 10 до 15 этажей включ.;
 0,32 – » от шести до девяти этажей включ.;
 0,36 – » пять этажей;
 0,43 – » четыре этажа;
 0,54 – » три этажа;
 0,61; 0,54; 0,46 – соответственно для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов;
 0,90 – для двух- и одноэтажных домов с мансардой;
 1,10 – для одноэтажных домов.

6.2.1.2 Расчетный показатель компактности здания k_e^{des} определяют по формуле

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}, \quad (3)$$

где A_e^{sum} – общая площадь наружных поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) последнего этажа и пола нижнего отапливаемого помещения, м²;

V_h – отапливаемый объем здания, принимаемый равным объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждающих конструкций, м³.

6.2.1.3 Расчетный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h^{des} , МДж/(м²·г) или МДж/(м³·г), определяют по формуле

$$q_h^{des} = \frac{Q_h^y}{A_h} \text{ или } q_h^{des} = \frac{Q_h^y}{V_h}, \quad (4)$$

где Q_h^y – требуемое количество энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода, МДж; определяют по 6.2.1.4;

A_h – отапливаемая площадь здания, м².

6.2.1.4 Требуемое количество энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода Q_h^v , МДж, рассчитывают по формуле

$$Q_h^v = Q_h \cdot \beta_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta - Q_{h,rvd}^v - Q_{h,ren}^v + Q_{h,aux}^v, \quad (5)$$

где Q_h – общие теплопотери здания, МДж; определяют по 6.2.1.5;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери, связанные с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждающих конструкций, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; принимают равным:

1,13 – для многосекционных и других протяженных зданий;

1,11 – для зданий башенного типа;

1,07 – то же с отапливаемыми подвалами;

1,05 – то же с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты;

Q_{int} – бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж; определяют по 6.2.1.9;

Q_s – теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и фонари) в течение отопительного периода, МДж; определяют по 6.2.1.11;

v – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение $v = 0,9$;

ζ – коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления; принимают по таблице 1;

$Q_{h,rvd}^v$ – тепловая энергия, передаваемая теплоутилизатором вытяжного воздуха за отопительный период, МДж; определяют по 6.2.2.1;

$Q_{h,ren}^v$ – суммарная энергия, вырабатываемая из возобновляемых источников для отопления и вентиляции здания за отопительный период, МДж; определяют по 6.2.2.2;

$Q_{h,aux}^v$ – вспомогательная энергия на обеспечение функционирования оборудования систем отопления и вентиляции здания за отопительный период, МДж; определяют по 6.2.2.3.

Таблица 1 – Коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления

Система отопления и способ регулирования	Значение ζ
1 Однотрубная система отопления с терморегуляторами и пофасадным авторегулированием на вводе или система поквартирного отопления однотрубная или двухтрубная с горизонтальной разводкой	1,00
2 Двухтрубная система отопления с терморегуляторами и центральным авторегулированием на вводе	0,95
3 Однотрубная система отопления с терморегуляторами и центральным авторегулированием на вводе или однотрубная система отопления без терморегуляторов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также двухтрубная система отопления с терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,90
4 Однотрубная система отопления с терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,85
5 Система отопления без терморегуляторов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха	0,70
6 Система отопления без терморегуляторов и авторегулирования на вводе – центральное регулирование в центральном тепловом пункте или котельной	0,50
7 Водяное отопление без регулирования	0,20

Примечания

1 Приведенные значения применимы к водяным системам отопления независимо от источника энергии на нагрев.

2 Для систем электрического отопления с прямым нагревом воздуха (электроконвекторов, инфракрасных обогревателей, напольного электрического отопления и т.д.) с терморегуляторами принимают $\zeta = 1,00$.

6.2.1.5 Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период Q_h , МДж, определяют по формуле

$$Q_h = 0,086 K_m D_d A_e^{sum}, \quad (6)$$

где K_m – общий приведенный коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°С); рассчитывают по формуле

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}, \quad (7)$$

здесь K_m^{tr} – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м²·°С); определяют по формуле

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{n_1 A_c}{R_c^r} + \frac{n_2 A_f}{R_f^r} + \frac{n_3 A_{f1}}{R_{f1}^r} + \frac{n_4 A_{f2}}{R_{f2}^r}}{A_e^{sum}}, \quad (8)$$

A_w – площадь наружных стен (за исключением проемов), м²;

R_w^r – приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен, м²·°С/Вт;

A_f – площадь заполнений световых проемов (окон, витражей, фонарей), м²;

R_f^r – приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, витражей, фонарей), м²·°С/Вт;

A_{ed} – площадь наружных дверей и ворот, м²;

R_{ed}^r – приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот, м²·°С/Вт;

A_c – площадь совмещенных покрытий (в том числе над эркерами), м²;

R_c^r – приведенное сопротивление теплопередаче совмещенных покрытий (в том числе над эркерами), м²·°С/Вт;

A_f – площадь цокольных перекрытий, м²;

R_f^r – приведенное сопротивление теплопередаче цокольных перекрытий, м²·°С/Вт;

A_{f1} – площадь перекрытий над проездами и под эркерами, м²;

R_{f1}^r – приведенное сопротивление теплопередаче перекрытий над проездами и под эркерами, м²·°С/Вт;

A_{f2} – площадь i -х конструкций между отапливаемым и неотапливаемым объемами здания, температура в которых выше, чем температура наружного воздуха, м²;

R_{f2}^r – приведенное сопротивление теплопередаче i -х конструкций между отапливаемым и неотапливаемым объемами здания, температура в которых выше, чем температура наружного воздуха, м²·°С/Вт;

n_1, n_2, n_i – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху; определяют по формуле (11);

K_m^{inf} – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, Вт/(м²·°C); рассчитывают по формуле

$$K_m^{inf} = \frac{0,28cn_a\beta_v V_h \rho_a^{ht}}{A_e^{stom}}, \quad (9)$$

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

n_a – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч⁻¹; определяют по 6.2.1.6;

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

ρ_a^{ht} – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м³; определяют по формуле

$$\rho_a^{ht} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_{int} + t_{ht})}, \quad (10)$$

t_{int}, t_{ht} – то же, что в формуле (2).

При проектировании полов по грунту или отапливаемых подвалов вместо A_f и R_f^r цокольных перекрытий в формулу (8) подставляют площадь A_f и приведенное сопротивление теплопередаче R_f^r стен, контактирующих с грунтом, а полы по грунту разделяют по зонам (с учетом СП 2.04.01 или СН 4.02.03) и определяют соответствующие значения A_f и R_f^r . Допускается для расчета потерь теплоты через грунт применять положения СТБ EN ISO 13370.

Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над техническими подпольями, стен между неотапливаемым объемом здания (например, неотапливаемой лестничной клеткой) с температурой воздуха в них $t_{ext} < t_c < t_{int}$ коэффициент n определяют по формуле

$$n = \frac{t_{int} - t_c}{t_{int} - t_{ext}}, \quad (11)$$

где t_c – температура воздуха теплого чердака (технического подполья, неотапливаемой лестничной клетки и пр.), °C; определяют по СП 2.04.01;

t_{ext} – температура наружного воздуха, °C; определяют по СП 2.04.01.

6.2.1.6 Среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a , ч⁻¹, рассчитывают по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_a = \frac{\frac{L_v n_v}{168} + \frac{G_{inf} \cdot (168 - n_v)}{168 \rho_a^{ht}}}{\beta_v V_h}, \quad (12)$$

где L_v – количество приточного воздуха в здание при естественном воздухообмене или нормативное значение при механической вентиляции, м³/ч; принимают равным:

- для жилых зданий – $3A_l$;
- для общественных и административных зданий:
офисов и объектов сервисного обслуживания – $4A_l$;
- учреждений здравоохранения и образования – $5A_l$;
- спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений – $6A_l$,

здесь A_l – для жилых зданий – площадь жилых помещений;

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

n_v – количество часов работы механической вентиляции в течение недели; для естественной вентиляции $n_v = 168$ ч;

168 – количество часов в неделе;

G_{inf} – количество инфильтрующегося в здание воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время $G_{inf} = \rho_a^{inf} 0,5\beta_v V_h$; для жилых зданий G_{inf} рассчитывают как для лестничных клеток – по 6.2.1.7.

Для жилых зданий при естественном воздухообмене среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a , ч⁻¹, рассчитывают по формуле

$$n_a = \frac{3A_l + \frac{G_{inf}}{\rho_a^{inf}}}{\beta_v V_h}, \quad (13)$$

6.2.1.7 Для жилых зданий значение G_{inf} , кг/ч, определяют по количеству инфильтрующегося воздуха в лестничные клетки по формуле

$$G_{inf} = \frac{A_F + A_{ed}}{R_{a,F}}, \quad (14)$$

где A_F – суммарная площадь окон лестничных клеток, м²;

A_{ed} – суммарная площадь входных наружных дверей лестничных клеток, м²;

$R_{a,F}$ – требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и входных наружных дверей, м²·ч/кг; определяют по СП 2.04.01 (формула (9.5)), при этом расчетную высоту H принимают с коэффициентом 0,5.

6.2.1.8 Для жилых зданий с механической системой вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a , ч⁻¹, определяют по формуле

$$n_a = \frac{\frac{L_v n_v}{168} + \frac{n_{a,inf} \cdot (168 - n_v)}{168}}{\beta_v V_h}, \quad (15)$$

где $n_{a,inf}$ – кратность инфильтрующегося воздуха через неплотности ограждающих конструкций, ч⁻¹; принимают по результатам испытаний при стандартном перепаде давления согласно СТБ EN ISO 9972, при отсутствии данных испытаний – равным 0,1 ч⁻¹;

L_v , n_v , β_v , V_h – то же, что в формуле (12).

6.2.1.9 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int} , МДж, определяют по формуле

$$Q_{int} = 0,0864q_{int}Z_{ht} \cdot (A_l + A_k), \quad (16)$$

где q_{int} – удельные бытовые теплопоступления на 1 м² площади жилых помещений и кухонь или расчетной площади общественного здания, Вт/м²; принимают:

– для жилых зданий:

при обеспеченности жильем 20 м² общей площади квартир и менее на 1 чел. – 9 Вт/м²;

то же 45 м² общей площади квартир и более на 1 чел. – 3 Вт/м²;

для других значений обеспеченности жильем – интерполяцией по значениям 3 и 9 Вт/м²;

– для общественных и административных зданий – по расчетному количеству людей, находящихся в здании (90 Вт/чел.), от освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м²) с учетом количества рабочих часов в неделю;

Z_{ht} – то же, что в формуле (2);

A_l – то же, что в 6.2.1.6;

A_k – площадь кухонь, м².

Удельные бытовые теплопоступления на 1 м² расчетной площади общественного здания также допускается определять по приложению А.

6.2.1.10 Примеры расчета тепловой защиты здания и определения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период, на подогрев воды в системе горячего водоснабжения здания, на горячее водоснабжение за год приведены в приложении Б.

6.2.1.11 Теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и фонари) в течение отопительного периода Q_s , МДж, для зданий, ориентированных по четырем сторонам света, определяют по формуле

$$Q_s = \tau_F k_F \cdot (A_{F1}I_1 + A_{F2}I_2 + A_{F3}I_3 + A_{F4}I_4) + \tau_c k_c A_c I_c, \quad (17)$$

где τ_F , τ_c – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема окон, балконных дверей и зенитных фонарей соответственно непрозрачными элементами их конструкции; принимают по проектным данным, а при отсутствии данных – по таблице В.1 (приложение В);

k_F , k_c – коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации окон, балконных дверей и зенитных фонарей соответственно; принимают по паспортным данным изделий, а при отсутствии данных – по таблице В.2 (приложение В); при этом мансардные окна с углом наклона к горизонту 45° и более рассчитывают как вертикальные, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари;

A_{Fi} , A_c – площадь заполнений световых проемов (окон, балконных дверей, зенитных фонарей) по сторонам света соответственно, м²;

I_i – суммарная солнечная радиация на горизонтальную и вертикальные поверхности различной ориентации при средних условиях облачности за отопительный период, МДж/м²; принимают по таблице В.3 (приложение В). Для населенных пунктов, не указанных в таблице, следует принимать значения по ближайшим приведенным областным центрам.

6.2.2 Расчет энергии вторичных и возобновляемых источников и вспомогательной энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период

6.2.2.1 Тепловую энергию, передаваемую теплоутилизатором за отопительный период $Q_{h,util}^r$, МДж, определяют по формуле

$$Q_{h,rvd}^y = 0,024 c p L_v \eta_k D_d, \quad (18)$$

где 0,024 – коэффициент перевода единиц измерения (МДж в КДж и сут в ч):
 $0,024 = 1000 / 24$;

c – удельная теплоемкость воздуха; $c = 1$ кДж/(кг·°С);

L_v – то же, что в формуле (12);

η_k – коэффициент эффективности теплоутилизатора, учитывающий влияние встречного теплового потока, передаваемого от вытяжного воздуха приточному воздуху; принимают по паспортным данным на теплоутилизатор или приложению Г;

D_d – то же, что в формуле (2).

6.2.2.2 Суммарную энергию, вырабатываемую из возобновляемых источников для отопления и вентиляции здания за отопительный период $Q_{h,ren}^y$, МДж, рассчитывают по формуле

$$Q_{h,ren}^y = Q_{h,hp,rv}^y + Q_{h,hp}^y, \quad (19)$$

где $Q_{h,hp,rv}^y$ – количество тепловой энергии, поставляемой в систему отопления и вентиляции тепловым насосом за отопительный период при использовании фотоэлектрической батареи; определяют по проекту;

$Q_{h,hp}^y$ – количество тепловой энергии, поставляемой в систему отопления и вентиляции тепловым насосом за отопительный период за вычетом электрической энергии от электрической сети, затрачиваемой на работу привода теплового насоса; определяют по проекту.

6.2.2.3 Вспомогательную энергию на обеспечение функционирования оборудования систем отопления и вентиляции за отопительный период $Q_{h,aux}^y$, МДж, определяют по формуле

$$Q_{h,aux}^y = Q_{ht,aux}^y + Q_{hv,aux}^y, \quad (20)$$

где $Q_{ht,aux}^y$ – суммарное потребление энергии на обеспечение функционирования системы отопления за отопительный период, МДж; определяют как алгебраическую сумму энергии, потребляемой электроприемниками предусмотренных проектом устройств системы отопления (циркуляционных насосов, систем автоматизации и т.д.) на основании их паспортных данных;

$Q_{hv,aux}^y$ – суммарное потребление энергии на обеспечение функционирования оборудования системы вентиляции за отопительный период, МДж; определяют как алгебраическую сумму энергии, потребляемой электроприемниками предусмотренных проектом устройств системы вентиляции (приточных, вытяжных и рециркуляционных вентиляторов, привода ротора теплоутилизатора, системы автоматизации и т.д.) на основании их паспортных данных.

6.3 Нормативный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

6.3.1 Расчетный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h^{des} , МДж/м² или МДж/м³ (на 1 м² отапливаемой площади или на

1 м³ отапливаемого объема здания), определяемый по 6.2 с учетом теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления, должен удовлетворять условию

$$q_h^{det} < q_h^{req}, \quad (21)$$

где q_h^{req} – нормативный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, МДж/м² или МДж/м³.

6.3.2 Нормативные значения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период для классов жилых зданий установлены в СН 2.04.02.

Для разноэтажных зданий нормативные значения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период следует определять как средневзвешенные по площади (объему) частей здания соответствующих этажностей.

Для встроенных и встроенно-пристроенных помещений общественного назначения в многоквартирных жилых зданиях, оборудованных отдельным прибором учета энергии на отопление и вентиляцию, показатели энергетической эффективности определяют отдельно от жилой части здания. Если площадь указанных помещений составляет не более 10 % площади квартир, допускается выполнять общий расчет показателей энергетической эффективности здания.

6.3.3 Нормативные значения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период для общественных зданий указанного функционального назначения и этажности установлены в СН 2.04.02.

6.4 Расчет удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения

6.4.1 В СН 2.04.02 установлены показатели удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения и удельного расхода энергии на горячее водоснабжение за год, используемые при определении общего показателя энергоэффективности здания.

6.4.2 Исходные данные для расчета:

- средняя годовая расчетная температура холодной воды, °С;
- расчетная температура горячей воды в системе горячего водоснабжения, °С.

Расчетную температуру горячей воды в системе горячего водоснабжения принимают равной 55 °С согласно СН 4.01.03 (5.4).

Среднюю годовую расчетную температуру холодной воды принимают равной среднему арифметическому значению температуры холодной воды месяцев года, указанных в ГОСТ EN 15316-3-1 (НП.2.3).

6.4.3 Порядок расчета

Удельный расход энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения q_0 , кВт·ч/м³, рассчитывают по формуле

$$q_0 = q_1 - q_2 + q_3, \quad (22)$$

где q_1 – удельный расход энергии на подогрев 1 м³ воды, кВт·ч/м³; определяют по формуле

$$q_1 = 0,278 \cdot 10^{-3} c_p \cdot (T_1 - T_2) / \eta, \quad (23)$$

здесь $0,278 \cdot 10^{-3}$ – коэффициент перевода единиц измерения (кДж в кВт·ч);

c – удельная теплоемкость воды; $c = 4,174$ кДж/(кг·°C) при среднем значении температуры $31,5$ °C = $(55 + 8) / 2$;

ρ – плотность воды; $\rho = 999,74$ кг/м³ при среднем значении температуры 8 °C;

T_1 – расчетная температура горячей воды; $T_1 = 55$ °C;

T_2 – средняя годовая температура холодной воды; $T_2 = 8$ °C;

η – коэффициент эффективности оборудования системы горячего водоснабжения; при централизованной системе теплоснабжения принимают $\eta = 1$, при децентрализованной системе теплоснабжения – в соответствии с паспортными данными котла;

q_2 – расход энергии вторичных и возобновляемых источников на подогрев 1 м³ воды, кВт·ч/м³; определяют по формуле

$$q_2 = q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{24}, \quad (24)$$

здесь q_{21} , q_{22} , q_{23} , q_{24} – энергия в расчете на 1 м³ горячей воды, кВт·ч/м³, получаемая при использовании соответственно системы утилизации тепловой энергии сточных вод, системы солнечных коллекторов, теплового насоса при получении электрической энергии от фотоэлектрической батареи, теплового насоса при получении электрической энергии от электрической сети;

q_3 – вспомогательная энергия на подогрев 1 м³ воды, кВт·ч/м³; рассчитывают по формуле

$$q_3 = \frac{\sum_{i=1}^k P_i}{G}, \quad (25)$$

здесь $\sum_{i=1}^k P_i$ – алгебраическая сумма установленных мощностей электроприемников предусмотренных проектом устройств системы горячего водоснабжения (циркуляционных насосов, систем автоматизации и т.д.) на основании их паспортных данных, кВт;

G – объем воды в циркуляционном контуре системы горячего водоснабжения, м³/ч.

Энергию в расчете на 1 м³ горячей воды, получаемую при использовании системы утилизации тепловой энергии сточных вод, q_{21} определяют по формуле

$$q_{21} = k\eta_1 q_1, \quad (26)$$

где k – коэффициент, выражающий часть горячей воды, направляемой в систему утилизации сточных вод; $k < 1$, при этом для жилых зданий при утилизации сточных вод из ванной комнаты $k = 0,6$;

η_1 – коэффициент эффективности системы утилизации тепловой энергии сточных вод; принимают по паспортным данным оборудования.

Энергию в расчете на 1 м³ горячей воды, получаемую при использовании системы солнечных коллекторов, q_{22} определяют по формуле

$$q_{22} = \frac{Q_{22}}{V}, \quad (27)$$

где Q_{22} – годовое количество тепловой энергии (по проекту), произведенной системой солнечных коллекторов;

V – расчетный годовой объем потребления горячей воды, м³; определяют по формуле

$$V = 365V_1M, \quad (28)$$

здесь 365 – количество дней в году;

V_1 – средний суточный расход горячей воды на одного человека (согласно [2]);
 $V_1 = 0,07 \text{ м}^3/(\text{чел.} \cdot \text{сут})$;

M – количество потребителей горячей воды в жилом здании; определяют исходя из условной заселенности квартир по формуле

$$M = \sum_{i=1}^K n_i \cdot (i + 1), \quad (29)$$

i – количество комнат в квартире;

K – максимальное количество комнат в квартире жилого здания;

n_i – количество i -комнатных квартир в жилом здании.

Энергию в расчете на 1 м^3 горячей воды, получаемую при использовании теплового насоса при получении электрической энергии от фотоэлектрической батареи, q_{23} определяют по формуле

$$q_{23} = \frac{Q_{23}}{V}, \quad (30)$$

где Q_{23} – годовое количество произведенной тепловым насосом тепловой энергии при использовании фотоэлектрической батареи (по проекту).

Энергию в расчете на 1 м^3 горячей воды, получаемую при использовании теплового насоса при получении электрической энергии от электрической сети, q_{24} определяют по формуле

$$q_{24} = \frac{Q_{24}}{V}, \quad (31)$$

где Q_{24} – годовое количество произведенной тепловым насосом тепловой энергии за вычетом электрической энергии от электрической сети, затрачиваемой на работу привода теплового насоса (по проекту).

6.4.4 Удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год

6.4.4.1 Показатель удельного расхода энергии на горячее водоснабжение за год используют при определении общего показателя энергоэффективности здания в соответствии с 7.1.

6.4.4.2 Удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год $q_{hw(15)}^{des}$, кВт·ч/м² (МДж/м²), определяют по формуле

$$q_{hw(15)}^{des} = q_{hw}^{des} \cdot \frac{S_1}{15} \cdot 0,88 \cdot \frac{A_h}{S_0}, \quad (32)$$

где q_{hw}^{des} – удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год, приходящийся на 1 м^2 отапливаемой площади жилого здания, кВт·ч/м² (МДж/м²); рассчитывают по формуле

$$q_{h,hr}^{des} = \frac{q_0}{A_h} \cdot V, \quad (33)$$

здесь q_0 – то же, что в формуле (22);

A_h – отапливаемая площадь здания, m^2 ;

V – то же, что в формуле (28).

Общую площадь квартир S_1 , m^2 , приходящуюся на одного человека, определяют по формуле

$$S_1 = \frac{S_0}{M}, \quad (34)$$

где S_0 – общая площадь квартир здания, m^2 ;

M – количество потребителей горячей воды в жилом здании, определяемое по формуле (29).

7 Классы жилых и общественных зданий по нормируемым показателям энергетической эффективности

7.1 Общий показатель энергоэффективности $q_{h,hr}^{des}$, $кВт \cdot ч / m^2$, определяют по формуле

$$q_{h,hr}^{des} = q_h^{des} + q_{hr(15)}^{des}. \quad (35)$$

7.2 Классы зданий по общему показателю энергоэффективности принимают в соответствии с СН 2.04.02.

7.3 Классы зданий по показателю удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию принимают в соответствии с СН 2.04.02.

7.4 Классы зданий по показателю удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения принимают в соответствии с СН 2.04.02.

7.5 При наличии в задании на проектирование указания о необходимости проведения более детального расчета годового суммарного потребления энергии зданием с дальнейшим принятием класса допускается осуществлять его в соответствии с СТБ EN ISO 13790 и ГОСТ EN 15316-3-1. При этом результаты расчетов оформляют в соответствии с СН 2.04.02 с указанием метода расчета.

7.6 Исходные данные для установления класса проектируемого здания по нормируемым показателям энергетической эффективности определяют по проектной документации. Исходные данные для определения класса по нормируемым показателям энергетической эффективности перед постановкой здания на капитальный ремонт, модернизацию или реконструкцию определяют на основании технического обследования здания и определения теплотехнических показателей в соответствии с ТКП 45-1.04-37.

Приложение А

Бытовые теплопоступления

А.1 При определении значения бытовых теплопоступлений в общественных зданиях учитывают поступления тепловой энергии от людей, освещения, технологического оборудования (при отсутствии местных вытяжных систем), оргтехники. Удельные бытовые теплопоступления $q_{int,hab}$, $Вт / m^2$, в общем случае определяют по формуле

$$q_{int, pub} = \frac{Q_{reor} + Q_{ligh} + Q_{eq}}{A_{l, pub}}, \quad (A.1)$$

где Q_{reor} – тепlopоступления от людей, Вт;

Q_{ligh} – тепlopоступления от освещения, Вт;

Q_{eq} – тепlopоступления от электрических приборов и технологического оборудования, Вт;

$A_{l, pub}$ – расчетная площадь для общественных помещений, м².

A.2 Тепlopоступления от людей Q_{reor} , Вт, определяют по их количеству с учетом времени работы по формуле

$$Q_{reor} = \frac{q_{int, reor} N_{reor} z_{reor}}{168}, \quad (A.2)$$

где $q_{int, reor}$ – внутренние тепlopоступления в общественном здании от одного человека, Вт/чел.; рекомендуется принимать равными: от взрослого – 90 Вт/чел., от ребенка – 70 Вт/чел. В зависимости от категории производимых работ, фактора гендерной принадлежности и температуры внутреннего воздуха в здании допускается определять по формуле

$$q_{int, reor} = \frac{\sum (V_{hj} q_{int, reor, j})}{\sum V_{hj}}, \quad (A.3)$$

здесь V_{hj} – соответствующий занимаемый объем j -го помещения определенного функционального назначения, м³;

$q_{int, reor, j}$ – тепlopоступления от одного человека в j -м помещении определенного функционального назначения, Вт/чел.; определяют по таблице А.1;

N_{reor} – среднее количество людей, находящихся в здании в течение рабочего дня, чел.;

z_{reor} – продолжительность нахождения людей в здании в течение недели, ч;

168 – продолжительность недели, ч.

Таблица А.1 – Тепlopоступления от взрослого человека при различных уровнях активности

Уровень активности	Тепlopоступления от взрослого человека (мужчины) $q_{int, reor, j}$, Вт/чел., при температуре окружающего воздуха, °С											
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Покой	120	114	108	102	96	90	84	78	72	66	60	56
Легкая работа	120	116	112	108	104	100	93	86	79	72	65	60
Работа средней тяжести	135	129	123	117	111	105	98	91	84	77	70	64
Тяжелая работа	165	158	151	144	137	130	123	116	109	102	95	86
Примечание – Для женщин указанные значения умножают на понижающий коэффициент 0,85, для детей – на 0,75.												

A.3 Для общественных зданий с переменным количеством людей в течение рабочего времени количество людей определяют как сумму количества персонала и среднего количества посетителей.

A.4 Тепlopоступления от освещения Q_{ligh} , Вт, определяют с учетом мощности освещения и времени работы по формуле

$$Q_{\text{light}} = \frac{q_{\text{int,light}} \cdot z_{w,\text{light}} \cdot A_{\text{light}}}{168}, \quad (\text{A.4})$$

где $q_{\text{int,light}}$ – удельные тепlopоступления от освещения, Вт/м²; принимают в зависимости от установленной мощности;

$z_{w,\text{light}}$ – продолжительность работы освещения в течение недели, ч;

A_{light} – освещаемая площадь, м²;

168 – продолжительность недели, ч.

Установленную мощность осветительных приборов здания определяют в соответствии с проектной документацией. При отсутствии данных установленную мощность определяют по таблице А.2.

Таблица А.2 – Установленная мощность от освещения в общественных зданиях

Наименование помещений	Максимальная нормируемая освещенность, лк	Максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м ² , не более*
Здания управления, конструкторских и проектных организаций, научно-исследовательских учреждений, библиотек		
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы	400	25
Проектные комнаты и залы, конструкторские и чертежные бюро	500	35
Помещения для ксерокопирования, электрофотографирования и т.п.	400	25
Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами, мониторами	400	25
Читальные залы	400	25
Лаборатории	500	35
Банковские и страховые учреждения		
Операционные залы, кассовые залы	500	35
Общеобразовательные школы, школы-интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения		
Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, кабинеты информатики	400	25
Детские дошкольные учреждения		
Групповые, игральные, столовые комнаты	400	25
Предприятия общественного питания		
Обеденные залы	200	14
Помещения приготовления пищи	400	25
Магазины		
Торговые залы супермаркетов	500	35
Торговые залы магазинов	400	25
Предприятия бытового обслуживания		
Парикмахерские	400	25
Ателье пошива и ремонта одежды	750	52

* Значения приведены для среднего значения индекса помещения в соответствии с СН 2.04.03.

А.5 Тепlopоступления от электрических приборов и технологического оборудования Q_{eq} , Вт, определяют по их установленной мощности, в зависимости от продолжительности работы и загрузки оборудования в течение недели, по формуле

$$Q_{\text{eq}} = \sum W_{\text{eq},i} \cdot N_{\text{eq},i} \cdot k_{\text{eq},i} \cdot \frac{z_{w,\text{eq},i}}{168}, \quad (\text{A.5})$$

где $W_{\text{eq},i}$ – установленная мощность оборудования i -го типа, Вт;

$N_{eq,i}$ – количество оборудования i -го типа;

$k_{eq,i}$ – коэффициент загрузки оборудования i -го типа;

$z_{w_{eq,i}}$ – продолжительность работы оборудования i -го типа в течение недели, ч;

168 – продолжительность недели, ч.

Значение установленной мощности Вт, и коэффициента загрузки оборудования приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 – Установленная мощность и коэффициент загрузки оборудования для оргтехники

Наименование оборудования	Установленная мощность $W_{eq,i}$, кВт	Коэффициент загрузки оборудования $k_{eq,i}$
Компьютер	0,4	0,5
Принтер	0,2	0,3
Ксерокс	1,5	0,3

Установленная мощность и коэффициент загрузки оборудования для предприятий общественного питания приведены в [3]. В остальных случаях указанные показатели определяют в разделе проектной документации «Технологические решения».

Приложение Б

Примеры расчета удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, на подогрев воды в системе горячего водоснабжения, на горячее водоснабжение за год

Б.1 Пример расчета удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период

Б.1.1 Необходимо выполнить расчет удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период трехсекционного девятиэтажного жилого здания меридиональной ориентации фасадов, расположенного в г. Минске, и определить класс здания по показателю удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию.

Исходные данные для расчета приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Показатель	Обозначение показателя, единица измерения	Значение показателя
Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int} , °C	18
Температура воздуха технического подполья	t_c , °C	5
Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext} , °C	–24
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht} , °C	–0,9
Продолжительность отопительного периода	Z_{ht} , сут	198
Площадь наружных стен	A_w , м ²	4 078,4
Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен	R_{w}^r , м ² ·°C/Вт	3,2
Общая площадь окон	A_F , м ²	876,60
в том числе:		
ориентированных на запад	A_{F1} , м ²	525,96
ориентированных на восток	A_{F2} , м ²	350,64
Приведенное сопротивление теплопередаче окон	R_{F}^r , м ² ·°C/Вт	1,0

Площадь покрытия	$A_c, \text{м}^2$	1 109,5
Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия	$R'_c, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	6,0
Площадь цокольного перекрытия	$A_f, \text{м}^2$	1 109,5
Приведенное сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия	$R'_f, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	2,5
Площадь наружных входных дверей	$A_{ed}, \text{м}^2$	9,8
Приведенное сопротивление теплопередаче наружных входных дверей	$R'_{ed}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	1,2
Общая площадь наружных поверхностей наружных ограждающих конструкций	$A_{\text{оог}}, \text{м}^2$	7 183,8
Площадь жилых помещений	$A_l, \text{м}^2$	3 853,3
Площадь кухонь	$A_k, \text{м}^2$	1 001,7
Отапливаемая площадь	$A_h, \text{м}^2$	9 393,5
Отапливаемый объем	$V_h, \text{м}^3$	27 959,4
Система вентиляции	—	С естественным побуждением
Расчетная высота от центра заполнения светового проема первого этажа до устья вытяжной шахты	$H, \text{м}$	25
Возобновляемые источники энергии	—	Отсутствуют
Мощность циркуляционного насоса системы отопления	$P_h, \text{кВт}$	0,563

Б.1.2 Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле (2):

$$D_d = (18 - (-0,9)) \cdot 198 = 3742,2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Б.1.3 Расчетный показатель компактности здания определяем по формуле (3):

$$k_e^{\text{des}} = \frac{7183,8}{27\,959,4} = 0,257 < 0,32 \text{ м}^{-1}.$$

Б.1.4 По формуле (11) определяем коэффициент n для перекрытия над подвальным этажом:

$$n = \frac{18 - 5}{18 - (-24)} = 0,31.$$

Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяем по формуле (8):

$$K_m^{\text{tr}} = \frac{\frac{4078,4}{3,2} + \frac{876,6}{1,0} + \frac{9,8}{1,2} + \frac{1109,5}{6,0} + \frac{0,31 \cdot 1109,5}{2,5}}{7183,8} = 0,345 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Б.1.5 Определяем условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, K_m^{inf} .

Б.1.5.1 Среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период определяем по формуле (13):

$$n_a = \frac{L_v + \frac{G_{\text{inf}}}{\rho_a}}{\beta_v V_h}.$$

1) Количество приточного воздуха в здание при естественном воздухообмене для жилых зданий рассчитываем следующим образом:

$$L_v = 3A_l = 3 \cdot 3853,3 = 11\,559,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2) Количество инфильтрующегося воздуха в лестничные клетки жилого здания через неплотности заполнений проемов определяем по формуле (14):

$$G_{inf} = \frac{A_F + A_{ed}}{R_{a,F}}.$$

Суммарная площадь окон и входных дверей лестничных клеток составляет: $A_{F,st} + A_{ed,st} = 42,2 \text{ м}^2$.

Соппротивление воздухопроницанию окон принято равным нормируемому, определяемому по СП 2.04.01 (формула (9.5)):

$$R_{a,F} = R_{a,норм} = \frac{1}{G_{норм}} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}.$$

а) Определяем расчетную разность давления наружного и внутреннего воздуха для окон и входных наружных дверей по СП 2.04.01 (формула (9.2)), при этом расчетную высоту H принимаем с коэффициентом 0,5:

$$\Delta p = 0,5H \cdot (\gamma_{ht} - \gamma_{int}) + 0,5\rho_{ht}v^2 \cdot (c_n - c_{п}) \cdot k_i,$$

где $\gamma_{ht} = \frac{3463}{273 - 0,9} = 12,73 \text{ Н/м}^3;$

$$\gamma_{int} = \frac{3463}{273 + 18} = 11,9 \text{ Н/м}^3;$$

$$\rho_{ht} = \frac{12,73}{9,8} = 1,3 \text{ кг/м}^3;$$

$$H = 25 \text{ м};$$

$$v = 4 \text{ м/с};$$

$$c_n = 0,8;$$

$$c_{п} = -0,6;$$

$$k_i = 0,91.$$

$$\text{Получаем } \Delta p = 0,5 \cdot 25 \cdot (12,73 - 11,9) + 0,5 \cdot 1,3 \cdot 4^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,91 = 23,7 \text{ Па}.$$

б) Δp_0 – эталонная разность давления воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций; согласно СП 2.04.01 $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$.

в) Нормативную воздухопроницаемость окон и балконных дверей жилых зданий определяем согласно СП 2.04.01 (таблица 9.1): $G_{норм} = 10 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{ч)}$.

г) Рассчитываем требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и входных наружных дверей:

$$R_{a,F} = \frac{1}{10} \cdot \left(\frac{23,7}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,178 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}.$$

С учетом СП 2.04.01 (9.3) сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий должно быть равно требуемому сопротивлению воздухопроницания при допустимом отклонении не более +20 %.

Принимаем $R_{a,F1} = 0,18 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$.

Таким образом, количество инфильтрующегося воздуха в лестничные клетки жилого здания через неплотности заполнения проемов составляет:

$$G'_{inf} = \frac{42,2}{0,18} = 234 \text{ кг/ч.}$$

3) Среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период определяем по формуле (11):

$$\rho_{ar} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (18 - 0,9)} = 1,254 \text{ кг/м}^3.$$

4) Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, принимаем: $\beta_v = 0,85$.

5) Рассчитываем среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период:

$$n_a = \frac{11\,559,9 + \frac{234}{1,254}}{0,85 \cdot 27\,959,4} = 0,49 \text{ ч}^{-1}.$$

Б.1.5.2 Рассчитываем условный коэффициент теплопередачи здания по формуле (9):

$$K_m^{inf} = \frac{0,28 \cdot 1 \cdot 0,49 \cdot 0,85 \cdot 27\,959,4 \cdot 1,254}{7183,8} = 0,569 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Б.1.6 Общий приведенный коэффициент теплопередачи здания определяем по формуле (7):

$$K_m = 0,345 + 0,569 = 0,914 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Б.1.7 Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяем по формуле (6):

$$Q_h = 0,0864 \cdot 0,914 \cdot 3742,2 \cdot 7183,8 = 2\,122\,957 \text{ МДж.}$$

Б.1.8 Бытовые тепlopоступления за отопительный период определяем по формуле (16):

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot 9 \cdot 198 \cdot (3853,3 + 1001,7) = 747\,499 \text{ МДж.}$$

При этом удельные бытовые тепlopоступления q_{int} составят 9 Вт/м^2 на 1 м^2 жилых помещений и кухонь.

Б.1.9 При отсутствии в здании зенитных фонарей тепlopоступления через светопрозрачные ограждения конструкции в течение отопительного периода определяют по уточненной формуле (17):

$$Q_s = \tau_F k_F \cdot (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4).$$

Б.1.9.1 В соответствии с проектом окна в одинарном переплете с двухкамерным стеклопакетом (три ряда остекления), с низкоэмиссионным мягким покрытием. Согласно приложению В принимаем:

– коэффициент, учитывающий затенение светового проема окон непрозрачными элементами их конструкции, $\tau_F = 0,8$;

– коэффициент относительного пропускания солнечной радиации светопрозрачной конструкции $k_F = 0,48$.

Б.1.9.2 Суммарная солнечная радиация на вертикальные поверхности при средних условиях облачности за отопительный период в соответствии с приложением В составит:

$$I_6 = 655 \text{ МДж/м}^2;$$

$$I_3 = 675 \text{ МДж/м}^2.$$

Таким образом, $Q_s = 0,8 \cdot 0,48 \cdot (525,96 \cdot 675 + 350,64 \cdot 655) = 224\,522 \text{ МДж}$.

Б.1.10 Расход вспомогательной энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{ht,aux}^y$, МДж, определяем по формуле (20):

$$Q_{ht,aux}^y = 0,278 \cdot P_h \cdot 24 \cdot 198 = 0,278 \cdot 0,563 \cdot 24 \cdot 198 = 744 \text{ МДж}.$$

Б.1.11 Требуемое количество энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяем по формуле (5). При этом коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления, $\zeta = 0,95$ (двухтрубная система отопления с терморегуляторами и центральным авторегулированием на вводе).

$$Q_h^y = 2\,122\,957 \cdot 1,13 - (747\,499 + 224\,522) \cdot 0,9 \cdot 0,95 - 0 - 0 + 744 = 1\,568\,607 \text{ МДж}.$$

Б.1.12 Расчетный удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяем по формуле (4):

$$q_h^{dex} = \frac{Q_h^y}{A_h} = \frac{1\,568\,607}{9393,5} = 167 \text{ МДж/м}^2 \text{ (46,8 кВт} \cdot \text{ч/м}^2 \text{)}.$$

Б.1.13 Отклонение удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период от базового значения 216 МДж/м^2 ($60,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$) составит:

$$\frac{167 - 216}{216} \cdot 100 \% = -23 \%.$$

Отклонение от базового значения согласно СН 2.04.02 (таблица 10.1) соответствует диапазону от -18% до -45% включ. или от 126 до 176 МДж/м^2 включ. Следовательно, класс здания по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию B_h – высокий.

Б.2 Пример расчета удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения здания, на горячее водоснабжение за год, общего показателя энергоэффективности

Б.2.1 Необходимо выполнить расчет удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения, на горячее водоснабжение за год трехсекционного девятиэтажного жилого здания и определить класс здания по указанным показателям.

Исходные данные для расчета приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Показатель	Обозначение показателя, единица измерения	Значение показателя
Общая площадь квартир	$S_0, \text{м}^2$	7 650,0
Площадь жилых помещений	$A_l, \text{м}^2$	3 853,3
Отапливаемая площадь	$A_h, \text{м}^2$	9 393,5
Отапливаемый объем	$V_h, \text{м}^3$	27 959,4
Количество квартир, всего	–	123
в том числе:		
1-комнатных		33
2-комнатных		65
3-комнатных		15
4-комнатных		10
Возобновляемые источники энергии в системе горячего водоснабжения	–	Отсутствуют
Мощность циркуляционного насоса системы горячего водоснабжения	$P_h, \text{кВт}$	0,563
Объем воды в циркуляционном контуре системы горячего водоснабжения	$G, \text{м}^3/\text{ч}$	5,0

Б.2.2 Удельный расход энергии на подогрев 1 м^3 воды в системе горячего водоснабжения определяем по формуле (23):

$$q_1 = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot 4,174 \cdot 999,74 \cdot (55 - 8) / 1 = 54,52 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3.$$

Вспомогательную энергию на подогрев 1 м^3 воды определяем по формуле (25):

$$q_3 = \frac{0,563}{5,0} = 0,11 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3.$$

При отсутствии затрат энергии вторичных и возобновляемых источников на подогрев 1 м^3 воды удельный расход энергии на подогрев 1 м^3 воды согласно формуле (22) составляет:

$$q_0 = 54,52 - 0 + 0,11 = 54,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3 = 197 \text{ МДж}/\text{м}^3.$$

Б.2.3 Отклонение от базового значения удельного расхода энергии на подогрев 1 м^3 воды в системе горячего водоснабжения зданий, равного $64,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$, согласно СН 2.04.02 составляет:

$$P = \frac{q_0 - q_{\text{ннб}}^{\text{рег}}}{q_{\text{ннб}}^{\text{рег}}} = \frac{54,6 - 64,0}{64,0} \cdot 100 \% = -14,7 \approx -15 \%.$$

Отклонение от базового значения согласно СН 2.04.02 (таблица 10.2) соответствует диапазону от 0 % до –15 % включ. или от 230 до 195 МДж/м³. Следовательно, класс здания по показателю удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения C_{hw} – нормальный.

Б.2.4 Удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год определяем по формуле (32):

$$q_{hw(15)}^{des} = q_{hw}^{des} \cdot \frac{S_1}{15} \cdot 0,88 \cdot \frac{A_h}{S_0}.$$

Удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год, приходящийся на 1 м² отапливаемой площади жилого здания, определяем по формуле (33):

$$q_{hw}^{des} = \frac{q_0}{A_h} \cdot V = \frac{54,6}{9393,5} \cdot 9479 = 55,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2,$$

где V – расчетный годовой объем потребления горячей воды, м³; определяем по формуле (28):

$$V = 365 V_1 M = 365 \cdot 0,07 \cdot 371 = 9479 \text{ м}^3,$$

здесь M – количество потребителей горячей воды в жилом здании; определяем по формуле (29):

$$M = \sum_{i=1}^K n_i \cdot (i+1) = 33 \cdot 2 + 65 \cdot 3 + 15 \cdot 4 + 10 \cdot 5 = 371 \text{ человек.}$$

Общую площадь квартир, приходящуюся на одного человека, определяем по формуле (34):

$$S_1 = \frac{S_0}{M} = \frac{7650}{371} = 20,6 \text{ м}^2.$$

Таким образом, удельный расход энергии на горячее водоснабжение за год составит:

$$q_{hw(15)}^{des} = 55,0 \cdot \frac{20,6}{15} \cdot 0,88 \cdot \frac{9393,5}{7650,0} = 81,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2.$$

Б.2.5 Общий показатель энергоэффективности определяем по формуле (35):

$$q_{h,hw}^{des} = 46,8 + 81,6 = 128,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2.$$

Отклонение от базового значения общего показателя энергоэффективности многоквартирных жилых зданий $q_{h,hw}^{req}$, равного согласно СН 2.04.02 (таблица 6.3) для многоквартирных жилых зданий этажностью 7 и более, 156 кВт·ч/м², составляет:

$$P = \frac{q_{h,hw}^{des} - q_{h,hw}^{req}}{q_{h,hw}^{req}} = \frac{128,4 - 156}{156} \cdot 100 \% = -18 \%.$$

Отклонение от базового значения согласно СН 2.04.02 (таблица 10.1) соответствует диапазону от –18 % до –45 % включ. или от 86 до 128 кВт·ч/м². Следовательно, класс

здания по общему показателю энергетической эффективности многоквартирных жилых зданий $B_{h,hw}$ – высокий.

Приложение В

Исходные данные для определения теплоступлений через светопрозрачные ограждающие конструкции

Таблица В.1 – Значения коэффициентов τ_F , τ_c , учитывающих затенение светового проема соответственно окон, балконных дверей и зенитных фонарей непрозрачными элементами их конструкции

Тип переплета	Значения τ_F и τ_c
Одинарный	0,8
Спаренный	0,7
Раздельный	0,6
Раздельно-спаренный	0,5

Таблица В.2 – Значения коэффициентов относительного пропускания солнечной радиации окон и балконных дверей k_F и зенитных фонарей k_c

Количество рядов остекления (в том числе в стеклопакетах)	Значения k_F и k_c остекления		
	из обычного стекла	с низкоэмиссионным покрытием	
		твердым	мягким
Два	0,76	0,75	0,54
Три	0,74	0,68	0,48
Четыре	0,54	–	–

Таблица В.3 – Суммарная солнечная радиация на горизонтальную и вертикальные поверхности различной ориентации при средних условиях облачности за отопительный период

Ориентация поверхности	Значение I , МДж/м ² , за отопительный период, сут, по областным центрам					
	Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
Горизонтальная	820	873	855	882	837	873
С	437	461	454	465	453	468
СВ	469	495	487	499	482	497
В	626	655	644	661	622	644
ЮВ	875	911	893	920	851	885
Ю	1024	1066	1045	1077	1001	1042
ЮЗ	899	938	920	947	885	920
З	638	675	663	681	645	668
СЗ	473	499	491	503	485	500

Примечание – Суммарную солнечную радиацию на поверхности, при целесообразности ее определения по [1], принимают: для г. Витебска – по данным о солнечной радиации г. Полоцка; для г. Гродно и г. Могилева – по данным г. Минска; для г. Бреста и г. Гомеля – по данным г. Василевичи.

Приложение Г

Типы и эффективность теплоутилизаторов вытяжного воздуха

Таблица Г.1

Тип теплоутилизатора	Коэффициент эффективности η_k
С промежуточным теплоносителем	0,45
На тепловых трубах	От 0,50 до 0,60

Регенеративный	От 0,70 до 0,85
Перекрестноточный рекуперативный	От 0,50 до 0,65
Противоточный рекуперативный	Св. 0,90

Библиография

- [1] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- [2] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 мая 2003 г. № 724 «О мерах по внедрению системы государственных социальных стандартов по обслуживанию населения республики»
- [3] П2-2019 к ТКП 45-3.02-325-2018 Проектирование зданий и помещений розничных торговых объектов и объектов общественного питания