НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

Стандарт организации

Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания

СТО НОП 2.1-2014

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

МОСКВА 2014

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

Стандарт организации

Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания

СТО НОП 2.1-2014

Издание официальное

Общероссийская негосударственная некоммерческая организация
«Национальное объединение саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих подготовку проектной документации»

Москва 2014

Предисловие

1	РАЗРАБОТАН	Некоммерческим партнерством «АВОК»
2	ПРЕДСТАВЛЕН НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом нормативно-технической документации для объектов промышленного и гражданского назначения Национального объединения проектировщиков
3	УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения проектировщиков, протокол от 04 июня 2014 г. № 59
4	ВВЕДЕН	ВПЕРВЫЕ

© Национальное объединение проектировщиков, 2014

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением проектировщиков

Содержание

Введение V
1. Область применения 1
2. Нормативные ссылки 2
3. Термины и определения 4
4. Общие положения 4
5. Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки 8
6. Состав энергетического паспорта проекта здания 9
7. Расчет теплотехнических показателей ограждающих конструкций 14
8. Расчет теплоэнергетических показателей на отопление и вентиляцию здания за отопительный период 21
9. Расчет теплоэнергетических нагрузок на отопительную и вентиляционную системы 26
10. Расчет теплоэнергетических показателей и нагрузок системы водоснабжения 28
11. Расчет нагрузок на систему электроснабжения 35
12. Расчет электроэнергетических годовых показателей системы электроснабжения и общего годового потребления энергии зданием 39
13. Установление класса энергетической эффективности проектируемого здания 46
14. Установление класса энергетической эффективности по результатам энергоаудита 48
Приложение А (обязательное). Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения . . . 56
Приложение Б (обязательное). Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания 66
Приложение В (справочное). Справочные таблицы 78
Приложение Г (рекомендуемое). Методика определения расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов 97

Приложение Д (рекомендуемое). Определение изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха 99
Приложение Е (обязательное). Нормирование теплопотребления приточной вентиляции общественных зданий. 102
Приложение Ж (справочное). Пример составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного здания. 106
Приложение И (справочное). Пример составления энергетического паспорта проекта общественного здания (школы) 137
Приложение К (справочное). Пример составления энергетического паспорта проекта высотного здания многофункционального назначения 165
Библиография 188

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1], Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [2], Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3], Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» [4].

Стандарт разработан также с учетом основных положений документов Европейской организации по стандартизации (CEH). В настоящем стандарте приводятся методики расчета годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов, на основании которых рассчитаны базовые и нормируемые по годам строительства показатели энергетической эффективности жилых и общественных зданий различного назначения для всего диапазона регионов России, также приведенные в этом стандарте для оценки энергетической эффективности здания, для которого составляется паспорт.

В соответствии с п. 7 Правил установления требований энергетической эффективности, утвержденных Постановлением № 18, к нормируемым показателям, по которым определяется класс энергоэффективности, относится «суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельной строкой». Последнее потому, что на стадии разработки проектной документации строящегося или капитально ремонтируемого здания только по рассчитанному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период можно наиболее достоверно оценить достаточность принятой теплозащиты наружных ограждений запроектированного здания и соответствие проекта современным требованиям энергетической эффективности, поскольку теплопотребление на го-

рячее водоснабжение слишком субъективно и зависит от индивидуальных привычек и пристрастий жителей.

Но в том же пункте говорится, что «к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относится показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды», который включает затраты электрической энергии на освещение, работу лифтов и систем инженерного оборудования, в том числе центрального кондиционирования. Однако нигде не указывается, что этот показатель нормируемый, как перечисленные ранее данные об отоплении, вентиляции и горячем водоснабжении, и он ни разу не упоминается при определении классов энергетической эффективности.

Поэтому в рассматриваемом стандарте приводится методика расчета удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды и результаты расчета вносятся в энергетический паспорт как информативные. По мере накопления определенного опыта в нормировании электрического энергопотребления на общедомовые нужды здания и установления объективного коэффициента пересчета между электрическим и тепловым киловатт-часом можно будет включить этот показатель при нормировании по удельному годовому расходу первичной энергии, что предполагается в будущем п. 16 тех же Правил. В данном стандарте также приводится методика расчета удельного годового расхода электрической энергии на освещение и пользование электроприборами в квартирах, а также в общественных зданиях в зависимости от их назначения и плотности заполнения людьми.

Настоящий стандарт включает методику определения классов энергоэффективности проектируемого здания в зависимости от отклонения рассчитанного при составлении энергетического паспорта показателя тепловой энергоэффективности проекта здания, представляющего собой удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, от нормируемого базового значения, соответствующего нормальному классу D. В данном стандарте приводится уточненная, по сравнению с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011 г. № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффектив-

ности…», таблица классов энергоэффективности зданий, соответствующих обозначениям общеевропейской классификации.

Класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий определяется по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического нормализованного удельного годового теплопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилого или общественного здания (показателя тепловой энергоэффективности эксплуатируемого здания) от нормируемого – базовый в соответствии с Постановлением Правительства России № 18. Причем, несмотря на то что указанное Постановление распространяется на многоквартирные дома, стандарт также позволяет оценивать класс энергетической эффективности одноквартирных отдельно стоящих и сблокированных домов, общественных зданий различного назначения по решению застройщика или собственника в соответствии с записью п. 3 Требований к правилам определения классов.

При выполнении энергетического обследования необходимо также сопоставлять фактическое теплопотребление, измеренное приборами учета и пересчитанное к нормализованному отопительному периоду, с расчитанным по приведенной в стандарте методике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Во-первых, потому что из-за особенностей взаимного влияния теплового и воздушного режимов на человека можно в стремлении к еще большему энергосбережению получить синдром «больного здания», когда для экономии искусственно сокращается воздухообмен в помещении, что способствует повышению влажности и появлению плесени на внутренней поверхности наружных ограждений. Во-вторых, только в сравнении фактического теплопотребления с проектными показателями можно оценить правильность режима отопления, причины отклонения фактического теплопотребления от расчетного, приоритетность энергосберегающих мероприятий и потенциал энергосбережения. Поэтому при энергетическом обследовании также необходимо иметь на руках энергетический паспорт проекта обследуемого здания, но уже с использованием фактических данных по заселенности и, если это возможно, по теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций.

В стандарте устанавливается порядок разработки энергетического паспорта проекта здания при проектировании вновь возводимых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых энергоэффективных жилых, общественных и административно-бытовых зданий, включая выбор конструкции и расчет сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций в соответствии с требованиями СП 50.13330 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003», определение показателя тепловой энергоэффективности здания и формулирование предложений по ее повышению, уточнение энергетических нагрузок инженерных систем, определенных по единой методике в целом по зданию, для сравнения с рассчитанными в соответствующих разделах проекта, и расчет эксплуатационной энергоемкости здания за год.

За основу при выборе теплозащиты зданий принят потребительский подход: когда достижение требуемого показателя энергоэффективности возможно как за счет повышения теплозащиты здания, так и за счет применения других энергосберегающих решений, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических условий с учетом рационального использования энергетических ресурсов и эффективности систем обеспечения микроклимата (отопления, охлаждения, вентиляции и кондиционирования воздуха) при рассмотрении здания и его отопительно-вентиляционных и охладительных установок как единой энергетической системы.

В разработке настоящего стандарта принимали участие: кандидат технических наук *В.И. Ливчак* (НП «АВОК») – руководитель разработки и ответственный исполнитель; доктор технических наук *Ю.А. Табунщиков* (НП «АВОК»); кандидат технических наук *М.М. Бродач* (МАрхИ); кандидат технических наук *Н.В. Шилкин, Ю.В. Миллер* (НП «АВОК»).

Стандарт Национального объединения проектировщиков

Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания
Requirements for the composition and content of energy passport of the residential and public buildings

Дата ведения: 04.06.2014

1. Область применения

1.1. Настоящий стандарт устанавливает порядок расчета показателей энергетического паспорта проекта жилых и общественных зданий, методики определения годовых расходов энергии и ресурсов для установления класса энергетической эффективности.

1.2. Требования настоящего стандарта распространяются на отапливаемые жилые и общественные здания общей площадью более 50 м^2 с расчетной температурой внутреннего воздуха в них выше 12 °С, а также группы смежных помещений с такой же температурой воздуха в зданиях с общей расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже (например, мойка или помещения сервисного обслуживания с температурой воздуха в них выше 12 °С, расположенные в гаражах-автостоянках с расчетной температурой воздуха ниже 12 °С, также подпадают под действия этого стандарта), независимо от высоты здания с нормируемой температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха (далее — здания).

1.3. Настоящий стандарт предназначен для применения при проектировании, эксплуатации, реконструкции и сертификации зданий, расположенных в любом регионе России. Его также необходимо учитывать при обязательном энергетическом обследовании для оценки энергоэффективности здания, установления потенциала энергосбережения и приоритетности энергосберегающих мероприятий.

1.4. При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) тре-

бования настоящего стандарта допускается распространять только на изменяемую часть, если ее площадь не превышает 20% площади всего здания. При большей площади реконструкции требования настоящего стандарта распространяются на здание в целом.

1.5. Для зданий, отапливаемых периодически, менее 5 дней в неделю, или сезонно, менее трех месяцев в году; мобильных (передвижных) зданий; временных зданий, которые находятся на одном месте не более одного отопительного сезона; надувных оболочек, палаток и шатров; зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже энергетический паспорт проекта здания составлять не следует.

1.6. При реконструкции зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применение настоящего стандарта необходимо согласовывать с соответствующими органами в каждом конкретном случае.

1.7. Энергетический паспорт проекта здания не предназначен для расчетов платы за коммунальные услуги, оказываемые квартиросъемщикам и владельцам (собственникам) квартир и зданий службами эксплуатации жилищного фонда, теплоснабжающими и другими организациями.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Общие положения»;

ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения»;

ГОСТ Р 54860-2011 «Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения»;

ГОСТ Р 54862-2011 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания»;

ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление»;

ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности»;

ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

СП 30.13330.2011 «Внутренний водопровод и канализация зданий» (актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*);

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003);

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» (актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87);

СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95*);

СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные» (актуализированная редакция СНиП 31-01-2003);

СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные» (актуализированная редакция СНиП 31-02-2001);

СП 56.13330.2011 «Производственные здания» (актуализированная редакция СНиП 31-03-2001);

СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха» (актуализированная редакция СНиП 41-01-2003);

СП 118.13330.2011 «Общественные здания и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 31-06-2009);

СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» (актуализированная редакция СНиП 41-02-2003);

СП 131.13330.2011 «Строительная климатология» (актуализированная редакция СНиП 23-01-99*);

СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;

СП 31-103-2003 «Проектирование жилых и общественных зданий»;

СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»;

СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов»;

СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям»;

СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»;

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который публикуется по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячным информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины, установленные в следующих документах: ГОСТ Р 51387, ГОСТ Р 53905, ГОСТ Р 54860, ГОСТ Р 54862, ГОСТ 31168, ГОСТ 31427, СП 50.13330, СП 60.13330, СП 118.13330, СП 23-101.

4. Общие положения

4.1. Базовое и нормируемое по годам строительства годовое потребление тепловой энергии для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, в сравнении с которыми определяется энергетическая эффективность проектируемого или эксплуатируемого здания, установлено в приложении А настоящего стандарта.

4.2. Для достижения показателей энергетической эффективности зданий, нормируемых по годам строительства, должны соблюдаться следующие требования к их элементам и конструкциям, базовые значения которых приведены в табл. 3 СП 50.13330:

— приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачных эле-

ментов наружных ограждающих конструкций зданий должно быть увеличено по сравнению с базовым значением на 15% со дня вступления в силу требований постановления Правительства РФ № 18, с 2016 г. — еще на 15%, а с 2020 г. — на 10% или в целом на 40% по отношению к базовому показателю;

— приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций здания (окон и витражей) должно составлять со дня вступления в силу требований не менее 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ для местностей с величиной градусо-суток более 4000 и 0,55 $м^2 \cdot °С/Вт$ — для остальных, а с 2016 г. — соответственно не менее 1,0 $м^2 \cdot °С/Вт$ для местностей более 4000 градусо-суток и 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ — для остальных.

Примечание – Не допускается уменьшение показателей сопротивления теплопередаче несветопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций здания до уровня ниже нормируемых значений в предыдущий период требований, когда расчетный удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции здания оказывается ниже нормируемого для соответствующего периода времени. То есть в период до 2016 г. сопротивление теплопередаче стен, покрытий и перекрытий не должно опускаться ниже базовых требований; в период с 2016 по 2020 гг. — ниже требований, установленных до 2016 г.; после 2020 г. — ниже требований предыдущего периода (2016 — 2020 гг.). Для светопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций здания допускается снижение сопротивления теплопередаче не более чем на 5% от требований текущего временного периода.

4.3. Установление класса энергетической эффективности проекта здания выполняется в зависимости от величины отклонения в % рассчитанного при составлении энергетического паспорта показателя тепловой энергоэффективности, представляющего собой удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, от нормируемого базового значения, соответствующего нормальному классу D согласно Табл. 1. Класс энергетической эффективности эксплуатируемого здания устанавливается согласно той же Табл. 1 — по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического суммарного удельного годового теплопотребления на отопление и вентиляцию, приведенное к нормализованному отопительному периоду, и на горячее водоснабжение от базового значения, приведенного, в зависимости от назначения здания и его этажности, в таблицах А.1, А.2 и А.3 приложения А.

Таблица 1– . **Классы энергетической эффективности здания**

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня*, %
A	Очень высокий**	−40 и менее
B	Высокий	От −30 до −40
C	Повышенный	От −15 до −30
D	Нормальный	От 0 до −15
E	Пониженный	От +35 до 0
F	Низкий	От +70 до +35
G	Особо низкий	Более +70

* На стадии проектирования — только расчетного значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

** При необходимости очень высокий класс может быть разбит на наивысшие подклассы A^{+}; A^{++}; A^{+++}.

4.4. Классы **C** и выше присваивают при условии включения в проект следующих энергосберегающих мероприятий:

— повышение теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций здания до уровня не ниже установленного в приложении А, в том числе за счет улучшения теплотехнической однородности конструкций наружных стен;

— применение индивидуальных тепловых пунктов, снижающих затраты энергии на циркуляцию в системах горячего водоснабжения и оснащенных автоматизированными системами управления и учета потребления энергоресурсов, горячей и холодной воды;

— применение поквартирного учета тепловой энергии, горячей и холодной воды и электроэнергии с использованием отопительных систем преимущественно с горизонтальной поквартирной разводкой, оснащенных теплосчетчиком и термостатическими вентилями на отопительных приборах, либо с поквартирными тепловыми пунктами, присоединяемыми к домовой системе теплоснабжения;

— применение систем освещения общедомовых помещений, использующих энергосберегающие лампы, оснащенных датчиками движения и

освещенности, а также устройствами компенсации реактивной мощности двигателей лифтового хозяйства, насосного и вентиляционного оборудования.

4.5. Контроль соответствия назначаемого класса по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период на стадии разработки проектной документации возлагают на органы государственной экспертизы проектной продукции.

Класс энергетической эффективности при сдаче-приемке здания в эксплуатацию устанавливают органы государственного строительного надзора на основе результатов обязательного инструментального контроля нормируемых энергетических показателей, в том числе удельного энергопотребления на отопление и вентиляцию, пересчитанного на нормализованный отопительный период.

4.6. Для многоквартирных домов класса D и C срок, в течение которого застройщик обеспечивает выполнение требований энергетической эффективности, должен составить не менее пяти лет с момента ввода здания в эксплуатацию, для многоквартирных жилых зданий класса B и A — не менее 10 лет с момента ввода здания в эксплуатацию.

При этом на застройщике лежит обязанность проведения обязательного инструментального контроля нормируемых энергетических показателей здания при сдаче-приемке в эксплуатацию, а также последующего подтверждения показателей не реже, чем одни раз в пять лет.

Инструментальный контроль и присвоение класса энергетической эффективности при сдаче-приемке здания в эксплуатацию осуществляется за счет средств застройщика.

4.7. Показатели суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых зданий не должны превышать установленный действующими нормативными документами базовый уровень более чем на 70%, а с 2020 г. — более чем на 50%. При превышении данного порогового значения требуется капитальный ремонт, направленный на увеличение энергосберегающих характеристик здания.

5. Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки

5.1. Энергетический паспорт проекта здания должен содержать следующие данные о проекте здания:

— общую информацию;

— условия расчетные климатические;

— показатели геометрические;

— показатели теплотехнические;

— показатели теплоэнергетические;

— коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения;

— показатели тепловой энергетической эффективности;

— присуждаемый класс энергетической эффективности;

— нагрузки энергетические и ресурсные;

— расходы энергии и ресурсов годовые;

— пояснительную записку.

5.2. Энергетические паспорта проекта здания составляют раздельно по жилой части и нежилым помещениям для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых превышает 20% площади квартир, а также для пристроенных помещений общественного назначения, не объединенных со встроенными помещениями.

Энергетический паспорт проекта здания составляют единым для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых составляет менее 20% площади квартир.

5.3. Для многофункциональных зданий (комплексов) удельные показатели энергопотребления рассчитываются для каждой функциональной зоны, отличающейся требованиями по удельному энергопотреблению, отдельно и затем суммируются для здания в целом по средневзвешенному показателю с учетом полезной площади зон.

5.4. Энергетический паспорт проекта здания заполняют по форме, приведенной в приложении Б, и оформляют подписями главного инженера (архитектора) комплексного проекта, главных инженеров проекта по

разделам инженерного оборудования и других ответственных исполнителей.

5.5. Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта проекта здания несет проектная организация, разработавшая энергетический паспорт.

5.6. Энергетический паспорт проекта здания следует принимать за основу при сопоставлении с измеренным фактическим тепловодопотреблением и при натурных испытаниях теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций для проверки уровня показателя тепловой энергетической эффективности здания и энергоемкости внутренних инженерных систем здания.

5.7. В задании на проектирование следует устанавливать класс энергетической эффективности здания в соответствии с классификацией по таблице 1. Присвоение на стадии проектирования класса ниже С, а с 1 января 2016 года — ниже В не допускается.

5.8. Примеры составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного дома, общественного здания (школы) и высотного многофункционального комплекса приведены в приложениях Ж, И, К.

6. Состав энергетического паспорта проекта здания

6.1 Общая информация

В данном разделе указывают следующие сведения: дату заполнения (число, месяц, год); адрес здания; наименование разработчика проекта; адрес и телефон разработчика; шифр проекта; назначение здания (жилое, жилое с первым нежилым этажом, общественное (указать назначение)); строительную серию здания; этажность и количество секций; количество квартир; расчетное количество жителей (служащих); вариант размещения в застройке (среди других зданий, у реки, парка и т. д.); конструктивное решение (панельный, каркасный с заполнением (указать тип заполнения), монолитный); установленную мощность системы отопления, кВт; установленную мощность системы приточной вентиляции, кВт; установленную тепловую мощность тепловых завес, кВт.

6.2 Условия расчетные климатические

6.2.1. Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования систем отопления, вентиляции и теплозащиты в холодный период года $t_н^р$ (°С) принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 в соответствии с СП 60.13330 и СП 131.13330. Для зданий выше 75 м — с условием, что температура снижается на 1 °С каждые 150 м высоты здания.

Примечание – Высоту здания определяют от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты или выбросной решетки на фасаде здания.

6.2.2. Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период $t_{н.от.п}$ (°С) и продолжительность отопительного периода $z_{от.п}$ (сут) следует принимать в соответствии с СП 124.13330, СП 131.13330.

6.2.3. Расчетную температуру внутреннего воздуха в жилых и общественных зданиях следует принимать в соответствии с СП 60.13330 и ГОСТ 30494: в холодный период года и в рабочее время $t_в$ (°С) — как минимальную из оптимальных температур, в нерабочее время $t_{в.мин}$ (°С) — как минимальную из допустимых температур. Расчетные параметры микроклимата в отдельных помещениях принимают по таблице В.1 настоящего стандарта.

6.2.4. Градусо-сутки отопительного периода ГСОП (°С·сут/год) определяют согласно п. 5.2 СП 50.13330.

6.2.5. Расчетную температуру воздуха на «теплом» чердаке $t_ч$ (°С) и расчетную температуру воздуха в техническом подполье $t_п$ (°С) принимают по данным проекта или по расчету теплового баланса этих помещений согласно СП 23-101.

6.2.6. Расчетную скорость ветра v (м/с) при определении разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций принимают на уровне середины здания (зоны — при разбивке на пожарные отсеки) и устанавливают по СП 131.13330 с коррекцией по данным таблицы В.2 настоящего стандарта для зданий высотой свыше 75 м.

6.3 Показатели геометрические

6.3.1. Площадь квартир $A_{кв}$ (м^2), или полезную площадь помещений общественных зданий $A_{пол}$ (м^2), определяют как сумму площадей пола квартир

без летних помещений или полезной площади помещений общественных зданий, за исключением площади лестниц, лифтовых шахт, тамбуров, технических этажей и гаражей.

6.3.2. Площадь жилых помещений $A_{ж}$ (м^2) определяют как сумму площадей всех жилых помещений (спален, детских, игровых, гостиных, кабинетов, библиотек, столовых, кухонь-столовых и пр.).

6.3.3. Расчетная площадь общественных зданий $A_р$ (м^2) равна полезной площади помещений здания, за исключением коридоров, тамбуров, переходов и помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей. Допускается принимать для многоэтажных зданий $A_р = 0{,}8A_{пол}$, в случае встроенных помещений первого нежилого этажа — $A_р = 0{,}9A_{пол}$.

6.3.4. Отапливаемый объем помещений полезной площади для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м (к табл. А.3) принимается равным произведению полезной площади помещений и высоты от пола до потолка (подшивного потолка).

6.3.5. Отапливаемый объем здания $V_{от}$ (м^3) принимают равным объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, исключая помещения с расчетной температурой воздуха ниже 12 °С, а также техническое подполье и неотапливаемый чердак.

6.3.6. Показатель компактности здания $k_{комп}$ определяют по формуле

$$k_{комп} = A_{огр.сум} / V_{от}, \qquad (1)$$

где $A_{огр.сум}$ — суммарная площадь наружных ограждающих конструкций здания, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м^2;

$\mathbf{V_{от}}$ — отапливаемый объем, м^3, принимают по 6.3.5.

Показатель компактности здания $k_{комп}$ для жилых зданий не должен превышать следующих значений:

— 0,25 — для зданий 16 этажей и выше;

— 0,29 — для зданий от 10 до 15 этажей включительно;

— 0,32 — для зданий от шести до девяти этажей включительно;

— 0,36 — для пятиэтажных зданий;

— 0,43 — для четырехэтажных зданий;

— 0,54 — для трехэтажных зданий;

— 0,61; 0,54 и 0,46 — соответственно для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных зданий;

— 0,9 — для двухэтажных и одноэтажных зданий с мансардой;

— 1,1 — для одноэтажных зданий.

6.3.7. Коэффициент остекленности фасада здания f определяют как отношение площадей световых проемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая световые проемы.

6.3.8. При определении суммарной площади наружных ограждающих конструкций здания $A_{огр.сум}$ (м^2) учитывают площади покрытия (перекрытия) верхнего этажа и перекрытия пола нижнего отапливаемого помещения (цокольное перекрытие), площади отапливаемой части фасадов, включая каждую наружную ограждающую конструкцию.

6.4 Показатели теплотехнические, теплоэнергетические и энергетической эффективности

Расчеты показателей теплотехнических, теплоэнергетических и энергетической эффективности, а также энергетических и ресурсных нагрузок, годовых расходов энергии и ресурсов, которые также заносят в энергетический паспорт проекта здания, приводятся в разделах 7–14 настоящего стандарта.

6.5. Пояснительная записка

Энергетический паспорт проекта здания сопровождают пояснительной запиской, которая должна содержать:

— общую характеристику запроектированного здания;

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

а) описание технических решений ограждающих конструкций с расчетом приведенного сопротивления теплопередаче всех наружных ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) с приложением протоколов теплотехнических испытаний, подтверждающих принятые расчетные теплофизические показатели строительных материалов, отличающихся от упомянутых в СП 23-101, и сертификата соответствия для светопрозрачных конструкций с характеристиками, отличающимися от данных таблицы В.3 настоящего стандарта;

б) принятые виды пространства под нижним и над верхним этажами (техническое подполье, «холодный» чердак и пр.) с указанием температуры внутреннего воздуха; наличие мансардных этажей, используемых для жилья, тамбуров входных дверей, отопления вестибюлей, остекления лоджий;

в) принятые системы отопления, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; сведения о наличии приборов учета и регулирования, обеспечивающих эффективное использование энергии; описание подключения систем отопления и горячего водоснабжения к тепловым сетям и приборов автоматического регулирования подачи и учета тепловой энергии и воды;

г) специальные приемы повышения энергетической эффективности здания: устройства по пассивному использованию солнечной энергии; системы регулируемой по потребности вентиляции, утилизации теплоты удаляемого воздуха, теплоизоляция трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, проходящих в неотапливаемых помещениях, применения тепловых насосов, солнечных батарей и пр.;

д) принятые системы электро- и газоснабжения с указанием типа бытовых кухонных плит, наличия устройств управления и регулирования освещения, автоматизированных систем учета;

— информацию о выборе и размещении источников энергоснабжения для объекта. В случае необходимости приводят технико-экономическое обоснование энергоснабжения от автономных источников вместо централизованных;

— сопоставление проектных решений и технико-экономических показателей в части энергопотребления с требованиями настоящего стандарта;

— заключение о соответствии проекта здания нормируемым теплотехническим и энергетическим показателям, о присвоении класса энергетической эффективности.

В пояснительной записке для исключения перегрева зданий в процессе эксплуатации должны быть рассчитаны температурные графики подачи теплоты на отопление с учетом наличия запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, определенные по методикам, изложенным в приложениях Г и Д.

7. Расчет теплотехнических показателей ограждающих конструкций

7.1. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений $R_{о.}^{пр}$, в том числе стен (раздельно по типу конструкций) $R_{о.ст.}^{пр}$, окон и балконных дверей $R_{о.ок.1}^{пр}$, витражей $R_{о.ок.2}^{пр}$, фонарей $R_{о.ок.3}^{пр}$, окон лестнично-лифтовых узлов $R_{о.ок.ЛЛУ}^{пр}$, балконных дверей наружных переходов $R_{о.б.дв.ЛЛУ}^{пр}$, входных дверей и ворот (раздельно) $R_{о.вх.дв.}^{пр}$, покрытий (совмещенных) $R_{о.покр.}^{пр}$, чердачных перекрытий $R_{о.пер.ч}^{пр}$, перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами или подпольями $R_{о.пер.п}^{пр}$, перекрытий над проездами или под эркерами $R_{о.пер.пр}^{пр}$, стен в земле и пола по грунту (раздельно) $R_{о.гр}^{пр}$ (м^2·°С/Вт) определяют согласно требованиям СП 50.13330, СП 23-101 и настоящего стандарта.

Расчет сопротивления теплопередаче каждой конкретной конструкции приводят в пояснительной записке к энергетическому паспорту проекта здания в соответствии с формулой

$$R_{о.}^{пр} = r \cdot (1 / \alpha_в + \Sigma\delta / \lambda_Б + 1 / \alpha_н), \qquad (2)$$

где **r** — коэффициент теплотехнической однородности конструкции, учитывающий наличие мостиков холода; определяют в соответствии с СП 23-101 либо с учетом потерь теплоты через линейную и точечную теплотехническую неоднородность по СП 50.13330;

$\boldsymbol{\alpha_в}$, $\boldsymbol{\alpha_н}$ — коэффициент теплообмена, соответственно тепловосприятия или теплоотдачи, Вт/(м^2·°С), принимают по СП 50.13330;

δ — толщина слоя конструкции, м;

$\boldsymbol{\lambda_Б}$ — коэффициент теплопроводности материала ограждающей конструкции, Вт/(м·°С), принимают по СП 23-101.

7.2. Минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не ниже значений, установленных в 4.2, с учетом года строительства и ограничения по температурному перепаду Δt_n между температурой внутреннего воздуха и средней температурой внутренней поверхности согласно 7.6 и 7.7.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{о.}^{пр}$ (м^2·°С/Вт) для вну-

тренних ограждений, разделяющих помещения с разностью температуры 6 °С и более, должно быть не менее нормируемых значений для непрозрачных конструкций, приведенных в 4.2; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий технических подполий с температурой воздуха в них t_c, большей $t_н^р$, но меньшей $t_в$, полученные значения следует делить на коэффициент n, определяемый по формуле

$$n = (t_в - t_c) / (t_в - t_н^р), \quad (3)$$

где $\mathbf{t_в}$ — расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °С, принимают по 6.2.3;

$\mathbf{t_c}$ — температура внутреннего воздуха в смежном помещении, °С;

$\mathbf{t_н^р}$ — расчетная температура наружного воздуха для расчета теплозащиты в холодный период года, °С, принимают по 6.2.1;

7.3. Приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачной конструкции балконных дверей квартир должно быть в 1,5 раза выше, чем светопрозрачной.

7.4. Для окон и балконных дверей наружных переходов лестнично-лифтового узла сопротивление теплопередаче $R_{о.ок.ЛЛУ}$ следует принимать в значениях не менее указанных в таблице 3 СП 50.13330, с учетом расчетной температуры воздуха в ЛЛУ.

7.5. Нормируемое сопротивление теплопередаче входных дверей $R_{о.вх.дв}$ следует принимать в значениях не менее:

— 0,55 м²·°С/Вт — для входных дверей в квартиры, расположенные выше первого этажа;

— 1,2 м²·°С/Вт — для входных дверей в одноквартирные дома и квартиры, расположенные на первых этажах многоэтажных зданий, а также зданий для размещения в них малых производств бытового назначения и ворот для хранения автомобилей в жилых зданиях;

— 0,95 м²·°С/Вт — для входных дверей в многоквартирные и общественные здания независимо от их назначения.

7.6. При расчете приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{о.}^{пр}$ следует выполнять проверку ограждающих конструкций на величину нормируемого температурного перепада Δt_n между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности согласно СП 50.13330.

Приведенное сопротивление теплопередаче для наружных стен следует рассчитывать для фасада здания либо для промежуточного этажа с учетом откосов проемов без учета их заполнений и проверкой соответствия требованиям 7.7 на участках в зонах теплопроводных включений. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять согласно СП 23-101. Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей), а также наружных дверей определяют на основании данных сертификационных испытаний, проведенных лабораториями, аккредитованными в установленном порядке. При отсутствии результатов сертификационных испытаний допускается принимать значения по таблице В.3 настоящего стандарта.

7.7. Температура внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах, а также в зоне непрозрачных элементов оконных блоков должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха, принимаемой по таблице В.1; для конструкций, граничащих с лестничной клеткой, — не ниже 7 °С при расчетной температуре внутреннего воздуха 16 °С и относительной влажности 55%. Температура внутренней поверхности вертикального остекления должна быть не ниже 3 °С при расчетных условиях.

7.8. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций зданий должна быть не более нормируемых значений G_u, указанных в СП 50.13330.

7.9. Нормируемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением светопрозрачных, R_u (м^2·ч·Па/кг) следует определять согласно СП 50.13330 и СП 23-101 с учетом высоты здания.

7.10. Окна и балконные двери в зданиях следует выбирать согласно классификации воздухопроницаемости притворов по ГОСТ 26602.2: трехэтажных и выше — не ниже класса Б; двухэтажных и ниже — в пределах классов В — Д, при соблюдении нормируемых сопротивлений воздухопроницанию — по СП 50.13330.

7.11. Нормируемое сопротивление паропроницанию наружных ограждающих конструкций следует определять по СП 50.13330 с учетом рекомен-

даций СП 23-7.12. Поверхность пола зданий должна иметь показатель теплоусвоения Y_f (Вт/(м^2·°С)), не превышающий нормируемых величин, указанных в СП 50.13330.

7.13. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери через наружные ограждения, $K_{тр.}^{пр}$ (Вт/(м^2·°С)) рассчитывают по формуле

$$K_{тр}^{пр} = (n_{t.i}\, A_{ст} / R_{о,ст}^{пр} + n_{t.i}\, A_{ок} / R_{о,ок}^{пр} + n_{t.i}\, A_{дв} / R_{о,дв}^{пр} + n_{t.i}\, A_{покр} / R_{о,покр}^{пр} + \\ + n_{t.i}\, A_{черд} / R_{о,черд}^{пр} + n_{t.i}\, A_{цок} / R_{о,цок}^{пр} + n_{t.i}\, A_{пр} / R_{о,пр}^{пр}) / A_{огр}^{сум}, \quad (4)$$

где $\mathbf{n_{t.i}}$ — коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, уменьшающий разность температуры для наружных ограждающих конструкций здания, не сообщающихся с наружным воздухом; для наружных стен, покрытий и перекрытий, сообщающихся с наружным воздухом, $n_{t.i} = 1$; для чердачных перекрытий холодных чердаков и перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, $n_{t.i} = 0,9$; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий технических подполий и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения значение принимают по СП 50.13330;

$A_{ст}$, $R_{о,ст}^{пр}$ — соответственно площадь (по наружному обмеру), м^2, и приведенное сопротивление теплопередаче, м^2·°С/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

$A_{ок}$, $R_{о,ок}^{пр}$ — то же заполнений световых проемов (окон, витражей, фонарей);

$A_{дв}$, $R_{о,дв}^{пр}$ — то же наружных дверей и ворот;

$A_{покр}$, $R_{о,покр}^{пр}$ — то же совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

$A_{черд}$, $R_{о,черд}^{пр}$ — то же чердачных перекрытий;

$A_{цок}$, $R_{о,цок}^{пр}$ — то же цокольных перекрытий или пола по лагам, по грунту;

$A_{пр}$, $R_{о,пр.}^{пр}$ — то же перекрытий над проездами и под эркерами;

$A_{огр.сум}$ — сумма площадей всех наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания, м^2.

При проектировании отапливаемых подвалов, заглубленных в землю, вместо $A_{цок}$ и $R_{о.цок}$ перекрытий над цокольным этажом в формулу (4) подстав-

ляют общую площадь и приведенное сопротивление теплопередаче стен и полов, контактирующих с грунтом, разделяя их по зонам шириной 2 м согласно СП 23-101 и определяя соответствующие значения $A_{цок}$ и $R_{о.цок}$; при этом $n_{t.i}$ принимают равным единице. В случае подземных автостоянок отапливаемый объем ограничивают перекрытием над автостоянкой, которое следует относить к перекрытиям над цокольным этажом.

7.14. При делении здания на зоны с различным температурным режимом в них приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания в целом $K_{тр.}^{пр}$ (Вт/(м^2·°С)) определяют по формуле

$$K_{тр.}^{пр} = \Sigma K_{тр.i.}^{пр} \cdot A_{огр.сум.i} \cdot (t_{в.i} - t_н^р) / (t_в - t_н^р) / \Sigma A_{огр.сум.i,} \qquad (5)$$

где $\boldsymbol{K_{тр.i.}^{пр}}$ — приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждения *i*-го объемно-планировочного элемента здания, Вт/(м^2·°С);

$\boldsymbol{A_{огр.сум.i}}$ — то же, что в формуле (1);

$\boldsymbol{t_{в,i}}$ — температура внутреннего воздуха *i*-го элемента здания, °С;

$\boldsymbol{t_в}$, $\boldsymbol{t_н^р}$ — то же, что в формуле (3).

7.15 Условный коэффициент теплопередачи здания $K_{инф.}^{усл.}$(Вт/(м^2·°С)), учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции в объеме нормативного воздухообмена для жилых зданий при отсутствии приточной механической вентиляции квартир, рассчитывается по формуле

$$K_{инф.ж.}^{усл.} = 0{,}28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_в + G_{инф} \cdot k_{ок}) \cdot c_а / A_{огр.сум}, \qquad (6)$$

где $\boldsymbol{L_{вент}}$ — расход наружного приточного воздуха для вентиляции, м^3/ч, поступающего через специальные воздухопропускные клапаны в наружных ограждениях, неплотности в них или путем открывания окон; принимают по норме объема наружного воздуха для вентиляции квартир:

— при заселенности 20 м^2 и более общей площади квартир на человека исходя из воздухообмена 30 м^3/ч наружного воздуха на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема квартиры;

— при заселенности менее 20 м^2 общей площади квартир на человека по норме 3 м^3/ч на 1 м^2 жилой площади квартир;

$\boldsymbol{\rho_в}$ — плотность воздуха при расчетной температуре внутреннего воздуха, кг/м^3; принимают по формуле

$$\rho_в = 353 / (273 + t_в), \quad (7)$$

где $\boldsymbol{G_{инф}}$ — расход инфильтрующегося наружного воздуха, кг/ч, через воздухопроницаемый элемент лестничной клетки многоквартирного здания (окно, витраж, балконную дверь наружных противопожарных переходов, входную дверь); принимают согласно 7.16;

$\boldsymbol{k_{ок}}$ — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимают равным:

— 0,7 — для окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами;

— 0,8 — для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами;

— 0,9 — для окон и балконных дверей со спаренными переплетами;

— 1,0 — для окон и балконных дверей с одинарными переплетами;

$\boldsymbol{c_а}$ — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); принимают $c_а$ = 1,006 кДж/(кг·°С);

$\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что и в формуле (1).

7.16. Расход инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$ (кг/ч) через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь) рассчитывают по формулам (8) и (9):

— через окна, витражи, витрины, зенитные фонари, балконные двери

$$G_{инф} = (A_{ок} / R_{инф.ок}) \cdot (\Delta P / \Delta P_о)^{2/3}; \quad (8)$$

— через входные двери и ворота

$$G_{инф} = (A_{дв} / R_{инф.дв}) \cdot (\Delta P / \Delta P_о)^{1/2}, \quad (9)$$

где $\boldsymbol{A_{ок}}$, $\boldsymbol{A_{дв}}$ — площадь окон, витражей и входной двери, ворот, м^2;

$\boldsymbol{R_{инф.ок}}$ — сопротивление воздухопроницанию окна, м^2·ч/кг, при $\Delta P_о$ = 10 Па; принимают по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию. При отсутствии данных допустимо принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101. Для балконных дверей, лестничных клеток и лифтовых холлов в переходах через наружную воздушную зону $R_{инф.б.дв}$ (м^2·ч/кг) принимают при $\Delta P_о$ = 10 Па:

— 0,47 м^2·ч/кг — для одинарной двери;

— 0,7 м^2·ч/кг — для двойных дверей с тамбуром;

— 0,85 м²·ч/кг — для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

$R_{инф.вх.дв}$ — сопротивление воздухопроницанию входных дверей или ворот, м²·ч/кг; принимают при ΔP_o = 10 Па:

— 0,14 м²·ч/кг — для входов в жилые здания, предприятия торговли и др. объекты с массовым проходом людей;

— 0,16 м²·ч/кг — для жилых зданий повышенной комфортности;

— 0,14 м²·ч/кг — для вращающихся дверей с тремя перегородками;

— 0,16 м²·ч/кг — для вращающихся дверей с четырьмя перегородками;

ΔP — расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па. При расчете инфильтрации для здания в целом допускается принимать расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей ЛЛУ жилого здания и окон и витражей общественного здания по формуле

$$\Delta P_{ок.и\ б.дв.} = 0{,}28 \cdot H \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03 \cdot \gamma_н \cdot v^2, \qquad (10)$$

где ***H*** — высота здания от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты или выбросной решетки на фасаде здания (при выбросе удаляемого воздуха в плоскости фасада), м;

$\gamma_н$, $\gamma_в$ — удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³; принимают по формулам

$$\gamma_н = 3463 / (273 + t_н), \qquad (11)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), \qquad (12)$$

где ***v*** — скорость ветра, м/с, на уровне середины здания (зоны — при разбивке на пожарные отсеки); принимают по 6.2.6 настоящего стандарта.

Расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных дверей и окон встроенного первого нежилого этажа многоквартирного здания $\Delta P_{вх.дв}$ (Па) определяют по формуле

$$\Delta P_{вх.дв} = 0{,}55 \cdot (H - h) \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03 \cdot \gamma_н \cdot v^2, \qquad (13)$$

где ***H***, $\gamma_н$, $\gamma_в$, ***v*** — то же, что в формуле (10);

h — высота от отметки пола нижнего входа в здание до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании (окна, витража, входной двери в здание), м.

7.17. Высотные здания (выше 75 м) разбивают по высоте на противопожарные зоны, перетекание воздуха между которыми отсутствует. Как пра-

вило, при высоте зданий свыше 150 м сборные вытяжные каналы не выводят на кровлю, а организуют выброс удаляемого воздуха в пределах каждой зоны через решетки в стене, расположенные на последнем этаже зоны. При таком решении расход инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$ (кг/ч) определяют раздельно для каждой зоны по формулам (8) и (10) настоящего стандарта, принимая высоту H (м) равной высоте зоны, а скорость ветра v (м/с), измеренную на уровне середины высоты зоны по отношению к уровню земли, с использованием корректирующих коэффициентов таблицы В.2.

7.18. Во встроенно-пристроенных к жилому зданию помещениях общественного назначения расход инфильтрующегося воздуха через закрытые окна, витражи и двери в нерабочее время зависит от их сопротивления воздухопроницанию и от расчетной разности давлений. Разность давлений следует определять по формуле (13) на уровне встроенного этажа, полагая, что все помещения находятся с наветренной стороны.

8. Расчет теплоэнергетических показателей на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

8.1. Расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период при непрерывном режиме отопления $Q_{от+вент.}^{год.расч}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{от+вент.}^{год.расч} = [Q_{огр.}^{год} + Q_{инф/вент.}^{год} - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_{тп}, \quad (14)$$

где $\boldsymbol{Q_{огр.}^{год}}$ — расход тепловой энергии для компенсации трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения за отопительный период, кВт·ч; принимают по 8.2;

$\boldsymbol{Q_{инф/вент.}^{год}}$ — расход тепловой энергии на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции за отопительный период, кВт·ч; принимают по 8.3;

$\boldsymbol{Q_{быт}^{год}}$ — бытовые (технологические) теплопоступления за отопительный период, кВт·ч; принимают по 8.5;

$\boldsymbol{Q_{инс}^{год}}$ — теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации за отопительный

период, кВт·ч; принимают по 8.6;

ν — коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями; принимают:

— 0,8 — при ГСОП = 5000 °С·сут;

— 0,9 — при ГСОП = 9000 °С·сут;

— 0,7 — при ГСОП = 1000 °С·сут;

— для других значений ГСОП — линейной интерполяцией;

ζ — коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление; принимают:

— 1,00 — в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе, в однотрубной или двухтрубной системе с поквартирной горизонтальной разводкой;

— 0,95 — в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

— 0,90 — 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;

— 0,85 — в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

— 0,70 — в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

— 0,60 — то же, без автокоррекции по температуре внутреннего воздуха;

— 0,50 — в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной в зависимости от изменения наружной температуры);

ξ — коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета потребленной тепловой энергии; из-за отсутствия статистических данных принимают $\xi = 0{,}1$ для центральных систем отопления с измерением теплоотдачи на отопительном приборе или на стояке; $\xi = 0{,}15$ для квартирных систем отопления с измерением теплосчетчиком в целом на квартиру; $\xi = 0$ для общественных зданий;

$\boldsymbol{\beta_{тп}}$ — коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления, связанные с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений; в приточной вентиляции общественных зданий — учитывающий теплопотери воздуховводов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают:

— 1,13 — для многосекционных и других протяженных зданий с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;

— 1,11 — для зданий башенного типа с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;

— 1,07 — для жилых зданий с отапливаемыми подвалами или отапливаемыми чердаками;

— 1,05 — для жилых зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты.

8.2. Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период $Q_{огр.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{огр.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.}^{пр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум}, \qquad (15)$$

где $\boldsymbol{K_{тр.}^{пр}}$ — приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С); принимают по формуле (4);

ГСОП — градусо-сутки отопительного периода, °С·сут; принимают согласно 6.2.4;

$\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что в формуле (4).

8.3. Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период $Q_{инф/вент.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{инф/вент.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K^{*)}_{инф.}{}^{усл} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум}, \qquad (16)$$

где $\boldsymbol{K^{*)}_{инф.}{}^{усл}}$ — условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и нагрев воздуха для вентиляции, Вт/(м^2·°С); принимают в зависимости от назначения здания по формулам (6) или (17);

ГСОП, $\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что в формуле (15).

Примечание – *) — $G_{инф}$, входящее в состав $K_{инф.}^{усл}$, определяемое по формулам (6) или (17), рассчитывается при удельном весе наружного воздуха, соответствующем

средней температуре отопительного периода $t_{н.от.п}$.

8.4. При оценке энергоэффективности общественных зданий условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, рассчитывается исходя из периодического режима работы этих зданий: в рабочее время подразумевается нагрев наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена, в нерабочее время — нагрев наружного воздуха, инфильтрующегося через закрытые окна и витражи под действием разности давлений наружного и внутреннего воздуха при выключенной вентиляции, $K_{инф.общ.}^{усл.}$ (Вт/(м^2·°С)):

$$K_{инф.общ.}^{усл.} = 0{,}28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_в \cdot n_{вент} + G_{инф} \cdot k_{ок} \cdot n_{инф}) \cdot c_а / (168 \cdot A_{огр.сум}), \qquad (17)$$

где $\boldsymbol{L_{вент}}$ — расход наружного приточного воздуха, м^3/ч, подаваемого для вентиляции помещений общественных и административных зданий; в зависимости от назначения здания принимают условно: для общественных и административных зданий, офисов, складов и предприятий розничной торговли $L_{вент} = 4A_р$ (где $A_р$ — расчетная площадь здания, м^2); для торгово-бытовых, досуговых зданий, лечебно-профилактических учреждений, спортивных сооружений $L_{вент} = 5A_р$; для учебно-воспитательных зданий $L_{вент} = 7A_р$; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, предприятий общественного питания, вокзалов $L_{вент} = 10A_р$;

$\boldsymbol{\rho_в, G_{инф}, k, c_а}$ — то же, что в формуле (6);

$\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что в формуле (1);

$\boldsymbol{n_{вент}}$ — время работы механической вентиляции в течение недели, ч;

$\boldsymbol{n_{инф}}$ — число часов учета инфильтрации в течение недели, ч; для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и в лестничных клетках жилого здания $n_{инф} = 168$; для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время работы приточной механической вентиляции, $n_{инф} = 168 - n_{вент}$.

8.5. Бытовые (технологические) теплопоступления за отопительный период $Q_{быт.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{быт.}^{год} = q_{быт} \cdot t \cdot z_{от.п} \cdot A \cdot 10^{-3}, \qquad (18)$$

где $\boldsymbol{q_{быт}}$ — удельная величина бытовых (технологических) теплопоступлений в среднем за час суток рабочего времени в отопительный период,

отнесенная к м^2 жилой площади для жилых зданий или к м^2 полезной площади помещений для общественных зданий, Вт/м^2; принимают по таблице В.4 Приложения В. Для многоквартирных домов рекомендуется принимать в зависимости от расчетной заселенности квартир — $A_{кв}$ / n (где $A_{кв}$ — площадь квартир, n — количество жителей в доме) по формуле:

$$q_{быт} = 17 - (A_{кв} / n - 20) \cdot 7 / 25; \qquad (18а)$$

t — рабочее время использования помещения (среднемесячное), по таблице В4;

$z_{от.п}$ — продолжительность отопительного периода, сут; принимают согласно 6.2.2;

A — жилая площадь квартир $A_{ж}$, м^2, или полезная площадь помещений общественного здания $A_{пол}$, м^2.

8.6. Теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации за отопительный период $Q_{инс}^{год}$ (кВт·ч) для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям (возможно и по восьми румбам), определяют по формуле

$$Q_{инс}^{год} = [\tau_{1ок}\tau_{2ок}(A_{ок1}I_1 + A_{ок2}I_2 + A_{ок3}I_3 + A_{ок4}I_4) + \tau_{1фон}\tau_{2фон}A_{фон}I_{гор}], \qquad (19)$$

где $\tau_{1ок}$, $\tau_{1фон}$ — коэффициенты затенения непрозрачными элементами окон и зенитных фонарей соответственно; принимают по данным производителя; при отсутствии данных допускается брать значения в таблице В.3 приложения В;

$\tau_{2ок}$, $\tau_{2фон}$ — коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации для светопрозрачных заполнений окон и зенитных фонарей соответственно; принимают по данным производителя; при отсутствии данных допускается брать значения в таблице В.3;

Примечание – Коэффициент для мансардных окон с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более расчитывается по принципу вертикальных окон, а с углом наклона менее 45° — по принципу зенитных фонарей.

$A_{ок.1}$, $A_{ок.2}$, $A_{ок.3}$, $A_{ок.4}$ — площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по разным направлениям, исключая площадь окон, витражей и прозрачной части балконных дверей лестнично-лифтовых узлов, 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 разным фасадам здания, кВт·ч/м^2; принимают по СП 23-101;

$A_{фон}$ — площадь световых проемов зенитных фонарей здания, м^2;

$I_{гор}$ — средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, кВт·ч/м^2; принимают по СП 23-101.

9. Расчет теплоэнергетических нагрузок на отопительную и вентиляционную системы

9.1. Требуемую мощность системы отопления $Q_{от.тр.}{}^{р}$ (кВт) определяют по формуле

$$Q_{от.тр.}{}^{р} = (Q_{огр.}{}^{р} + Q_{инф/вент.}{}^{р} - Q_{быт}{}^{р}) \cdot \beta_{тп}, \qquad (20)$$

где $Q_{огр.}{}^{р}$ — расчетный расход теплоты на компенсацию трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения оболочки здания (кВт); принимают по 9.3;

$Q_{инф/вент.}{}^{р}$ — расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции (кВт); принимают по 9.4;

$Q_{быт.}{}^{р}$ — бытовые (технологические) теплопоступления в квартирах либо в рабочих помещениях общественных зданий (кВт) (несмотря на то что в нежилых зданиях внутренние теплопоступления при подборе отопительных приборов не учитываются, практически они имеют место, и то, что их не учитывают, приводит к перегреву помещений. Поэтому при определении требуемой мощности системы отопления бытовые теплопоступления принимают по 9.5);

$\beta_{тп}$ — то же, что в формуле (14).

9.2. Требуемая мощность системы отопления $Q_{от.\,тр}{}^{р}$ может отличаться от установленной в разделе «Отопление и вентиляция» проекта здания и приведенной в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация» $Q_{от.пр.}{}^{р}$ не более чем на 10%. В противном случае обе величины следует уточнить. Если система отопления запроектирована с запасом бо-

лее 10% к требуемой мощности $Q_{от.тр.}{}^{р}$, необходимо пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, и режим регулирования подачи теплоты в соответствии с методиками, изложенными в приложениях Г и Д.

9.3. Расчетные трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения оболочки здания $Q_{огр.}{}^{р}$ (кВт) определяют по формуле

$$Q_{огр.}{}^{р} = K_{тр.}{}^{пр} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в} - t_{н}{}^{р}) \cdot \beta_{доб} \cdot 10^{-3}, \qquad (21)$$

где $\boldsymbol{K_{тр.}{}^{пр}}$ — то же, что в формуле (4);

$\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что в формуле (1);

$\boldsymbol{t_{в}, t_{н}{}^{р}}$ — то же, что в формуле (3);

$\boldsymbol{\beta_{доб}}$ — коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам света и повышенной температурой воздуха в угловых помещениях; при определении нагрузки системы отопления в целом по зданию принимают следующие значения: 1,13 — для жилых зданий; 1,1 — для общественных зданий.

9.4. Расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции в жилых зданиях $Q_{инф/вент.ж.}{}^{р}$ (кВт) или за счет инфильтрации в общественных зданиях $Q_{инф/вент.общ.}{}^{р}$ (кВт), определяют по формулам

$$Q_{иинф/вент.ж.}{}^{р} = K^{*)}{}_{инф.ж.}{}^{усл.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в} - t_{н}{}^{р}) \cdot 10^{-3}; \qquad (22)$$

$$Q_{инф/вент.общ.}{}^{р} = 0{,}28 \cdot G^{*)}{}_{инф} \cdot k_{ок} \cdot c_{а} \cdot (t_{в} - t_{н}{}^{р}) \cdot 10^{-3}, \qquad (23)$$

где $\boldsymbol{K^{*)}{}_{инф.ж.}{}^{усл}}$ — то же, что в формуле (6);

$\boldsymbol{A_{огр.сум}}$ — то же, что в формуле (1);

$\boldsymbol{t_{в}, t_{н}{}^{р}}$ — то же, что в формуле (21);

$\boldsymbol{G^{*)}{}_{инф}; k_{ок}; c_{а}}$ — то же, что в формуле (17).

Примечание – *) — $G_{инф}$, входящее в состав $K_{инф.ж.}{}^{усл}$, определяемое по формуле (6) или в формуле (23), рассчитывается при удельном весе наружного воздуха, соответствующем расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н.}{}^{р}$.

9.5. Бытовые (внутренние) теплопоступления в жилом доме в среднем за час суток отопительного периода (кВт) определяют по формуле

$$Q_{быт}{}^{р} = q_{быт} \cdot A_{ж} \cdot 10^{-3}, \qquad (24)$$

где $\boldsymbol{A_{ж}}$ — жилая площадь квартиры, м^2;

$\boldsymbol{q_{быт}}$ — то же, что в формуле (18).

9.6. Удельный расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания $q_{от.тр.}{}^{р}$ (Вт/м^2) определяют по формуле

$$q_{от.тр.}{}^{р} = Q_{от.тр.}{}^{р} \cdot 10^3 / A_{кв}, \qquad (25)$$

где $\boldsymbol{Q_{от.тр.}{}^{р}}$ — требуемая мощность системы отопления, кВт; принимают по формуле (20);

$\boldsymbol{A_{кв}}$ — площадь квартир в здании.

9.7. Удельный расчетный расход тепловой энергии на вентиляцию (кондиционирование) здания, включая тепловые завесы, $q_{вент.пр.}{}^{р}$ (Вт/м^2) определяют по формуле

$$q_{вент.пр.}{}^{р} = (Q_{вент.пр.}{}^{р} + Q_{т.з.пр.}{}^{р}) \cdot 10^3 / A_{пол}, \qquad (26)$$

где $\boldsymbol{Q_{вент.пр.}{}^{р}}$ — установленная тепловая мощность приточной вентиляции, кВт; принимают как расчетный часовой расход тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию и кондиционирование воздуха при расчетной температуре наружного воздуха $t_н^{р}$ из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания,

$\boldsymbol{Q_{т.з.пр.}{}^{р}}$ — установленная тепловая мощность воздушно-тепловых завес, кВт; принимают по проектным данным;

$\boldsymbol{A_{пол}}$ — полезная площадь помещений общественного здания $A_{пол}$, м$^{2.}$

10. Расчет теплоэнергетических показателей и нагрузок системы водоснабжения

10.1. Расчетный средний суточный расход горячей воды в отопительный период на одного жителя в жилом здании $g_{гв.ср.сут.от.п.ж}$ (л/(чел.·сут)) определяют по формуле (27), на одного потребителя в общественном здании $g_{в.ср.сут.от.п.н/ж}$, (л/(чел.·сут)) — по формуле (28):

$$g_{гв.ср.сут.от.п.ж.} = a_{гв.табл.А.2} \cdot 365 / [\, z_{от.п} + \alpha \cdot (351 - z_{от.п})]; \qquad (27)$$

$$g_{гв.ср.сут.от.п.н/ж} = a_{гв.табл.А.3} \cdot 365 / 351, \qquad (28)$$

где $\boldsymbol{a_{гв.табл.А.2}}$, $\boldsymbol{a_{гв.табл.А.3}}$ — расчетный суточный расход горячей воды в среднем за год на одного жителя для жилых зданий или одного потребителя для общественных зданий, л/(чел.·сут); принимают соответственно по таблицам А.2 и А.3 СП 30.13330, приводится в таблице В.5 приложения В для условий центрального региона;

$\boldsymbol{z_{от.п}}$ — то же, что в формуле (18);

α — коэффициент, учитывающий снижение уровня водоразбора; в жилых зданиях в летний период $\alpha = 0{,}9$, для остальных зданий $\alpha = 1$.

10.2. Удельный среднечасовой в отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв}$ (Вт/м^2) определяют по формуле

$$q_{гв} = [g_{гв.ср.сут.от.п} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{тр}) \cdot \rho_{вод} \cdot c_{вод}] / (3{,}6 \cdot 24 \cdot A_{чел}), \qquad (29)$$

где $g_{гв.ср.сут.от.п}$ — расчётный средний суточный расход горячей воды в отопительный период на одного жителя, л/(чел.·сут); принимают по 10.1;

$t_{гв}$ — температура горячей воды, °С; принимают в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496;

$t_{хв}$ — температура холодной воды в отопительный период, °С; принимают равной 5°С;

$k_{тр}$ — коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; для индивидуальных тепловых пунктов жилых зданий с централизованной системой горячего водоснабжения $k_{тр} = 0{,}2$; для индивидуальных тепловых пунктов общественных зданий и для жилых зданий с квартирными водонагревателями $k_{тр} = 0{,}1$ или принимают по таблице 2;

$\rho_{вод}$ — плотность воды, равная 1 кг/л;

$c_{вод}$ — удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С);

$A_{чел}$ — норма общей площади квартир на одного жителя в жилом здании или полезной площади помещений на одного пользователя в общественном здании; м^2/чел., принимают в зависимости от назначения здания по таблице В5, там же приводятся результаты расчета $q_{гв}$ для условий центрального региона.

Таблица 2 – **Значение коэффициента $k_{тр}$, учитывающего потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения**

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент $k_{тр}$	
	при наличии сетей горячего водоснабжения после центрального теплового пункта	без сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками без полотенцесушителей	0,15	0,1

Окончание таблицы 2

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент $k_{тр}$	
	при наличии сетей горячего водоснабжения после центрального теплового пункта	без сетей горячего водоснабжения
То же, с полотенцесушителями	0,25	0,2
С неизолированными стояками и полотенцесушителями	0,35	0,3

10.3. Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения, отнесенный на м^2 общей площади квартир в жилом здании или полезной площади помещений в общественном здании $q_{гв}^{год}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{гв}^{год} = \frac{0{,}024 q_{гв}}{1 + k_{тр}} \left(351 k_{тр} + z_{от.п} + \frac{\alpha (351 - z_{от.п})(60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \qquad (30)$$

где $q_{гв}$ — удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения в отопительный период, Вт/м^2; принимают по формуле (29) на принятую в табл. В.5 норму заселенности на одного жителя или работника ($A_{чел.}$);

$k_{тр}$, $t_{хв}$ — то же, что в формуле (29);

$z_{от.п}$ — то же, что в формуле (18);

α — то же, что в формуле (27);

$t_{хв.л}$ — температура холодной воды в летний период, °С; при водозаборе из открытых источников $t_{хв.л}$ = 15 °С.

В зависимости от типа здания при подстановке известных постоянных величин формула (30) примет следующий вид:

а) для жилых зданий с централизованной системой горячего водоснабжения, индивидуальным тепловым пунктом и в зависимости от степени охвата квартир, в которых установлены водосчетчики и по их показаниям ведется расчет оплаты, $m_{уст.в.сч}/m_{кв.в.зд}$:

$$q_{гв}^{год} = 0{,}02 \cdot q_{гв} \cdot [(70{,}2 + z_{от.п}) + 0{,}74 \cdot (351 - z_{от.п})] \cdot (A_{чел} / A_{чел.i,}) \cdot$$

$$\cdot (1\text{-}0{,}4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд}), \qquad (31)$$

б) для жилых зданий с горячим водоснабжением от квартирных водонагревателей:

$$q_{гв}^{год} = 0{,}024 \cdot q_{гв} \cdot [z_{от.п} + 0{,}74 \cdot (365 - z_{от.п})] \cdot (A_{чел} / A_{чел.i,}) \cdot$$

$$(1\text{-}0{,}4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд}), \qquad (32)$$

в) для гостиниц с душами и полотенцесушителями в отдельных номерах и больниц с санузлами в палатах:

$$q_{гв}^{год} = 0{,}02 \cdot q_{гв} \cdot [(70{,}2 + z_{от.п}) + 0{,}82 \cdot (365 - z_{от.п})] \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \qquad (33)$$

г) для гостиниц и больниц с общими ваннами и душами без полотенцесушителей и других общественных зданий:

$$q_{гв}^{год} = 0{,}022 \cdot q_{гв} \cdot [(35{,}1 + z_{от.п}) + 0{,}82 \cdot (351 - z_{от.п})] \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \qquad (34)$$

где $\boldsymbol{q_{гв}}$ — то же, что в формуле (30);

$\boldsymbol{z_{от.п}}$ — то же, что в формуле (18);

$\boldsymbol{A_{чел}}$ — то же, что в формуле (29);

$\boldsymbol{A_{чел.i}}$ — фактическая плотность заселения/размещения в м^2 на одного человека;

$\boldsymbol{m_{уст.в.сч}}$ — количество квартир в здании, где установлены квартирные водосчетчики;

$\boldsymbol{m_{кв.в\ зд}}$ — суммарное количество квартир в здании.

Результаты расчета $q_{гв}^{год}$ для жилых и общественных зданий в зависимости от их назначения, исходя из указанной в СП 30.13330 нормативной площади на одного потребителя для центрального региона с $z_{от.п}$ = 214 сут, приведены в таблице В5.

В случае иной величины общей или полезной площади на одного человека $A_{чел.i}$ удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв.i}^{год}$ определяют по формуле

$$q_{гв.i}^{год} = q_{гв}^{год} \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \qquad (35)$$

где $\boldsymbol{q_{гв}^{год}}$ — удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения на м^2 общей площади квартир в жилом здании или полезной площади помещений в общественном здании, кВт·ч/м^2; принимают по формуле (30);

$A_{чел}$ — то же, что в формуле (29);

$A_{чел.i}$ — то же, что в формулах (31-34).

10.4. Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания $Q_{гв.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{гв.}^{год} = q_{гв.i.}^{год} \cdot A_{кв/п}, \quad (36)$$

где $q_{гв.}^{год}$ — то же, что в формуле (35); в зависимости от назначения здания и длительности отопительного периода региона строительства принимают по формулам (31-34);

$A_{кв/п}$ — общая площадь квартир в жилом доме или полезная площадь помещений в общественном здании, м^2.

10.5. Среднечасовой расход горячей воды на здание в отопительный период $G_{гв}^{ср.от.п}$ (м^3/ч) определяют по формуле

$$G_{гв}^{ср.от.п} = g_{гв.ср.сут.от.п.} \cdot A_{кв/п} \cdot 10^{-3} / (24 \cdot A_{чел.}), \quad (37)$$

где $g_{гв.ср.сут.от.п.}$ — то же , что в формуле (29), л/(чел.·сут);

$A_{кв/п}$ — то же, что в формуле (36);

$A_{чел}$ — то же, что в формуле (29).

10.6. Максимальный за сутки наибольшего водопотребления часовой расход горячей воды на здание $G_{гв}^{макс}$ (м^3/ч) определяют по формуле

$$G_{гв}^{макс} = G_{гв}^{ср.от.п} \cdot k_{час} \quad (38)$$

где $G_{гв}^{ср.от.п}$ — среднечасовой расход горячей воды на здание в отопительный период, м^3/ч; принимают по формуле (37);

$k_{час}$ — коэффициент часовой неравномерности водопотребления; принимают по таблице 3.

Таблица 3– **Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $k_{час}$**

Число жителей *n*	Значение коэффициента $k_{час}$	Число жителей *n*	Значение коэффициента $k_{час}$
150	5,15	1000	3,27
250	4,50	1500	3,09
350	4,10	2000	2,97
500	3,75	3000	2,85
700	3,50	5000	2,74

Окончание таблицы 3

Примечание – Других потребителей приравнивают по своей норме водопотребления к числу жителей.

10.7. Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания в отопительный период $Q_{гв}^{ср.от.п}$ (кВт) определяют по формуле

$$Q_{гв}^{ср.от.п} = q_{гв} \cdot A_{кв/п} \cdot 10^{-3}, \qquad (39)$$

где $q_{гв}$ — то же, что в формуле (30);

$A_{кв/п}$ — то же, что в формуле (36).

10.8. Требуемую мощность системы горячего водоснабжения $Q_{гв}^{макс}$ (кВт) определяют как максимальный часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение с учетом циркуляции по формуле

$$Q_{гв}^{макс} = Q_{гв}^{ср.от.п} \cdot (k_{тр} + k_{час})/(1 + k_{тр}), \qquad (40)$$

где $Q_{гв}^{ср.от.п}$ — среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания в отопительный период, кВт; принимают по формуле (39);

$k_{тр}$ — то же, что в формуле (29);

$k_{час}$ — то же, что в формуле (38).

10.9. Расчетный средний суточный расход холодной воды на одного жителя в жилом здании в отопительный период $g_{хв.ср.сут.от.п.ж}$ (л/(чел.·сут)) определяют по формуле (41), на одного потребителя в общественном здании $g_{хв.ср.сут.от.п.н/ж}$ — по формуле (42):

$$g_{хв.ср.сут.от.п.ж.} = (a_{об.табл.А.2} - a_{гв.табл.А.2}) \cdot 365/ [z_{от.п} + \alpha \cdot (351 - z_{от.п})]; \qquad (41)$$

$$g_{хв.ср.сут.от.п.н/ж} = (a_{об.табл.А.2} - a_{гв.табл.А.2}) \cdot 365/351, \qquad (42)$$

где $a_{об.табл.\ А.2\ или\ А.3}$ — расчетный суточный общий расход холодной и горячей воды в среднем за год на одного жителя для жилых зданий или одного потребителя для общественных зданий, л/(чел.·сут); принимают соответственно по таблицам А.2 и А.3 СП 30.13330;

$z_{от.п}$ — то же, что в формуле (18);

α — то же, что в формуле (27).

10.10. Среднечасовой расход холодной воды на здание в отопительный период $G_{хв}^{ср.от.п}$ (м³/ч) определяют по формуле

$$G_{хв}^{ср.от.п} = g_{хв.ср.сут.от.п.} \cdot A_{кв/п} \cdot 10^{-3} / (24 \cdot A_{чел.}), \qquad (43)$$

где $g_{хв.ср.сут.от.п.}$ — расчетный средний суточный расход холодной воды в отопительный период на одного жителя/потребителя, л/(чел.·сут); принимают по 10.9;

$A_{кв/п}$ — то же, что в формуле (36);

$A_{чел}$ — то же, что в формуле (29).

10.11. Максимальный за сутки наибольшего водопотребления часовой расход холодной воды на здание $G_{хв}^{макс}$ (м³/сут) определяют по формуле

$$G_{хв}^{макс} = G_{хв}^{ср.от.п} \cdot k_{час}, \qquad (44)$$

где $G_{хв}^{ср.от.п}$ — среднечасовой расход холодной воды на здание в отопительный период, м³/ч, принимают по формуле (43);

$k_{час}$ — то же, что в формуле (38).

10.12. Расчетная производительность водопроводных подкачивающих насосов, работающих на подачу воды в системы холодного и горячего водоснабжения здания, определяется суммированием максимальных показателей часового расхода воды за сутки наибольшего водопотребления $G_{нас.подкач.}^{р}$ (м³/ч) с помощью формулы

$$G_{нас.подкач.}^{р} = G_{хв}^{макс} + G_{гв}^{макс}, \qquad (45)$$

где $G_{хв}^{макс}$ — то же, что в формуле (44);

$G_{гв}^{макс}$ — то же, что в формуле (38).

10.13. Расчетная производительность циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения здания, установленных по наиболее оптимальной циркуляционно-подкачивающей схеме (на подающем трубопроводе горячей воды после смешения с водой из циркуляционного трубопровода), $G_{нас.цирк.-подкач.}^{р}$ (м³/ч) определяют по формуле

$$G_{нас.цирк.-подкач.}^{р} = G_{гв}^{макс} + 0{,}4 \cdot G_{цирк.}^{р}, \qquad (45а)$$

где $G_{гв}^{макс}$ — то же, что в формуле (38);

$G_{цирк.}^{р}$ — расчетный расход воды в циркуляционном трубопроводе при отсутствии водоразбора (в ночном режиме), м³/ч, определяют по формуле

$$G_{цирк.}^{р} = 3600 \cdot \beta_{ц} \cdot Q_{гв}^{ср.от.п} \cdot k_{тр}/(1 + k_{тр})/\Delta t/(\rho_{вод} \cdot c_{вод}) \qquad (45б)$$

где $\beta_{ц}$ — коэффициент разрегулировки циркуляции, из практики принимается $\beta_{ц}$=1,3;

$Q_{гв}^{ср.от.п}$ — то же, что в формуле (39);

$k_{тр}$ — из таблицы 2;

Δt — разность температур воды в подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения на выходе из водонагревателя и в циркуляционном трубопроводе до подмешивания к подающему при отсутствии водоразбора принимается в системе с полотенцесушителями как Δt = 10°С, без полотенцесушителей — Δt = 5°С;

$\rho_{вод}$, $c_{вод}$ — то же, что в формуле (29), $\tilde{n}_{вод}$ = 1000 кг/м^3, $c_{вод}$ = 4,2 Дж/(кг·°С).

10.14. Расчетная производительность циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения, установленных по циркуляционной схеме (на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения), $G_{нас.цирк.гвс.}{}^{р}$ (м^3/ч) равна $G_{цирк.}{}^{р}$ по формуле (45б).

Примечание – При такой установке насосов затрачиваемая мощность электродвигателя насоса меньше, чем при установке по циркуляционно-подкачивающей схеме, но в этом случае возрастает мощность электродвигателей подкачивающих водопроводных насосов, поскольку они подбираются на создание дополнительного напора для преодоления сопротивления водонагревателя 2-й ступени ГВС, который не требуется в системе ХВС. Поэтому при комплексном рассмотрении систем холодного и горячего водоснабжения энергозатраты чисто циркуляционной схемы будут выше.

11. Расчет нагрузок на систему электроснабжения

11.1. Требуемую мощность системы электроснабжения жилых зданий $N_{эл}$ (кВт) определяют по формуле

$$N_{эл} = 0{,}9N_{кв} + N_{с.о} + k_1N_1 + \ldots + k_nN_n, \tag{46}$$

где $N_{кв}$ — расчетная электрическая нагрузка квартир, включая освещение общедомовых помещений, кВт; принимают по формуле (47);

$N_{с.о}$ — расчетная электрическая нагрузка силового оборудования, кВт; принимают по формуле (48);

$k_1 \ldots k_n$ — коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых зданий (квартир и силовых электроприемников) с наибольшей расчетной нагрузкой; принимают по таблице 6.13 СП 31-110;

$N_1 \ldots N_n$ — расчетные электрические нагрузки встроенных и пристро-

енных нежилых помещений, кВт; принимают по таблице 6.14 СП 31-110.

11.2. Расчетную электрическую нагрузку квартир, не оборудованных джакузи, электроводонагревателями и т. д., $N_{кв}$ (кВт) определяют по формуле

$$N_{кв} = N_{кв.эл/пр} m, \tag{47}$$

где $N_{кв.эл/пр}$ — удельная расчетная нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, кВт/квартира; принимают по таблице В.6 в зависимости от количества квартир, присоединенных к линии, и типа кухонных плит; для квартир повышенной комфортности — с учетом таблиц В.7 и В.8;

m — количество квартир.

11.3. Требуемую электрическую мощность на силовое оборудование $N_{с.о}$ (кВт) определяют по формуле

$$N_{с.о} = K_с \sum_{1}^{n} N_1, \tag{48}$$

где $K_с$ — коэффициент спроса в зависимости от числа лифтов $K_{с.л.}$ (принимают по таблице 4) или от числа электродвигателей сантехнических устройств $K_{с.эл}$ (принимают по таблице 5);

$\Sigma_1^n N_1$ — сумма установленных мощностей электродвигателей лифтов или сантехнического оборудования по паспорту от 1 до n, кВт, без резервных электродвигателей и электроприемников пожарных устройств.

Таблица 4 – **Коэффициент спроса в зависимости от числа лифтовых установок**

Число лифтовых установок, $K_{с.л.}$	Коэффициент $K_{с.}$ для зданий высотой	
	до 12 этажей	12 этажей и выше
2–3	0,80	0,90
4–5	0,70	0,80
6	0,65	0,75
10	0,50	0,60
20	0,40	0,50

Окончание таблицы 4

Число лифтовых установок, $K_{с.л.}$	Коэффициент $K_{с.}$ для зданий высотой	
25 и более	0,35	0,40
Примечание – Коэффициент спроса для числа лифтовых установок, не указанных в таблице, определяют интерполяцией.		

Таблица 5 – **Коэффициент спроса в зависимости от числа электродвигателей сантехнических устройств**

Удельный вес работающего оборудования в установленной мощности электродвигателей, %	Значение коэффициента $K_с$ при числе электроприемников $K_{с.эл}$:										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100–85	1,00 (0,80)	0,90 (0,75)	0,80 (0,70)	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50
84–75	–	–	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
74–50	–	–	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45
49–25	–	–	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
24 и менее	–	–	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

Примечания:

1. В скобках приведены коэффициенты спроса для электродвигателей единичной мощностью более 30 кВт.

2. Коэффициент спроса для числа присоединенных электроприемников, не указанного в таблице, определяют интерполяцией.

11.4. Определение установочной мощности электродвигателя отдельной насосной установки $N_{нас}$ (кВт) определяют по формуле

$$N_{нас} = K_з \cdot G \cdot H \cdot \rho_ж \ / \ (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{пер}), \quad (49)$$

где $K_з$ — коэффициент запаса мощности электродвигателя (при определении расчетной мощности $K_з$=1); при $G \leq 100$ м^3/ч принимают $K_з$=1,2…1,3; при $G > 100$ м^3/ч — $K_з$=1,1…1,15;

G — производительность насоса, м^3/ч, принимают в соответствии с 10.12-10.14 и Г.2;

H — напор, развиваемый насосом, м вод. ст., принимают по примечанию к 12.8;

$\rho_ж$ — плотность жидкости, кг/м^3; плотность воды $\rho_ж$ = 1000 кг/м^3;

$\eta_{нас}$ — КПД насоса; принимают по данным производителя;

$\eta_{пер}$ — КПД передачи электродвигателя; принимают по таблице 6.

Таблица 6 – **КПД передачи электродвигателя**

Тип передачи	Значение $\eta_{пер}$
Насадка на вал электродвигателя	1,00
Ременная	0,94–0,98
Муфтовая	0,97–0,99
Редукторная	0,88–0,96

11.5. Требуемую электрическую нагрузку искусственного освещения $N_{осв.}$ (кВт) определяют по формуле

$$N_{осв} = w \cdot A \cdot \zeta_{св}, \quad (50)$$

где ***w*** — максимально допустимая удельная установленная мощность на м^2 помещения, Вт/м^2; принимают по таблице В.9;

A — площадь пола освещаемого помещения, м^2;

$\zeta_{св}$ — коэффициент полезного действия применяемых светильников.

11.6. Требуемую мощность электроприемников общественного здания принимают из проекта с учетом коэффициентов одновременности и спроса, указанных в СП 31-110. Мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов при расчете электрических нагрузок питающих линий и вводов в здание не учитывают, за исключением тех случаев, когда она определяет выбор защит-

ных аппаратов и сечений проводников. Отдельно выделяют нагрузку на искусственное освещение $N_{осв.общ}$ и силовое оборудование (лифтовое, сантехническое и вентиляционное) $N_{с.о.общ}$.

12. Расчет электроэнергетических годовых показателей системы электроснабжения и общего годового потребления энергии зданием

12.1. Удельный годовой расход электропотребления квартир в многоквартирных домах (средний уровень электропотребления на освещение, пользование электробытовыми приборами и кухонным оборудованием, отнесенный к одному человеку, на которого приходится 18 м^2 площади квартиры), $q_{эл.кв.}^{год}$ (кВт·ч) принимают в соответствии с таблицей В.10 из [5]: в зданиях с газовыми плитами $q_{эл.кв.}^{год}$ = 25,1 кВт·ч/м^2; в зданиях с электрическими плитами $q_{эл.кв.}^{год}$ = 41,1 кВт·ч/м^2.

Учитывая, что эта таблица создавалась 15 лет назад и с тех пор электрооснащенность быта возрасла (правда, за это время повысилась и энергоэффективность приборов и оборудования), а также то, что наряду с муниципальными домами строятся и коммерческие, с большей площадью м^2 на человека, как принято, например, в табл. В.4 Стандарта, 40 м^2 площади квартир на человека (таким домам присваивается I категория), в табл. В.4 включена дополнительная колонка для многоквартирных домов II категории с заселенностью 20 м^2 площади квартир на человека. В ней записана величина удельного годового электропотребления квартиры 38,5 кВт·ч/м^2, полученная пересчетом с площади 18 на 20 м^2/человека и увеличенная на 5% по сравнению с показателями табл. В.10. Для домов с иной заселенностью величина удельного годового электропотребления квартир находится линейной интерполяцией между 30 кВт·ч/м^2, соответствующей заселенности 40 м^2/чел., и 38,5 кВт·ч/м^2, соответствующей заселенности 20 м^2/человека.

При наличии газовых плит для приготовления пищи величина удельного годового электропотребления квартир при заселенности 18 м^2 площади квартир на человека будет 25,1 · 1,05 = 26,4 кВт·ч/м^2, а при заселенности 40 м^2/человека: 26,4 · 30 / 43 = 18,1 кВт·ч/м^2.

12.2. Удельный годовой расход электрической энергии на общественное здание $q_{эл.(осв+пр).общ.}^{год}$, кВт·ч/м^2 (средний уровень электропотребления на освещение и пользование электробытовыми приборами, офисным и кухонным оборудованием) в зависимости от его назначения и заполнения людьми принимают по таблице В.4.

В том числе годовое электропотребление на искусственное освещение в общественных зданиях $E_{эл.осв.общ}^{год}$ (кВт·ч) при разделении помещения на зоны, отличающиеся удаленностью от окна и характером выполняемой в них работы, определяют с учетом таблиц В.9 и В.11 по формуле

$$E_{эл.осв.общ}^{год} = \Sigma N_{осв.общ} \cdot z_{осв}^{год}, \quad (51)$$

где $\boldsymbol{N_{осв..общ}}$ — требуемая электрическая нагрузка искусственного освещения нежилого здания, кВт; принимают по формуле (49);

$\boldsymbol{z_{осв}^{год}}$ — годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, ч; принимают по таблице В.10.

12.3. Годовое электропотребление, затрачиваемое на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей, лифтовых холлов, межквартирных коридоров, технических подполий, технических этажей, чердаков и т. д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, очистных устройств мусоропроводов, подъемников для инвалидов) $E_{эл.осв.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$E_{эл.осв}^{год} = \Sigma N_{осв} \cdot z_{осв}^{год} \cdot K_{осв}, \quad (52)$$

где $\boldsymbol{N_{осв}}$ — требуемая электрическая нагрузка искусственного освещения жилого здания; принимают по формуле (49);

$\boldsymbol{z_{осв}^{год}}$ — то же, что в формуле (51).

$\boldsymbol{K_{осв}}$ — коэффициент учета нагрузки слаботочных устройств и мелкого силового оборудования; при наличии датчиков движения принимают $K_{осв}$ = 1,05, при их отсутствии — $K_{осв}$ = 1,0.

12.4. Годовое электропотребление жилых и общественных зданий, затрачиваемое на работу силового оборудования, или сопутствующая энергия $E_{эл.с.о}^{год}$ (кВт·ч), рассчитывается по формуле

$$E_{эл.с.о}^{год} = \Sigma (N_{лифт} \cdot z_{лифт.}^{год} + N_{ВК} \cdot z_{вк.}^{год} + N_{ОВ} \cdot z_{ов.}^{год}), \quad (53)$$

где $\boldsymbol{N_{лифт}}$ — расчетная мощность лифтовых установок, кВт;

$N_{ВК}$ — расчетная мощность сантехнических установок, кВт;

$N_{ОВ}$ — расчетная мощность отопительно-вентиляционных и охладительных установок, кВт;

$z^{год}$ — количество часов использования максимума каждой установки в год, ч.

12.5. При применении устройств энергосбережения в работе систем вертикального транспорта годовой расход электроэнергии на привод лифтов и эскалаторов $W_{в.т.}$ (кВт·ч) определяется по формуле:

$$W_{в.т.} = N_{л.пер} \cdot t_{л.пер} \cdot \eta_1 + N_{л.ож} \cdot t_{л.ож} + N_{ЭСК} \cdot t_{ЭСК} \cdot \eta_2, \quad (54)$$

где $N_{л.пер}$ — мощность электропривода лифта в режиме движения (кВт);

$t_{л.пер}$ — количество часов работы лифта в году в режиме движения (ч);

η_1 — коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при движении лифта вниз и при его неполной загрузке;

$N_{л.ож}$ — мощность электропривода лифта в режиме ожидания;

$t_{л.ож}$ — количество часов работы лифта в году в режиме ожидания (ч);

$N_{ЭСК}$ — мощность электропривода эскалатора (кВт);

$t_{ЭСК}$ — количество часов работы в году эскалатора (ч);

η_2 — коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при неполной загрузке эскалатора.

12.6. Годовое электропотребление на создание холода для систем центрального кондиционирования в переходный и теплый периоды года $E_{конд.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$E_{конд.}^{год} = к_{пот} \cdot Q_{охл.}^{год}, \quad (55)$$

где $Q_{охл.}^{год}$ — годовые затраты холода на охлаждение помещений здания, кВт·ч;

$к_{пот}$ — коэффициент, учитывающий энергетическую эффективность преобразования электрической энергии при использовании ее для получения холода вместе с потерями, принимать по данным производителя компрессионных холодильных машин.

12.7. Удельный годовой расход электропотребления на общедомовые нужды многоквартирных домов и общественных зданий в среднем за сутки

$q_{эл.о/д.}^{сут}$ (кВт·ч/сут) определяют по формуле

$$q_{эл.о/д.}^{сут.} = E_{эл.о/д.}^{год} / 365, \quad (56)$$

где $\boldsymbol{E_{эл.о/д.}^{год}}$ — годовой расход электрической энергии зданием на общедомовые нужды, кВт·ч; принимают по формуле

$$E_{эл.о/д.}^{год} = E_{эл.осв.}^{год} + E_{эл.с.о}^{год} + E_{конд.}^{год}, \quad (57)$$

где $\boldsymbol{E_{эл.осв.}^{год}}$ — годовое электропотребление многоквартирных домов на освещение мест общего пользования, кВт·ч, принимают по формуле (52); общественных зданий — по (51);

$\boldsymbol{E_{эл.с.о}^{год}}$ – годовое электропотребление на силовое оборудование в жилых и общественных зданиях, кВт·ч; принимают по формулам (53) и (54);

$\boldsymbol{E_{конд.}^{год}}$ — годовое электропотребление на центральное кондиционирование (охлаждение) и вентиляцию в переходный и теплый периоды года (за пределами отопительного периода), кВт·ч; принимают по формуле (55).

12.8. При отсутствии данных о количестве часов использования максимума силовой установки в год электропотребление трубопроводных сетей систем теплоснабжения, отопления, охлаждения, вентиляции, горячего водоснабжения находят по удельному потреблению электроэнергии нагнетателем, отнесенному к 1 м^3 рабочей среды, проходящей за 1 час. Расчетные расходы воды, проходящей через насосы в системах горячего водоснабжения и отопления, приведены в 10.12-10.14 и в Г.2. Тогда удельное потребление электроэнергии при работе насоса (вентилятора) с постоянным напором $q_{эл.нас}$ (кВт·ч/м^3) определяют по формуле

$$q_{эл.нас} = 0{,}00272 \cdot t_{нас} \cdot H_{нас.} / (\eta_{пер} \cdot \eta_{нас}), \text{ кВт·ч/м}^3, \quad (58)$$

где $\boldsymbol{t_{нас}}$ — время работы насоса с заданной производительностью, ч;

$\boldsymbol{H_{нас}}$ — действительный напор, развиваемый насосом при данном режиме работы, м вод. ст., принимают в соответствии с прилагаемыми ниже примечаниями;

$\boldsymbol{\eta_{пер}}$ — КПД передачи электродвигателя; принимают по таблице 6;

$\boldsymbol{\eta_{нас}}$ — КПД насоса; принимают по данным производителя.

Примечания

1. По формуле (58) допустимо определять расход электроэнергии, потребляемой

циркуляционным насосом, установленным в контуре двухтрубной системы отопления без термостатов (либо однотрубной с термостатами и без них) с независимым присоединением к тепловым сетям через теплообменник и с зависимым присоединением с подмешиванием обратной воды при размещении насоса на подающем или обратном трубопроводе системы отопления. Напор насоса в последнем случае выбирается такой, чтобы он смог преодолеть сопротивление системы отопления, с запасом в 2-3 м вод. ст. (как правило, $H_{нас.}$= 5-6 м вод. ст.), и при необходимости давление в трубопроводах системы отопления могло быть повышено или понижено в зависимости от условий присоединения ее к тепловой сети ($+\Delta H_{нас.}$) в соответствии с рекомендациями СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов». При независимом присоединении системы отопления к тепловым сетям напор насоса выбирается такой, чтобы он смог преодолеть сопротивление системы отопления и водонагревателя отопления, также с запасом в 2-3 м вод. ст. В сумме это составляет $H_{нас.}$= 8-10 м вод. ст.

КПД насоса в рабочей точке определяют по номограмме его работы.

2. При установке циркуляционного насоса отопления на подмешивающей перемычке между подающим и обратным трубопроводами максимальный расход воды, перекачиваемой насосом, определяют по расчетному расходу теплоносителя, циркулирующему в системе отопления, а напор — по минимально необходимому располагаемому напору в месте присоединения данного насоса, включая сопротивление трубопровода и регулирующих устройств перемычки (как правило, $H_{нас.}$= 6-7 м вод. ст.).

Для определения годового электропотребления насосом строят график длительности стояния наружных температур (график Росандра), определяют требуемую производительность насоса для каждого периода и КПД насоса, умножают на длительность в часах каждого периода и суммируют электропотребление за все периоды.

3. По формуле (58) допустимо определять расход электроэнергии, потребляемой циркуляционным насосом системы горячего водоснабжения, установленным на подающем трубопроводе нагреваемой воды после смешения с циркулирующей в контуре горячего водоснабжения. Напор такого насоса при установке его в ИТП, как правило, составляет $H_{нас.}$= 10-12 м вод. ст.

4. Удельное потребление энергии вентиляторов приточных прямоточных систем рекомендуется принимать в значении 0,42 Вт для транспортировки 1м^3/час воздуха, приточных систем с регенеративными и рекуперативными теплоутилизаторами — 0,5 Вт на 1м^3/час, вытяжных систем с рекуперативными теплоутилизаторами — 0,4 Вт на 1м^3/час, без оных — 0,35 Вт на 1м^3/час воздуха.

12.9. Удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов $q_{эл.(осв+с.о).ж}^{год}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{эл.(осв+с.о).ж.}^{год} = (E_{эл.осв.ж}^{год} + E_{эл.с.о.ж}^{год}) / A_{кв}, \quad (59)$$

где $\boldsymbol{E_{эл.осв.ж}^{год}}$, $\boldsymbol{E_{эл.с.о.ж}^{год}}$ — то же, что в формуле (57);

$A_{кв}$ — общая площадь квартир в доме, м^2.

12.10. Удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение и силовое оборудование инженерных систем общественных зданий $q_{эл.(осв+с.о).общ.}^{год}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{эл.(осв+с.о).общ}^{год} = (E_{эл.осв.общ}^{год} + E_{эл.с.о.общ}^{год}) / A_{пол}, \quad (60)$$

где $\boldsymbol{E_{эл.осв.общ}^{год}}$, $\boldsymbol{E_{эл.с.о.общ}^{год}}$ — то же, что в формуле (57) для общественного здания;

$\boldsymbol{A_{пол}}$ — то же, что в формуле (26).

12.11. Удельный годовой расход электрической энергии на системы центрального кондиционирования (охлаждение) и вентиляцию $q_{эл.конд.}^{год}$(кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{эл.конд.}^{год} = E_{эл.конд.}^{год} / A_{кв/п}, \quad (61)$$

где $\boldsymbol{E_{эл.конд.}^{год}}$ — то же, что и в формуле (55);

$\boldsymbol{A_{кв/п}}$ — то же, что в формуле (36).

12.12. Годовой расход природного газа $Q_{пг.}^{год}$ (м^3) определяют по формуле

$$\boldsymbol{Q_{пг}^{год} = V_{пг}} \cdot 365 \quad (62)$$

где $\boldsymbol{V_{пг}}$ — средний суточный расход природного газа, м^3/сут; принимают из проекта.

12.13. Расчетный удельный годовой расход природного газа $q_{пг.}^{год}$ (м^3/м^2) определяют по формуле

$$\boldsymbol{q_{пг}^{год.расч} = \frac{Q_{пг}^{год}}{A_{кв/п}}}, \quad (63)$$

где $\boldsymbol{Q_{пг}^{год}}$ — годовой расход природного газа, м^3; принимают по формуле (62);

$\boldsymbol{A_{кв/п}}$ — то же, что в формуле (36).

12.14. Суммарный удельный годовой расход электрической энергии на здание $q_{е.}^{год.расч}$ (кВт·ч/м^2) определяют в зависимости от его назначения по формулам

$$q_{эл.ж}^{год.расч} = q_{эл.кв.}^{год} + q_{эл.(осв+с.о).ж.}^{год}; \quad (64)$$

$$q_{эл.общ}^{год.расч} = q_{эл.(осв+пр).общ}^{год} + q_{эл.с.о.общ.}^{год} + q_{эл.конд.}^{год}, \quad (65)$$

где $q_{эл.кв.}^{год}$ — удельное годовое электропотребление квартир многоквартирного дома, кВт·ч/м^2, принимают по 12.1;

$q_{эл.(осв+с.о).ж.}^{год}$ — удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов, кВт·ч/м^2, принимают по формуле (59);

$q_{эл.(осв+пр).общ.}^{год}$ — удельный годовой расход электрической энергии на освещение, электрические приборы, офисное и кухонное оборудование, кВт·ч/м^2, принимают по 12.2;

$q_{эл.с.о.общ.}^{год}$ — удельный годовой расход электрической энергии на привод электродвигателей насосов, вентиляторов, лифтов и эскалаторов общественных зданий, кВт·ч/м^2; принимают по формуле (60) с исключением слагаемого $E_{эл.осв.общ}^{год}$;

$q_{эл.конд.}^{год}$ — удельный годовой расход электрической энергии на центральное кондиционирование (охлаждение), кВт·ч/м^2; принимают по формуле (61).

12.15. Расчетный суммарный удельный годовой расход тепловой и электрической энергии негазифицированного здания $q_{т+эл.сум}^{год.расч}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{т+эл.сум.}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год.расч.пр} + \theta \cdot q_{эл.сум.}^{год.расч}, \qquad (66)$$

где $q_{от+вент+гв.}^{год.расч.пр}$ — суммарный удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой зданием (без учета на увлажнение и осушку), кВт·ч/м^2; принимают согласно 14.1;

$q_{эл.сум.}^{год.расч}$ — суммарный удельный годовой расход электрической энергии, потребляемой зданием, кВт·ч/м^2; принимают для жилых домов по формуле (64), для общественных зданий — по формуле (65);

θ — коэффициент приведения электрической энергии (с учетом сниженного ночного тарифа) к тепловой энергии; принимают по данным Региональной энергетической комиссии.

12.16. Суммарный удельный годовой расход энергопотребления газифицированного здания в пересчете на первичное топливо $q^{год.расч.перв}$ (кг у. т./м^2) определяют по формуле (67) с учетом теплоты сгорания 1 кг у. т. в размере 29,31 кДж, или 8,14 кВт·ч, и коэффициента пересчета теплотворной способности 1 м^3 природного газа в 1 кг у. т., равного 1,154 [6]:

$$q_{газиф.}^{год.расч.перв.} = 1{,}154 \cdot q_{пг.}^{год.расч} + \theta_{перв.эн.} \cdot q_{т+эл.сум.}^{год.расч} / 8{,}14, \quad (67)$$

то же для негазифицированного здания:

$$q_{н/газ.}^{год.расч.перв.} = \theta_{перв.эн.} \cdot q_{т+эл.сум.}^{год.расч} / 8{,}14, \quad (68)$$

где $q_{пг.}^{год.расч}$ — удельный расчетный годовой расход природного газа, м^3/м^2, формула (63);

$q_{т+эл.сум.}^{год.расч}$ — суммарный удельный годовой расход тепловой и электрической энергии зданием, кВт·ч/м^2; принимают по формуле (66);

$\theta_{перв.эн.}$ — коэффициент потерь при транспортировке энергии и ее выработке.

12.17. Электроэнергетические показатели, рассчитанные для электроснабжения и ожидаемого общего потребления энергии зданием в течение года, вносятся в энергетический паспорт проекта здания.

13. Установление класса энергетической эффективности проектируемого здания

13.1. Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный к 1 м^2 площади квартир или полезной площади помещений общественного здания, $q_{от+вент.}^{год.расч}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{от+вент.}^{год.расч} = Q_{от+вент.}^{год.расч} / A_{кв/п}, \quad (69)$$

где $Q_{от+вент.}^{год.расч}$ — расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) здания за отопительный период при непрерывном и постоянном режиме отопления, кВт·ч; принимают по формуле (14);

$A_{кв/п}$ — то же, что в формуле (36).

13.2. Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м $q_{от+вент.}^{год.расч/v}$ (кВт·ч/м^3) определяют по формуле

$$q_{от+вент.}^{год.расч/v} = Q_{от+вент.}^{год.расч.} / V_{пол}, \quad (70)$$

где $Q_{от+вент.}^{год.расч}$ — то же, что в формуле (69) ;

$V_{пол}$ — отапливаемый объем помещений полезной площади общественного здания, включая площади, занимаемые эскалаторными линиями

и атриумами, м^3.

13.3. Тепловая энергетическая эффективность проекта здания, характеризуемая расчетным удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию, $q_{от+вент.}^{год.расч}$ (кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]) соответствует нормативным требованиям в зависимости от года представления проектной документации в экспертизу при соблюдении следующего уравнения:

$$q_{от+вент.}^{год.расч} \leq q_{от+вент.}^{год.норм}, \qquad (71)$$

где $\boldsymbol{q_{от+вент.}^{год.норм}}$ — нормируемый расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за отопительный период, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]; принимают в зависимости назначения здания и года строительства по таблицам А.1–А.3.

При превышении расчетного удельного показателя тепловой энергетической эффективности проекта здания над нормируемым значением следует предусмотреть его снижение путем повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, а также повышения эффективности и оптимизации авторегулирования используемых систем отопления и вентиляции, а также применением других энергосберегающих решений до удовлетворения требуемого условия.

13.4. Класс энергетической эффективности проекта здания устанавливается в зависимости от величины отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от базового уровня требований энергетической эффективности в соответствии с таблицей 1. Величину отклонения δ (%) определяют по формуле

$$\delta = (q_{от+вент.}^{год.расч} - q_{от+вент.}^{год.баз}) \cdot 100 / q_{от+вент.}^{год.баз}, \qquad (72)$$

где $\boldsymbol{q_{от+вент.}^{год.расч}}$ — расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2; то же, что в формулах (69) и (70);

$\boldsymbol{q_{от+вент.}^{год.баз}}$ — базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2; принимают по таблицам А.1–А.3 в зависимости от назначения здания.

13.5. При соответствии класса энергетической эффективности проекта здания требуемому полученный показатель тепловой энергетической эффективности и достигнутый класс энергетической эффективности записывают в энергетический паспорт проекта здания.

13.6. Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты по 13.3, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию исходя из проектной производительности системы, выполняют расчеты, заменяя задаваемые величины расхода наружного приточного воздуха согласно 8.4, принятыми в проекте значениями в соответствии с рекомендациями приложения Е. В случае превышения полученного удельного годового расхода тепловой энергии на вентиляцию исходя из проектной производительности системы и на отопление здания по сравнению с нормируемым в табл. А.3 необходимо в проекте предусмотреть энергосберегающие решения, устраняющие это несоответствие.

14. Установление класса энергетической эффективности по результатам энергоаудита эксплуатируемого здания

14.1. Перед установлением класса энергетической эффективности по результатам измерения суммарного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение обследуемого здания необходимо привести измеренные величины к нормализованным условиям и сравнить их с составляющими расчетной (ожидаемой) величины суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и горячее водоснабжение жилого или общественного здания (без учета на увлажнение и осушку приточного воздуха) $q_{от+вент+гв.}^{год.расч.ож}$ (кВт·ч/м^2), определяемых из формулы

$$q_{от+вент+гв.}^{год.расч.ож} = q_{от+вент.}^{год.расч.} + q_{гв.}^{год.расч}, \qquad (73)$$

где $\boldsymbol{q_{от+вент.}^{год.расч.}}$ — то же, что в формуле (69) для жилого здания и в формуле (Е.7) приложения Е для общественного здания при наличии приточной механической вентиляции с подогревом воздуха;

$\boldsymbol{q_{гв.}^{год.расч.}}$ — то же, что в формуле (35); в зависимости от назначения здания и длительности отопительного периода региона строительства принимают по формулам (31-34).

Примечание – Для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м показатель удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к объему, пересчитывается на м^2 площади путем деления этого показателя на среднюю высоту этажа.

14.2. Фактически измеренную величину расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение $Q_{гв.}^{изм}$ (кВт·ч) при теплоснабжении через ИТП и измерении теплосчетчиком суммарного количества тепловой энергии, затраченной на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, определяют по формуле

$$Q_{гв.}^{изм} = G_{гв.}^{изм} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{тр}) \cdot \rho_{вод} \cdot c_{вод} / 3{,}6, \quad (74)$$

где $\boldsymbol{G_{гв.}^{изм}}$ — измеренный водосчетчиком расход воды, м^3, потребленной для горячего водоснабжения за рассматриваемый отрезок времени z_i, сут;

$\boldsymbol{t_{гв}}$, $\boldsymbol{t_{хв}}$, $\boldsymbol{k_{тр}}$, $\boldsymbol{\rho_{вод}}$, $\boldsymbol{c_{вод}}$ — то же, что в формуле (29).

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию $Q_{от+вент.}^{изм}$ (кВт·ч) при отсутствии установок приточной вентиляции и тепловых завес определяют по формуле

$$Q_{от+вент.}^{изм} = Q_{сум.}^{изм} - Q_{гв.}^{изм}, \quad (75)$$

где $\boldsymbol{Q_{сум.}^{изм}}$ — измеренный теплосчетчиком расход тепловой энергии, кВт·ч, поступившей в здание за рассматриваемый отрезок времени z_i, сут;

$\boldsymbol{Q_{гв.}^{изм}}$ — фактически измеренная величина расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт·ч, за тот же период; принимают по формуле (74).

14.3. Измеренный за период z_i расход $Q_{от+вент.}^{изм}$ следует пересчитать на нормализованный отопительный период $Q_{от+вент.}^{изм.пер}$ по формуле

$$Q_{от+вент.}^{изм.пер.} = Q_{от+вент.}^{изм} \cdot ГСОП / [(t_{в.zi} - t_{н.zi}) \cdot z_i], \quad (76)$$

где $\boldsymbol{Q_{от+вент.}^{изм}}$ — измеренный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч; принимают по формуле (75);

ГСОП — то же, что в формуле (15);

$\boldsymbol{t_{в.zi}}$ — средняя температура внутреннего воздуха за рассматриваемый отрезок времени z_i, °С; при отсутствии измерений принимают по нижнему значению оптимальных параметров согласно ГОСТ 30494: $t_{в.zi}$ = 20 °С на территориях с $t_н^р > -30$ °С; $t_{в.zi}$ = 21 °С на территориях с $t_н^р \leq -30$ °С; при явном перегреве здания принимают $t_{в.zi}$ = 22 °С;

$\boldsymbol{t_{н.zi}}$ — средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый отрезок времени z_i, °С;

$\boldsymbol{z_i}$ — продолжительность рассматриваемого отрезка времени, сут.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопитель-

ный период значение выше рассчитанного по формуле (14), то это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты, и оно перегревается. Причиной может быть несоответствие поддерживаемого контроллером и требуемого в соответствии с приложениями Г и Д настоящего стандарта температурного графика в системе отопления — надо установить коэффициент запаса системы отопления, пересчитать температурный график с учетом этого запаса и перенастроить контроллер. Либо дело в завышенном расходе теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, о чем также будет свидетельствовать завышенная температура в обратном трубопроводе системы отопления против расчетного графика при соответствии требуемой для текущей $t_{н.}$ в подающем трубопроводе, — надо уменьшить число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение ниже рассчитанного, то это означает, что в здание поступает сниженное количество теплоты. Надо проверить, какова фактическая средняя по дому заселенность квартир, и если она выше 20 м^2 общей площади квартир, то исходя из реальной заселенности, которая влияет на вентиляционную составляющую теплопотерь и удельную величину бытовых теплопоступлений, следует пересчитать расчетный расход теплоты на отопление и вентиляцию по формуле (14). Если после пересчета поступающее в систему отопления количество теплоты продолжает быть ниже рассчитанного, а средняя температура воздуха в здании выше нижней границы комфортного уровня, есть опасность «синдрома больного здания» — надо принять меры по увеличению воздухообмена в квартирах до нормируемого.

14.4. При наличии установок приточной вентиляции и тепловых завес следует провести измерение расхода воздуха, перемещаемого этими установками, — $L_{вент.}^{изм}$ (м^3/ч) и температуры, до которой этот воздух нагревается в калориферах, — $t_{пр}$. Количество тепловой энергии в прямоточных системах $Q_{вент.}^{изм}$ (кВт·ч) за период времени измерения z_i (суток) и при работе в течение $n_{вент}$ (часов в неделю) находится по формуле

$$Q_{вент.}^{изм} = 0{,}04 \cdot 10^{-3} \cdot L_{вент.}^{изм} \cdot \rho_в \cdot n_{вент} \cdot c_a \cdot (t_{пр} - t_{н.zi}) \cdot z_i, \qquad (77)$$

где $L_{вент.}^{изм}$, $\rho_в$, $c_а$ — то же, что в формуле (6);

$n_{вент}$ — то же, что в формуле (17);

$t_{н.zi}$, z_i — то же, что в формуле (76); при расчете тепловых завес вместо $t_{н.zi}$ принимают температуру внутреннего воздуха $t_в$ (°С); в установках приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха — температуру смеси в пропорции количеств смешивающихся сред;

0,04 – это стандартный кэффициент 0,28 поделенный на количество суток в неделе, поскольку $n_{вент}$ количество часов работы в неделю.

14.5. Измеренное за тот же период z_i количество тепловой энергии, потраченной на отопление, компенсирующее теплопотери через наружные ограждения, и на нагрев инфильтрующегося через закрытые окна наружного воздуха при выключенной в нерабочее время вентиляции $Q_{от+инф.}^{изм}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{от+инф.}^{изм} = Q_{сум.}^{изм} - Q_{гв.}^{изм} - Q_{вент.}^{изм}, \qquad (78)$$

где $Q_{сум.}^{изм}$, $Q_{гв.}^{изм}$ — то же, что в формуле (75);

$Q_{вент.}^{изм}$ — расход тепловой энергии на вентиляцию, кВт·ч; принимают по формуле (77).

Измеренный и пересчитанный на нормализованный отопительный период расход $Q_{от+инф.}^{изм.пер}$ определяют по формуле

$$Q_{от+инф.}^{изм.пер.} = Q_{от+инф.}^{изм} \cdot ГСОП / [(t_{в.zi} - t_{н.zi}) \cdot z_i], \qquad (79)$$

где $Q_{от+инф.}^{изм}$ — измеренный расход тепловой энергии на отопление, компенсирующий теплопотери через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося через закрытые окна наружного воздуха при выключенной в нерабочее время вентиляции, кВт·ч; принимают по формуле (78);

ГСОП — то же, что в формуле (15);

$t_{в.zi}$, $t_{н.zi}$, z_i — то же, что в формуле (76).

Этот расход сравнивается с рассчитанным в проекте расходом тепловой энергии для отопления общественных зданий с непрерывным отоплением в течение суток $Q_{от+вент.}^{год.расч}$, определенном по формуле (14). Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение выше рассчитанного, то это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты. Причины и способы устранения этой проблемы приведены в 14.3.

14.6. Измеренный и пересчитанный по аналогии с формулой (79) на

нормализованный отопительный период расход тепловой энергии на системы вентиляции $Q_{вент.}^{изм.пер.}$ (заменяя в формуле $Q_{от+инф.}^{изм}$ на $Q_{вент.}^{изм}$) сравнивают с расходом тепловой энергии на те же системы $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$, рассчитанным по проектным нагрузкам в соответствии с приложением Е.

Причиной завышения измеренного расхода тепловой энергии на вентиляцию по сравнению с рассчитанным может быть увеличенная производительность вентилятора при работе в реальной сети воздуховодов — надо уменьшить число оборотов электродвигателя вентилятора или выполнить аэродинамическую регулировку распределения воздушных потоков путем увеличения сопротивления приточных клапанов.

Другой причиной увеличенного теплопотребления системой вентиляции может быть завышенная теплоотдача калориферов, которая приводит к сбою работы системы автоматики: автоматическое уменьшение расхода теплоносителя через калориферы при увеличении температуры приточного воздуха до уровня выше заданного приводит к снижению температуры воды в обратном трубопроводе до уровня ниже заданного для автоматической защиты калориферов от замерзания, которой отдается предпочтение, — клапан на теплоносителе раскрывается, увеличивая теплопотребление на вентиляцию сверх требуемого значения. Для исключения этого следует изменить обвязку калориферов (искусственное ограничение поверхности нагрева калориферов перекрытием ее части щитом положительного эффекта не дает). Следует также проверить соответствие проектным значениям установок задания температуры приточного воздуха и обратной воды для поддержания контроллером.

14.7. Расход тепловой энергии, потребленной на горячее водоснабжение, $Q_{гв.}^{изм}$ (кВт·ч), измеренный за период времени z_i, пересчитывают на годовое теплопотребление $Q_{гв.}^{изм.пер}$ по формуле

$$Q_{гв.}^{изм.пер} = [Q_{гв.}^{изм} / (1 + k_{тр}) / z_i] \cdot \left(351k_{тр} + z_{от.п} + \frac{\alpha(351 - z_{от.п})(60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}}\right), \quad (80)$$

где $Q_{гв.}^{изм}$ — фактически измеренная величина расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт·ч, за период z_i; принимают по формуле (74);

$k_{тр}$, $t_{хв}$ — то же, что в формуле (29);

$z_{от.п}$ — то же, что в формуле (18);

α — то же, что в формуле (27);

$t_{хв.л}$ — то же, что в формуле (30);

Примечание – Измерение проводят в отопительный период, чтобы оценить правильность работы отопления.

14.8. Расход тепловой энергии, потребленной на горячее водоснабжение, $Q_{гв.}^{изм.пер}$ (кВт·ч) сравнивают с рассчитанным ожидаемым потреблением тепловой энергии на горячее водоснабжение с учетом степени оснащенности дома квартирными водосчетчиками, $Q_{гв.}^{год.расч}$ (кВт·ч), определяемым по формуле

$$Q_{гв.}^{год.расч} = q_{гв.}^{год} \cdot A_{кв/п} + (1 - 0{,}4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.\ в\ зд.}), \qquad (81)$$

где $q_{гв.}^{год}$ — то же, что в формуле (35);

$A_{кв/п}$ — то же, что в формуле (36);

$m_{уст.в.сч} / m_{кв.в\ зд.}$ — количество квартир, в которых расчет за воду ведется по установленным квартирным водосчетчикам, по отношению к общему количеству квартир в доме.

Если измеренное значение выше рассчитанного, то следует проверить величину фактического среднесуточного потребления горячей воды, приходящейся на одного человека за период времени измерения z_i, и сравнить ее с нормируемым значением из табл. В.5, пересчитанным на расход воды в отопительном периоде по формулам (27) или (28) в зависимости от назначения здания. Например, в жилом доме фактическое среднесуточное водопотребление одним жителем в отопительный период $g_{гв.ср.от.п.ж.}^{ф}$ (л/сут) будет вычисляться по формуле

$$g_{гв.ср.от.п.ж.}^{ф} = G_{гв.}^{изм} \cdot 10^3 / (n_ф \cdot z_i), \qquad (82)$$

а нормируемое (требуемое) с учетом степени оснащенности квартирными водосчетчиками — по формуле

$$g_{гв.ср.от.п.ж.}^{тр} = g_{гв.ср.от.п.ж} + (1 - 0{,}4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.\ в\ зд.}), \qquad (83)$$

где $G_{гв.}^{изм}$ — то же, что в формуле (74);

$n_ф$ — фактическое количество жителей проживающих в доме;

$g_{гв.ср.от.п.ж}$ — то же, что в формуле (27);

$m_{уст.в.сч} / m_{кв.\ в\ зд.}$ — то же, что в формуле (83).

Причинами завышенного водопотребления могут быть превышение минимального рекомендованного уровня давления в системе водопровода, излишние сливы воды из-за ее выстывания в точках разбора вследствие нарушения циркуляции в системе — эти недостатки необходимо устранить. Следует измерить температуру воды в циркуляционном трубопроводе си-

стемы на входе в тепловой пункт: разность между температурой в подающем и циркуляционном трубопроводах в ночное время не должна быть ниже 7-8 °С, в противном случае надо сократить циркуляцию, уменьшив число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса, и выполнить гидравлическую наладку распределения потоков циркуляции.

14.9. Величину суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания $q_{от+вент+гв.}^{год.изм.пер}$ (кВт·ч/м^2), измеренного с учетом пересчета на нормализованные условия, определяют по формуле

$$q_{от+вент+гв.}^{год.изм.пер} = (Q_{от+вент.}^{изм.пер.} + Q_{вент+тз.}^{изм.пер.} + Q_{гв.}^{изм.пер.}) / A_{кв/п}, \qquad (84)$$

где $\boldsymbol{Q_{от+вент.}^{изм.пер.}}$, $\boldsymbol{Q_{вент+тз.}^{изм.пер.}}$ принимают в зависимости от наличия в здании установок приточной вентиляции и тепловых завес:

— при отсутствии установок приточной вентиляции и тепловых завес $Q_{от+вент.}^{изм.пер.}$ — то же, что в формуле (76), при этом $Q_{вент+тз.}^{изм.пер} = 0$;

— при наличии установок приточной вентиляции и тепловых завес $Q_{вент+тз.}^{изм.пер.}$ — то же, что в 14.6 или пересчитанный по аналогии после устранения недостатков в сравнении с $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$, при этом $Q_{от+вент.}^{изм.пер}$ из (84) то же, что $Q_{от+инф.}^{изм.пер}$ из (79);

$\boldsymbol{Q_{гв.}^{изм.пер.}}$ — то же, что в формуле (80);

$\boldsymbol{A_{кв/п}}$ — то же, что в формуле (36).

14.10. По степени отклонения величины $q_{от+вент+гв.}^{год.изм.пер}$ от базовой $q_{от+вент+гв.}^{год.баз}$, определяемой в зависимости от назначения здания по таблицам А1–А3, устанавливают класс энергетической эффективности здания в соответствии с таблицей 1.

Величину отклонения δ (%) определяют по формуле

$$\delta = (q_{от+вент+гв.}^{год.изм.пер} - q_{от+вент+гв.}^{год.баз}) \cdot 100 / q_{от+вент+гв.}^{год.баз}, \qquad (85)$$

где $\boldsymbol{q_{от+вент+гв.}^{год.изм.пер}}$ — величина суммарного измеренного и пересчитанного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания, кВт·ч/м^2; принимают по формуле (84);

$\boldsymbol{q_{от+вент+гв.}^{год.баз}}$ — базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания, кВт·ч/м^2; принимают в зависимости от назначения здания по таблицам А1–А3.

Если энергообследование выполняется при приемке здания в эксплуа-

тацию и класс энергетической эффективности здания по его результатам получается ниже класса, установленного в проектной документации, следует устранить причины завышенного теплопотребления здания, используя рекомендации, перечисленные выше или применив иные энергосберегающие решения, пока не будет достигнуто соответствие.

14.11. Показатели, характеризующие годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов в здании, в том числе суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, а также величины отклонений от нормируемых показателей и достигнутый класс энергетической эффективности здания, записывают в энергетический паспорт здания.

Приложение А
(обязательное)

Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения

В настоящем приложении приводятся базовый и нормируемый уровень требований энергетической эффективности зданий в зависимости от их назначения: для многоквартирных домов — в табл. А.1, для одноквартирных отдельностоящих и блокированных — в табл. А.2, для общественных зданий разного назначения — в табл. А.3.

Таблица А.1 – **Базовый и нормируемый в зависимости от года строительства удельный годовой расход тепловой энергии для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения многоквартирных жилых зданий, кВт·ч/м²**

Удельный показатель расхода тепловой энергии	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Удельный годовой расход тепловой энергии, кВт·ч/м², в зависимости от этажности здания, эт.					
		2	4	6	8	10	12 и выше
Базовые значения							
На отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение ($q_{от+вент+гв}^{год.баз}$)	2000	215	201	198	195	193	191
	3000	234	213	208	204	201	199
	4000	255	229	224	219	215	213
	5000	272	242	236	230	226	224
	6000	299	263	256	250	244	241
	8000	356	309	300	291	284	280
	10 000	411	352	340	329	320	315

Продолжение таблицы А.1

Удельный показатель расхода тепловой энергии	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Удельный годовой расход тепловой энергии, кВт·ч/м², в зависимости от этажности здания, эт.					
		2	4	6	8	10	12 и выше
В том числе на отопление и вентиляцию отдельно ($q_{от+вент}^{год.баз)}$	2000	66	52	49	46	44	43
	3000	99	78	73	69	66	64
	4000	120	94	89	84	80	78
	5000	137	107	101	95	91	89
	6000	164	128	121	115	109	106
	8000	218	171	162	153	146	142
	10 000	273	214	202	191	182	177
Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности							
На отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение ($q_{от+вент+гв}^{год.норм}$)	2000	183	171	168	166	164	162
	3000	199	181	177	174	171	169
	4000	217	195	190	186	183	181
	5000	231	206	201	196	192	190
	6000	254	224	218	213	207	205
	8000	303	263	255	247	241	238
	10 000	349	299	289	280	272	268
В том числе на отопление и вентиляцию отдельно ($q_{от+вент}^{год.норм)}$	2000	56	44	42	39	37	36
	3000	84	66	62	59	56	54
	4000	102	80	76	71	68	66
	5000	116	91	86	81	77	76
	6000	139	109	103	98	93	90
	8000	185	145	138	130	124	121
	10 000	232	182	172	162	155	150

Продолжение таблицы А.1

Удельный показатель расхода тепловой энергии	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Удельный годовой расход тепловой энергии, кВт·ч/м², в зависимости от этажности здания, эт.					
		2	4	6	8	10	12 и выше
Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.							
На отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение ($q_{от+вент+гв}^{год.норм}$)	2000	151	141	139	137	135	134
	3000	164	149	146	143	141	139
	4000	179	160	157	153	151	149
	5000	190	169	165	161	158	157
	6000	209	184	179	175	171	169
	8000	249	216	210	204	199	196
	10 000	288	246	238	230	224	221
В том числе на отопление и вентиляцию отдельно ($q_{от+вент}^{год.норм)}$	2000	46	36	34	32	31	30
	3000	69	78	55	48	46	45
	4000	84	66	62	59	56	55
	5000	96	75	71	67	64	62
	6000	115	90	85	81	76	74
	8000	153	120	113	107	102	99
	10 000	191	150	141	134	127	124
Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2020 г.							
На отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение ($q_{от+вент+гв}^{год.норм}$)	2000	129	121	119	117	116	115
	3000	140	213	128	122	121	119
	4000	153	137	134	131	129	128
	5000	163	145	142	138	136	134
	6000	179	158	154	150	146	145
	8000	214	185	180	175	170	168
	10 000	247	211	204	197	192	189

Окончание таблицы А.1

Удельный показатель расхода тепловой энергии	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Удельный годовой расход тепловой энергии, кВт·ч/м², в зависимости от этажности здания, эт.					
		2	4	6	8	10	12 и выше
В том числе на отопление и вентиляцию отдельно ($q_{от+вент}^{год.норм)}$	2000	40	31	29	28	26	26
	3000	59	47	44	41	40	38
	4000	72	56	53	50	48	47
	5000	82	64	61	57	55	53
	6000	98	77	73	69	65	64
	8000	131	103	97	92	88	85
	10 000	164	128	121	115	109	106

Примечания

1. При установлении базовых величин удельного годового расхода тепловой энергии для отопления и вентиляции многоквартирных зданий было принято расчетное заселение 20 м² общей площади квартир на одного жителя; нормативный воздухообмен в квартирах — 30 м³/ч на человека и удельные бытовые тепловыделения — 17 Вт/м² жилой площади квартир.

2. ГСОП – то же, что в 6.2.4. Для регионов, имеющих значение градусо-суток отопительного периода выше 8000 °С·сут, допускается повышение нормируемых значений на 5%.

Таблица А.2 – **Базовый и нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции малоэтажных одноквартирных (отдельно стоящих или блокированных) зданий при $к_{рег}$ = 1 для ГСОП = 4000 °С·сут**

Отапливаемая площадь здания, м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м²·°С·сут)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Базовые значения				
60 и менее	38,9	–	–	–
100	34,7	37,5	–	–

Продолжение таблицы А.2

Отапливаемая площадь здания, м^2	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м^2·°С·сут)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
150	30,6	33,3	36,1	–
250	27,8	29,2	30,6	32,0
400	–	25,0	26,4	27,8
600	–	22,2	23,6	25,0
1000 и более	–	19,4	20,8	22,2
Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности				
60 и менее	33,1	–	–	–
100	29,5	31,9	–	–
150	26,0	28,3	30,7	–
250	23,6	24,8	26,0	27,2
400	–	21,3	22,4	23,6
600	–	18,9	20,1	29,8
1000 и более	–	16,5	17,7	18,9
Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.				
60 и менее	27,2	–	–	–
100	24,3	26,3	–	–
150	21,4	23,3	25,3	–
250	19,5	20,4	21,4	22,4
400	–	17,5	18,5	19,5
600	–	15,5	16,5	17,5
1000 и более	–	13,6	14,6	15,5
Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2020 г.				
60 и менее	23,3	–	–	–
100	20,8	22,5	–	–
150	18,4	20,0	21,7	–
250	16,7	17,5	18,4	19,2

Окончание таблицы А.2

Отапливаемая площадь здания, м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м²·°С·сут)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
400	–	15,0	15,8	16,7
600	–	13,3	14,2	15,0
1000 и более	–	11,6	12,5	13,3

Примечания:

1. При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 60–1000 м² значения $\theta_{эн/эф}$ следует определять по линейной интерполяции.

2. Под отапливаемой площадью одноквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных зданий — площадь квартиры, а для многоквартирных зданий с общей лестничной клеткой — сумму площадей квартир без летних помещений.

Таблица А.3 – **Базовый и нормируемый по годам строительства удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м²·°С·сут) при $к_{рег}$ = 1 для ГСОП = 4000 °С·сут**

Тип здания	$t_в$, °С	Этажность здания							
		1	2	3–4	5	6–7	8–9	10–11	≥12
1. Административного (офисы) и общеобразовательного назначения*	Базовые значения								
	–	34,2 38,6	31,2 36,0	27,7 33,0	24,7 30,3	21,6 27,5	19,8 26,0	18,6 25,1	18,4 25,0
	Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности								
	–	29,1 32,8	26,5 30,6	23,5 28,1	21,0 25,8	18,4 23,4	16,8 22,1	15,8 21,3	15,6 21,2
	Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.								
	–	23,9 27,0	21,8 25,2	19,4 23,1	17,3 21,2	15,1 19,3	13,9 18,2	13,0 17,6	12,9 17,5

Продолжение таблицы А.3

Тип здания	$t_в$, °С	Этажность здания							
		1	2	3–4	5	6–7	8–9	10–11	≥12
2. Поликлиники и лечебные учреждения с полуторасменным режимом работы	Базовые значения								
	–	33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9
	Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности								
	–	28,7	27,9	27,0	26,2	24,9	24,1	23,5	22,9
	Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.								
	–	23,7	23,0	22,3	21,6	20,5	19,8	19,4	18,8
3. Лечебные учреждения, хосписы с круглосуточным режимом работы, дошкольные учреждения	Базовые значения								
	–	37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0
	Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности								
	–	32,1	31,3	30,4	29,6	28,4	27,5	27,0	26,4
	Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.								
	–	26,5	25,8	25,1	24,4	23,4	22,7	22,3	21,7

Окончание таблицы А.3

Тип здания	$t_в$, °С	Этажность здания							
		1	2	3–4	5	6–7	8–9	10–11	≥12
4. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой, физкультурно-оздоровительной направленности**	Базовые значения								
	20	28,8 [6,4]	27,5 [6,1]	26,1 [5,8]	25,2 [5,6]	24,7 [5,5]	24,2 [5,4]	23,7 [5,3]	–
	18	26,6 [5,9]	25,7 [5,7]	23,9 [5,3]	23,0 [5,1]	22,5 [5,0]	22,0 [4,9]	21,5 [4,8]	
	13–17	23,9 [5,3]	23,0 [5,1]	22,1 [4,9]	21,2 [4,7]	20,7 [4,6]	20,2 [4,5]	19,7 [4,4]	
	Нормируемые значения, устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности								
	20	24,5 [5,4]	23,4 [5,2]	22,2 [4,9]	21,4 [4,8]	21,0 [4,7]	20,6 [4,6]	20,1 [4,5]	–
	18	22,6 [5,0]	21,8 [4,8]	20,3 [4,5]	19,6 [4,3]	19,1 [4,2]	18,7 [4,2]	18,3 [4,1]	
	13–17	20,3 [4,5]	19,6 [4,3]	18,8 [4,2]	18,0 [4,0]	17,6 [3,9]	17,2 [3,8]	16,7 [3,7]	
	Нормируемые значения, устанавливаемые с 1 января 2016 г.								
	20	20,2 [4,5]	19,3 [4,3]	18,3 [4,1]	17,6 [3,9]	17,3 [3,8]	16,9 [3,8]	16,6 [3,7]	–
	18	18,6 [4,1]	18,0 [4,0]	16,7 [3,7]	16,1 [3,6]	15,8 [3,5]	15,4 [3,4]	15,1 [3,4]	
	13–17	16,7 [3,7]	16,1 [3,6]	15,5 [3,4]	14,8 [3,3]	14,5 [3,2]	14,1 [3,2]	13,8 [3,1]	

* Верхняя строка — с односменным режимом работы, нижняя — с полуторасменным.

** В квадратных скобках приведены значения для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м, Вт·ч/(м^3 · °С · сут), отнесенные к отапливаемому объему помещений полезной площади здания, в который входят также площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения — на м^2 полезной площади помещений. Нормируемые показатели в позициях 1–3 приведены на м^2 при высоте этажа от пола до потолка 3,3 м.

Примечание – Для регионов, имеющих значение градусо-суток отопительного периода выше 8000 °С · сут, допускается повышение нормируемых значений на 5 %.

Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячеее водоснабжение $q_{от+вент+гв}^{год.баз}$ (кВт·ч/м^2 в год) определяют по формуле

$$q_{от+вент+гв}^{год.баз} = q_{от+вент.}^{год} + q_{гв.}^{год} \qquad (А.1)$$

где $\boldsymbol{q_{от+вент.}^{год}}$ — удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2 в год; принимают по формуле

$$q_{от+вент.}^{год} = \theta_{эн/эф.}^{баз} \cdot ГСОП \cdot к_{рег.} \cdot 10^{-3}; \qquad (А.2)$$

где $\boldsymbol{\theta_{эн/эф.}^{баз}}$ — удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м^2·^{o}С·сут); принимают по таблицам А.2 и А.3;

ГСОП — то же, что в 6.2.4;

$\boldsymbol{к_{рег.}}$ — региональный коэффициент пересчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, при задании показателя базового потребления тепловой энергии в размерности Вт·ч/(м^2·^{o}С·сут) следует принимать в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода региона строительства: для зданий с ГСОП=3000 ^{o}С·сут и ниже $к_{рег.}$= 1,1; с ГСОП=4900 ^{o}С·сут и выше $к_{рег.}$= 0,91; с ГСОП=4000 ^{o}С·сут $к_{рег.}$= 1,0; в интервале 3000−4900 ^{o}С·сут — по линейной интерполяции;

$\boldsymbol{q_{гв.}^{год}}$ — удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения, отнесенный на м^2 общей площади квартир в жилом здании или полезной площади помещений в общественном здании, кВт·ч/м^2 в год; принимают по 10.3.

После получения базового суммарного удельного потребления тепловой энергии, оно, в зависимости от года строительства, уменьшается на 15, 30 и 40% по сравнению с базовым и становится нормируемым значением $q_{от+вент+гв.}^{год.норм.}$, с которым сравнивается величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячеее водоснабжение строящегося здания, рассчитанная в проекте или установленная по результатам энергетического обследования эксплуатируемого здания.

Примечание – При установлении расчетных величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных зданий на стадии проекта следует принимать нормативный воздухообмен в квартирах и удельные бытовые (технологические) тепловыделения из расчета заселенности 20 м^2 общей площади квартир на одного жителя, независимо от расчетного количества жителей, указанного в проекте.

При установлении расчетных величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение эксплуатируемого здания для сравнения с результатами измеренного значения количество жителей следует принимать по фактическому списочному составу, а нормативный воздухообмен и удельные бытовые тепловыделения — из расчета фактической заселенности дома.

Приложение Б
(обязательное)

Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей (служащих)	
Размещение в застройке	
Конструктивное решение	
Установленная мощность отопления из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	
Установленная мощность приточной вентиляции из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	
Установленная тепловая мощность тепловых завес из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	

2. Условия расчетные климатические

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{вн}$	°С	

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.}^{р}$	°С	
3	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период	$t_{н.от.п}$	°С	
4	Продолжительность отопительного периода (ОП)	$z_{от.п}$	сут	
5	Градусо-сутки отопительного периода	*ГСОП*	°С · сут	
6	Наружная температура воздуха начала/окончания отопительного периода	$t_{н}^{I}$	°С	
7	Расчетная скорость ветра в отопительный период	v	м/сек	
8	Расчетная температура воздуха на чердаке	$t_{черд}$	°С	
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	

3. Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
10	Площадь квартир жилого дома	$A_{кв}$, м^2		
11	Полезная площадь помещений общественного здания	$A_{пол}$, м^2		
12	Площадь жилых помещений дома	$A_{ж}$, м^2		
13	Расчетная площадь (общественного здания)	$A_{р}$, м^2		

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}$, м^3		
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}$, м$^{-1}$		
16	Коэффициент остекленности фасада здания	f		
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: — фасадов — стен (раздельно по типу конструкции) — витражей — окон и балконных дверей квартир — глухой части балконных дверей — окон нежилого этажа — окон ЛЛУ — балконных дверей наружных переходов ЛЛУ — входных дверей витражных — входных дверей утепленных — покрытий — чердачных перекрытий — перекрытий цокольных (над техническими подпольями) — перекрытий над проездами или под эркерами — стен в земле и полов по грунту (раздельно по зонам)	 $A_{огр.сум}$, м^2 $A_{фас}$ $A_{ст}$ $A_{ок.1}$ $A_{ок.2}$ $A_{б.дв.гл}$ $A_{ок.3}$ $A_{ок..ЛЛУ}$ $A_{б.дв.ЛЛУ}$ $A_{вх.дв.1}$ $A_{вх.дв.2}$ $A_{покр}$ $A_{черд}$ $A_{цок}$ $A_{эрк}$ $A_{гр}$		

4. Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в т. ч.:	$R_o^{пр}$, м²·°С/Вт			
	— стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{ст}^{пр}$			
	— витражей	$R_{ок.1}^{пр}$			
	— окон и балконных дверей	$R_{ок.2}^{пр}$			
	— глухой части балконных дверей	$R_{б.дв.гл}^{пр}$			
	— окон ЛЛУ	$R_{ок.ЛЛУ}^{пр}$			
	— балконных дверей наружных переходов ЛЛУ	$R_{б.дв.ЛЛУ}^{пр}$			
	— входных дверей витражных	$R_{вх.дв.1}^{пр}$			
	— входных дверей утепленных	$R_{вх.дв.2}^{пр}$			
	— покрытий	$R_{покр}^{пр}$			
	— чердачных перекрытий (эквивалентное)	$R_{черд}^{экв}$			
	— перекрытий цокольных (над техническими подпольями), эквивалентное	$R_{цок}^{экв}$			
	— перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{эрк}^{пр}$			
	— стен в земле и полов по грунту (раздельно по зонам)	$R_{гр}^{пр}$			

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
19	Расчетное сопротивление воздухопроницанию: — витражей — окон — окон ЛЛУ — балконных дверей наружных переходов ЛЛУ — входных наружных дверей	R_a, м²·ч/кг $R_{а.ок.1}$ $R_{а.ок.2}$ $R_{а.ок.ЛЛУ}$ $R_{а.б.дв.ЛЛУ}$ $R_{а.вх.дв}$			
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр.}^{пр}$, Вт/(м²·°С)			
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н.от.п}$ / $t_{н.}^{р}$)	$K_{инф.}^{усл}$, Вт/(м²·°С)			
22	Кратность воздухообмена здания при заклеенных вентиляционных отверстиях и закрытых окнах (испытание при Δр=50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$			

5. Показатели теплоэнергетические

№№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за ОП	$Q_{огр}^{год}$, кВт·ч			

№№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент}^{год}$, кВт·ч			
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{тп}^{год}$, кВт·ч			
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании за ОП	$q_{быт}$, Вт/м^2			
27	Бытовые (внутренние) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}$, кВт·ч			
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс.}^{год}$, кВт·ч			
29	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$Q_{от+вент.}^{год}$, кВт·ч			
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление за ОП и инфильтрацию в нерабочее время	$Q_{от+инф.}^{год}$, кВт·ч			

6. Коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения

№ п/п	Показатель	Обозначение	Проектное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ		

№ п/п	Показатель	Обозначение	Проектное значение	Фактическое значение
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления для отопления за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ		
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$		
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν		
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	$\beta_{тп}$		

7. Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	Мощность систем инженерного оборудования:			
	— требуемая для отопления	$Q_{от.}^{р.тр}$	кВт	
	— требуемая для горячего водоснабжения	$Q_{гв}^{макс}$	кВт	
	— установленная для механической вентиляции	$Q_{вент.}^{р.тр}$	кВт	
	— установленная для воздушно-тепловых завес	$Q_{т.з.}^{р.тр}$	кВт	

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	— используемая для электроснабжения здания, в том числе для общедомовых нужд, из них: — на освещение (только мест общего пользования в многоквартирных зданиях) — на перемещение лифтов — водоснабжение и канализацию — отопление и вентиляцию — кондиционирование (охлаждение)	$N_{эл}$ $N_{об.дом}$ $N_{осв}$ $N_{лифт}$ $N_{ВК}$ $N_{ОВ}$ $N_{конд}$	кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт	
39	Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в отопительный период	$Q_{гв.}^{ср}$	кВт	
40	Средний суточный расход: — природного газа — холодной воды — горячей воды — электроэнергии на общедомовые нужды	$V_{пг}^{ср.сут}$ $G_{хв}^{ср.сут}$ $G_{гв}^{ср.сут}$ $E_{эл.о/д.}^{сут}$	м^3/сут м^3/сут м^3/сут кВт·ч	
41	Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии, отнесенный на м^2 площади квартир (полезной площади нежилых помещений): — на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) — на механическую приточную вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м^2 Вт/м^2	
42	Удельная объемная тепловая характеристика здания (на м^3 отапливаемого объема здания)	$q_т$	Вт/(м^3·°С)	

8. Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание:			
	— тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом инфильтрации	$Q_{от+вент.}^{год}$	МВт·ч	
	— тепловой энергии на отопление и нагрев инфильтрующегося воздуха общественного здания	$Q_{от+инф.}^{год}$	МВт·ч	
	— тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.}^{год}$	МВт·ч	
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$Q_{вент.}^{год}$	МВт·ч	
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$Q_{т.з.}^{год}$	МВт·ч	
	— электрической энергии зданием в целом, в том числе:	$E_{эл.сум.}^{год}$	МВт·ч	
	— на общедомовые нужды (без энергосберегающих мероприятий /с эн.сб. мероприятиями):	$E_{эл.об.дом}^{год}$	МВт·ч	
	— освещение мест общего пользования	$E_{эл.осв}^{год}$	МВт·ч	
	— силовое оборудование лифтов	$E_{эл.лифт}^{год}$	МВт·ч	
	— силовое оборудование систем отопления и вентиляции	$E_{эл.ОВ.}^{год}$	МВт·ч	
	— силовое оборудование систем водоснабжения	$E_{эл.ВК.}^{год}$	МВт·ч	
	— на кондиционирование (охлаждение)	$E_{эл.конд.}^{год}$	МВт·ч	
	— природного газа	$Q_{пг}^{год}$	тыс. м^3	

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
44	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов: — тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания — тепловой энергии на горячее водоснабжение — то же с квартирными водосчетчиками — тепловой энергии на отопление, включая нагрев инфильтрующегося воздуха, в здании с механической приточной вентиляцией — тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию — тепловой энергии на тепловые завесы — электрической энергии в здании (без энергосберегающих мероприятий /с эн.сб. мероприятиями), в том числе: — на общедомовые нужды — на кондиционирование (охлаждение) — природного газа	 $q_{от+вент.}^{год}$ $q_{гв.}^{год}$ $q_{гв.кв.в.сч.}^{год}$ $q_{от+инф.}^{год}$ $q_{вент.}^{год}$ $q_{т.з.}^{год}$ $q_{эл.сум.}^{год}$ $q_{эл.об.дом.}^{год}$ $q_{эл.конд.}^{год}$ $q_{пг}^{год}$	 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2 м^3/м^2	
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление негазифицированным зданием (с пересчетом электроэнергии в тепловую с коэф. θ = 2,5) — то же без электропотребления квартир или розеточной нагрузки в общественных зданиях	$q_{т+эл.сум}^{год}$ $q_{т+эл.об.дом}^{г}$	кВт·ч/м^2 кВт·ч/м^2	
46	Удельное годовое энергопотребление здания (в пересчете на первичное топливо): — негазифицированного — газифицированного	 $q_{т+эл.сум.}^{год.п}$ $q_{т+эл+пг.}^{год.п}$	 кг у.т./м^2 кг у.т./м^2	

9. Показатели и классы энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
47	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СНиП 23-02-2003, базовый	$q_{от+вент.}^{год.баз}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]		
48	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания			
49	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			
50	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного здания с учетом проектного значения расхода тепловой энергии на вентиляцию и т.з.	$q_{от+вент.}^{год.пр}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]		
51	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			
52	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности?	$q_{от+вент+гв.расч}^{год.}$ кВт·ч/м^2		
53	Фактически измеренный удельный годовой расход на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв.изм,}^{год.}$ кВт·ч/м^2		

10. Сведения об оснащенности приборами учета

54	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета (при централизованном снабжении):		
	— электрической энергии	шт.	
	— тепловой энергии	шт.	
	— газа	шт.	
	— воды	шт.	
55	Оснащенность квартир приборами учета:		
	— электрической энергии	%	
	— тепловой энергии	%	
	— газа	%	
	— воды	%	
56			
Организация			
Адрес и телефон			
Ответственный исполнитель			

Приложение В
(справочное)

Справочные таблицы

Таблица В.1 – **Температура внутреннего воздуха, относительная влажность и температура точки росы, принимаемые при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций**

№ п/п	Тип помещения	Температура внутреннего воздуха $t_в$, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_в$, %	Температура точки росы $t_р$, °С
1	Помещения жилых зданий, гостиниц, общежитий, классы в школах	20	55	10,70
2	Помещения общественных зданий, приведенные в 1.1, кроме перечисленных в строках 3, 4 таблицы	20	50	9,30
3	Помещения лечебно-профилактических учреждений, домов-интернатов	21	55	11,60
4	Помещения учебно-воспитательных зданий, хосписов	22	55	12,60
5	Помещения торгово-бытовых, досуговых зданий, офисы	20 18 16 15 12	50	9,30 7,40 5,60 4,70 1,90
6	Кухни	20	60	12,00

Окончание таблицы В.1

№ п/п	Тип помещения	Температура внутреннего воздуха $t_в$, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_в$, %	Температура точки росы $t_р$, °С
7	Отапливаемые лестничные клетки жилых зданий	16	55	7,00
8	Ванные комнаты, душевые и бассейны: — для взрослых — для детей	 27 30	 67 67	 20,30 23,00
9	Отапливаемые автостоянки: — надземные — подземные	 5 10	 75 75	 0,94 5,77
Примечание – Расчетную температуру внутреннего воздуха устанавливают по основным помещениям, преобладающим в здании. Для помещений, не указанных в таблице, температуру внутреннего воздуха $t_в$, относительную влажность внутреннего воздуха $\varphi_в$ и соответствующую им температуру точки росы следует принимать по минимальным значениям оптимальной температуры и по максимальным значениям относительной влажности по ГОСТ 30494 и нормам проектирования соответствующих зданий.				

Таблица В.2 – **Коэффициент изменения расчетной скорости ветра по высоте здания**

Высота, м	Коэффициент ξ при расчетной скорости ветра, м/с	
	4,0	4,9
10	1,0	1,0
50	1,5	1,4
100	1,9	1,8
150	2,1	2,0
200	2,3	2,1

Окончание таблицы В.2

Высота, м	Коэффициент ξ при расчетной скорости ветра, м/с	
250	2,5	2,3
300	2,6	2,4
350	2,6	2,4
400	2,8	2,5
450	2,9	2,6
500	2,9	2,6
Примечание – При определении расчетной скорости ветра на соответствующей высоте значения скоростей ветра следует умножать на коэффициент ξ с соответствующей интерполяцией.		

Таблица В.3 – **Приведенное сопротивление теплопередаче Ro.пр, коэффициент затенения непрозрачными элементами τ1, коэффициент относительного пропускания солнечной радиации τ2 окон, балконных дверей и фонарей**

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o.}^{пр}$, м²·°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o.}^{пр}$, м²·°С/Вт	τ_1	τ_2
Двойное остекление с твердым селективным покрытием (К-стекло) $4М_1$+К4 в переплетах:						
— спаренных	0,55	0,75	0,76	0,44	0,70	0,76
— раздельных	0,57	0,65	0,76	0,45	0,60	0,76
Однокамерный стеклопакет СПО $4М_1$-16-4И* в одинарном переплете из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,80	0,51	0,47	0,80	0,51

Продолжение таблицы В.3

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o.}^{пр}$, м$^2\cdot$°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o.}^{пр}$, м$^2\cdot$°С/Вт	τ_1	τ_2
Тройное остекление в раздельных и спаренных переплетах из стекла: — обычного $4М_1+4М_1+4М_1$ — с твердым селективным покрытием (К-стекло) $4М_1+4М_1+4К$	 0,55 0,60	 0,50 0,50	 0,74 0,72	 0,46 0,50	 0,50 0,50	 0,74 0,72
Двухкамерный стеклопакет (межстекольное расстояние 12 мм) в одинарном переплете из стекла:						
— обычного СПД $4М_1$-12-$4М_1$-12-$4М_1$	0,54	0,80	0,74	0,45	0,80	0,74
— с твердым селективным покрытием (К-стекло) СПД $4М_1$-12-$4М_1$-12-4К	0,58	0,80	0,72	0,52	0,80	0,72
— то же СПД $4М_1$-12Ar-$4М_1$-12Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,65	0,80	0,72	0,55	0,80	0,72
— с мягким селективным покрытием (I-стекло*) СПД $4М_1$-12-$4М_1$-12-4И*	0,68	0,80	0,50	0,55	0,80	0,50
— то же СПД $4М_1$-12Ar-$4М_1$-12Ar-4И* (с заполнением аргоном)	0,75	0,80	0,50	0,59	0,80	0,50
— с мягким селективным покрытием (I-стекло**) СПД $4М_1$-12-$4М_1$-12-4И**	0,75	0,80	0,55	0,62	0,80	0,55
— то же СПД $4М_1$-12Ar-$4М_1$-12Ar-4И** (с заполнением аргоном)	0,81	0,80	0,55	0,68	0,80	0,55
— то же СПД $4М_1$-12(Ar50%, Kr50 %)-$4М_1$-12(Ar50 %, Kr 50 %)-4И** (с заполнением ½ аргоном и ½ криптоном)	0,91	0,80	0,55	0,78	0,80	0,55
— то же СПД $4М_1$-12Kr-$4М_1$-12Kr-4И** (с заполнением криптоном)	1,00	0,80	0,55	0,87	0,80	0,55

Продолжение таблицы В.3

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o.}^{пр}$, м$^{2}\cdot$°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o.}^{пр}$, м$^{2}\cdot$°С/Вт	τ_1	τ_2
Стекло и однокамерный стеклопакет (с межстекольным расстоянием 12 мм) в раздельных переплетах из стекла:						
— 4М$_1$+СПО 4М$_1$-12-4М$_1$	0,56	0,60	0,74	0,50	0,60	0,74
— с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М$_1$+СПО 4М$_1$-12-4К	0,65	0,60	0,72	0,56	0,60	0,72
— то же 4М$_1$+СПО 4М$_1$-12Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,69	0,60	0,72	0,60	0,60	0,72
— с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М$_1$+СПО 4М$_1$-12-4И*	0,72	0,60	0,50	0,60	0,60	0,50
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла:						
— обычного 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10-4М$_1$-10-4М$_1$	0,65	0,60	0,60	0,59	0,60	0,60
— с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10-4М$_1$-10-4К	0,72	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56
— то же 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10Ar-4М$_1$-10Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,80	0,60	0,56	0,73	0,60	0,56
— с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10-4М$_1$-10-4И*	0,80	0,60	0,46	0,68	0,60	0,46
— с мягким селективным покрытием (I-стекло**) 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10-4М$_1$-10-4И**	0,87	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40
— то же 4М$_1$+СПД 4М$_1$-10Ar-4М$_1$-10Ar-4И** (с заполнением аргоном)	0,94	0,60	0,40	0,82	0,60	0,40

Продолжение таблицы В.3

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o.}^{пр}$, м^2·°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o.}^{пр}$, м^2·°С/Вт	τ_1	τ_2
— то же 4М$_1$+СПД 4М$_1$-12 (Ar50 %, Kr50 %)-4М$_1$-12 (Ar50 %, Kr50 %)-4И** (с заполнением аргоном и криптоном пополам)	1,03	0,60	0,40	–	–	–
— то же 4М$_1$+СПД 4М$_1$-12Kr-4М$_1$-12Kr-4И** (с заполнением криптоном)	1,12	0,60	0,40	–	–	–
Два однокамерных стеклопакета из обычного стекла в переплетах:						
— спаренных СПО 4М$_1$-16-4М$_1$+СПО 4М$_1$-16-4М$_1$	0,70	0,70	0,59	0,59	0,70	0,59
— раздельных СПО 4М$_1$-16-4М$_1$+СПО 4М$_1$-16-4М$_1$	0,75	0,60	0,54	0,69	0,60	0,54
Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах 4М$_1$+4М$_1$+4М$_1$+4М$_1$	0,80	0,50	0,59	0,74	0,50	0,59
Деревоалюминиевый профиль с термовставкой и 2-камерым стеклопакетом с мягким селективным покрытием (I-стекло**) и с заполнением аргоном СПД 4М$_1$-10Ar-4М$_1$-10Ar-4И** (данные А. В. Спиридонова)	1,15	0,80	0,55	–	–	–

Окончание таблицы В.3

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o.}^{пр}$, м^2·°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o.}^{пр}$, м^2·°С/Вт	τ_1	τ_2

Примечания

1. Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в государственных стандартах или технических условиях на конструкции либо при отсутствии их подтверждения результатами испытаний.
2. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15 (I-стекло* — но не менее 0,1; I-стекло** — менее 0,1), к твердым (К-стекло) — 0,15 и более.
3. Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75; при этом относительная площадь остекления установлена по размерам наружной створки.
4. Значения для окон со стеклопакетами приведены:

— для деревянных окон при толщине переплета не менее 78 мм;

— для конструкций окон в ПВХ-переплетах толщиной 60 мм с тремя воздушными камерами и с металлическим армирующим профилем внутри. При применении ПВХ-переплетов толщиной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на 0,03 м^2·°С/Вт, за исключением окон с I-стеклом** и с заполнением инертным газом, переплеты которых выполняются стандартно с пятью воздушными камерами;

— в случае алюминиевых окон для переплетов с термоизоляционными вставками.

Таблица В.4 – **Исходные данные для расчета энергетической эффективности для жилых и общественных зданий различного назначения**

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многоквартирные, категория I	Многоквартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебно-воспитательные	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Предприятия обществ. питания	Торгово-бытовые	Спортивные сооружения	Досуговые	Склады
Внутренняя заданная температура (холодный период года), °С	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	18	20	18
Полезная площадь на человека (заселенность) $A_{пол,}$ м²/чел.	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека $Q_Р$, Вт/чел.	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100
Метаболические притоки на общую площадь* $Q_Р / A_{жп}$, Вт/м²	1,2	1,8	3,5	4,0	10	7,0	4,0	8,0	8,0	20	9	5	16	1,0

Продолжение таблицы В.4

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многоквартирные, категория I	Многоквартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебно-воспитательные	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Предприятия обществ. питания	Торгово-бытовые	Спортивные сооружения	Досуговые	Склады
Время использования метаболического притока в день $t_{мет}$, ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования помещения в день (среднемесячное) t, ч	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Удельное годовое потребление электрической энергии** на общую площадь* $q_{эл}$, кВт·ч/м^2	20	30	38	20	33,5	10	30	40	25	30	30	10	20	6
Потребление электрической энергии в кондиционируемой части здания, $f_э$	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9

Окончание таблицы В.4

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многоквартирные, категория I	Многоквартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебно-воспитательные	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Предприятия обществ. питания	Торгово-бытовые	Спортивные сооружения	Досуговые	Склады
Удельные средне-часовые бытовые теплопоступления за рабочее время, в том числе от людей, электрических приборов, освещения, горячего водоснабжения, $q_{быт}$, Вт/м²***	10	11,4	17	13,4	23,8	13,1	8,5	14,0	14,0	13,1	9,8	6,1	20,6	4,1

* Под общей площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений, $A_{кв}$ — для жилых зданий; полезную площадь всех помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол}$ — для общественных зданий.

** Включая освещение и пользование электрическими приборами и оборудованием (плитами), за исключением потребления электроэнергии для охлаждения и приводов насосов и вентиляторов отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, устройств автоматического регулирования этих систем, а также перемещения лифтов, эскалаторов и траволаторов.

*** Для жилых зданий — на м² жилой площади, составляющей, как правило, 0,55 от общей площади квартир, для общественных зданий — на м² полезной площади помещений и исключая теплопоступления от горячего водоснабжения.

Таблица В.5 – **Нормы суточного расхода горячей воды потребителями и удельной часовой величины тепловой энергии для ее нагрева в средние за отопительный период сутки, а также значения удельного годового расхода тепловой энергии для ГВС, исходя из нормативной площади на одного измерителя для центрального региона с zот.п = 214 сут.**

Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды за год $a_{гвс}$, л/сут (по таблице А.2 СП 30. 13330)	Норма общей/полезной площади на одного человека $A_{чел}$, м²/чел.	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения за отопительный период $q_{гв}$, Вт/м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м² общей/полезной площади
Жилые здания независимо от этажности с централизованным ГВС, оборудованные умывальниками, мойками и ваннами, с квартирными регуляторами давления	1 житель	100	20	17,3	133/80*)
То же, с умывальниками, мойками и душем, с квартирными регуляторами давления	То же	95	18	15,2	117/70*
Жилые здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями	То же	85	18	13,2	100/60*

Продолжение таблицы В.5

Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды за год $a_{гвс}$, л/сут (по таблице А.2 СП 30. 13330)	Норма общей/полезной площади на одного человека $A_{чел}$, м²/чел.	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения за отопительный период $q_{гв}$, Вт/м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м² общей/полезной площади
То же, с водонагревателями, работающими на твердом топливе	То же	60	18	9,3	70/42*
Гостиницы и пансионаты с ваннами во всех отдельных номерах	1 житель	180	18	32,1	262
То же, с душами во всех отдельных номерах	То же	140	15	30	245
То же, с общими ваннами и душами	То же	70	12	17,8	141
Больницы с санузлами в палатах	1 больной	90	20	19,3	158
То же, с общими ваннами и душами	То же	75	10	22,9	181
Поликлиники и амбулатории (10 м² на одного медработника, работа в 2 смены и 6 пациентов на 1 работника)	1 больной в смену.	4	–	–	–
	1 работник в смену	12	10	11	87

Продолжение таблицы В.5

Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды за год $a_{гвс}$, л/сут (по таблице А.2 СП 30. 13330)	Норма общей/полезной площади на одного человека $A_{чел}$, м²/чел.	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения за отопительный период $q_{гв}$, Вт/м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м² общей/полезной площади
Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	20	10	6,1	49
То же, с круглосуточным пребыванием детей	То же	30	10	9,1	72
То же, со столовыми, работающими на сырье, и прачечными	То же	40	10	12,2	97
Общеобразовательные школы с душевыми при спортивных залах и столовыми на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 служащий	8	10	2,8	20
Физкультурно-оздоровительные комплексы со столовыми на полуфабрикатах	1 место	30	5	18,3	145
Кинотеатры, залы собраний // театры, клубы и досугово-развлекательные учреждения	1 зритель	3	5	1,8 // 3	14 // 24
	1 артист	25	–	–	

Окончание таблицы В.5

Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды за год $a_{гвс}$, л/сут (по таблице А.2 СП 30. 13330)	Норма общей/полезной площади на одного человека $A_{чел}$, м²/чел.	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения за отопительный период $q_{гв}$, Вт/м²	Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м² общей/полезной площади
Административные здания	1 работник	6	10	1,8	14
Предприятия общественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	1 блюдо на 1 место	4	5	44	350
Магазины продовольственные	1 работник	12	30	1,2	10
Магазины промтоварные	То же	8	30	0,8	6
Склады	То же	8	100	0,3	–
* В числителе — при отсутствии квартирных приборов учета расхода воды, в знаменателе — при наличии таких приборов.					

Таблица В.6 – **Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий**

Характеристика квартиры	Значение удельной расчетной нагрузки электроприемников $N_{кв.эл/пр}$, кВт/квартира, при количестве квартир													
	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
С плитой на природном газе	4,50	2,80	2,30	2,00	1,80	1,65	1,40	1,20	1,05	0,85	0,77	0,71	0,69	0,67

Окончание таблицы В.6

Характеристика квартиры	Значение удельной расчетной нагрузки электроприемников $N_{кв.эл/пр}$, кВт/квартира, при количестве квартир													
	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
С электроплитой 8,5 кВт	10,0	5,10	3,80	3,20	2,80	2,60	2,20	1,95	1,70	1,50	1,36	1,27	1,23	1,19

Примечания

1. Удельные расчетные нагрузки для числа квартир, не указанного в таблице, определяют интерполяцией.

2. Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подполий, технических этажей, чердаков и т. д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, очистных устройств мусоропроводов, подъемников для инвалидов).

3. Удельные расчетные нагрузки приведены для квартир средней общей площадью 70 м^2 (квартиры от 35 до 90 м^2) в зданиях по типовым проектам.

4. Расчетную нагрузку для квартир с повышенной комфортностью следует определять в соответствии с заданием на проектирование или по формуле

$$N_{кв} = \left(\sum_{1}^{n} N_i K_c \right) K_o, \qquad (В.1)$$

где $\Sigma_1^n N_i$ — сумма заявленных мощностей квартир повышенной комфортности, кВт;

K_c — коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности; принимают согласно таблице В.7;

K_o — коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности; принимают согласно табл. В.8.

Таблица В.7 – **Коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности K_c**

Заявленная мощность N, кВт	До 14	20	30	40	50	60	70 и более
Коэффициент K_c	0,80	0,65	0,60	0,55	0,50	0,48	0,45

Таблица В.8 – **Коэффициенты одновременности для квартир повышенной комфортности Ко с электроплитами мощностью 8,5 кВт**

Количество квартир	1–5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	>600
Коэффициент K_o	1,00	0,51	0,38	0,32	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11

Таблица В.9. – **Максимально допустимая удельная установленная мощность искусственного освещения (исходя из нормируемой освещенности)**

Тип помещения	Максимальная нормируемая освещенность, лк	Максимально допустимая удельная мощность, Вт/м^2, не более
Административные здания		
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы, машинописные	400	25
Проектные комнаты и залы, конструкторские 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		
Операционный зал, кассовый зал	500	35
Образовательные учреждения		
Классы, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, кабинеты информатики и вычислительной техники	400	25

Продолжение таблицы В.9

Тип помещения	Максимальная нормируемая освещенность, лк	Максимально допустимая удельная мощность, Вт/м^2, не более
Детские дошкольные учреждения		
Групповые, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий	400	25
Предприятия общественного питания		
Обеденные залы столовых, закусочных, буфетов	200	14
Помещения приготовления пищи	400	25
Магазины		
Торговые залы супермаркетов	500	35
Торговые залы магазинов	400	25
Предприятия бытового обслуживания населения		
Парикмахерские	400	25
Ателье пошива и ремонта одежды	750	52
Аптеки		
Залы обслуживания посетителей	200	14
Жилые здания		
Комнаты общежитий	300	20
Вестибюли многоквартирных зданий, лифтовые холлы	50	6
Лестничные клетки, поэтажные межквартирные коридоры	20	4
Технические чердаки и подполья	20	4
Примечание – Значения даны с учетом потребления мощности пускорегулирующих устройств.		

Таблица В.10 – **Удельный годовой расход электропотребления в квартирах с учетом структуры населения по численности семей с разными энергоносителями для приготовления пищи и социальной нормой заселения 18 м²/человека**

Состав семей, человек	Структура населения по численности семей, %	Удельный годовой расход электропотребления, кВт·ч/м²		
		в квартирах с газовыми плитами	в квартирах с электроплитами	в квартирах с плитами на твердом топливе
1	15	37,7	59,9	56,3
2	20	26,8	44,4	37,6
3	30	23,4	33,9	30,5
4	25	20,9	34,2	24,8
5	6	19,0	31,0	21,4
6	4	17,6	29,0	19,2
В среднем		25,1	41,1	33,9

Таблица В.11 – **Годовое количество часов использования максимума осветительной нагрузки $z_{осв}^{год}$ для общественных зданий, общедомовых помещений многоквартирных домов и электропотребления лифтами**

Объект	Режим работы	Географическая широта	$z_{осв}^{год}$, ч
Освещение в помещениях общественных зданий: — с естественным освещением	односменный	южнее 50° с.ш.	700
		от 50° до 60° вкл.	750
		севернее 60°с.ш.	850
	двухсменный	любая	2250
	трехсменный	любая	4150
	непрерывная работа	любая	4800
— без естественного освещения	односменный	любая	2150
	двухсменный	любая	4300
	трехсменный	любая	6500
	непрерывная работа	любая	8760

Окончание таблицы В.11

Объект	Режим работы	Географическая широта	$z_{осв}^{год}$, ч
Освещение общедомовых помещений многоквартирных зданий:			
— с естественным освещением	лестничная клетка	любая	2920/120
	вестибюль 1-го этажа	любая	4380/360
	лифтовый холл	любая	2920/120
— без естественного освещения	приквартирный коридор, лифтовой холл	любая	8760/240
	техподполье	любая	300
	технический чердак	любая	100
	машинное помещение лифтов	любая	40
Лифты	–	–	2200/1460

Примечания

1. В последней колонке для освещения общедомовых помещений многоквартирных зданий значение в числителе обозначает количество часов при постоянной работе в периоды недостаточной освещенности, в знаменателе — при использовании датчиков движения или автоматического отключения через заданный период времени.
2. В последней колонке для электропотребления лифтами в знаменателе стоит количество часов, получаемых при применении более совершенной программы управления.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Методика определения расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов

Г.1. При выявлении несоответствия фактической производительности системы отопления $Q_{от.}^{р.пр}$ (проектный расчетный расход тепловой энергии на отопление, на который подобраны отопительные приборы; принимают из проекта или по результатам фактических испытаний) требуемому расчетному расходу тепловой энергии на отопление $Q_{от.тр.}^{р}$ (определяют согласно разделу 9 настоящего стандарта) необходимо рассчитать новые значения расчетных температур воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления. Выразив отношение фактической производительности системы отопления к требуемому расходу тепловой энергии на отопление из энергетического паспорта проекта конкретного здания в виде коэффициента запаса поверхности нагрева отопительных приборов $K_{зап} = Q_{от.пр.}^{р} / Q_{от.тр.}^{р}$, определяют требуемые значения температур воды в подающем $t_{o1тр}$ (°С) и обратном $t_{2тр}$ (°С) трубопроводах системы отопления соответственно по формулам

$$t_{o1\,тр} = t_{в.мин} + 0{,}5(\tau_{o1} - \tau_2)\frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}} + \left(\frac{\tau_{o1} + \tau_2}{2} - t_{в.мин}\right)\left(\frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}}\right)^{\frac{1}{1+m}}; \qquad (Г.1)$$

$$t_{2\,тр} = t_{2тр} = t_{o1тр} - (\tau_{o1} - \tau_2)\frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}}, \qquad (Г.2)$$

где $t_{в.мин}$ — минимальная из оптимальных температур внутреннего воздуха в нерабочее время, °С; принимают по 6.2.3 настоящего стандарта $t_{в.мин}$ = 18°С;

τ_{o1} — расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе отопления, °С;

τ_2 — расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

$\overline{Q}_{от}$ — относительный расход тепловой энергии на отопление; принимают по формулам (Д.1) или (Д.2) приложения **Д** в зависимости от назначения здания;

m — показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора; как правило, принимают равным 0,25.

Для определения значений требуемых температур $t_{o1тр.}{}^{р}$, $t_{2тр.}{}^{р}$ при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха $t_{н}^{р}$ необходимо подставить $\overline{Q}_{от} = 1$.

При завышении поверхности нагрева отопительных приборов, например на 20%, параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, составляют в расчетных условиях 84–63 °С вместо 95–70 °С.

Г.2. Расчетный расход теплоносителя (м^3/ч), циркулирующего в системе отопления, следует определять из уравнения

$$G_{от.}{}^{р.} = 3600 \cdot Q_{от.тр.}{}^{р} \cdot 10^{-3} / (t_{o1тр.}{}^{р} - t_{2тр}{}^{.р}) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}), \qquad (Г.3)$$

где $\boldsymbol{G_{от.}{}^{р}}$ — расчетный расход теплоносителя, м^3/ч;

$\boldsymbol{Q_{от.тр.}{}^{р}}$— расчетная требуемая тепловая нагрузка на систему отопления, кВт, следует определять по формуле (20);

$\boldsymbol{t_{o1тр.}{}^{р}}$, $\boldsymbol{t_{2тр.}{}^{р}}$ — то же, что и в формулах (Г.1) и (Г.2): $t_{o1тр.}$, $t_{2тр.}$, получаемые после подстановки в формулы (Г.1) и (Г.2) $\overline{Q}_{от.} = 1$;

$\boldsymbol{\rho_{вод}}$ — плотность воды, равная 1 кг/л;

$\boldsymbol{c_{вод}}$ — удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж/(кг°С).

Приложение Д
(рекомендуемое)

Определение изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха

Д.1. При построении температурных графиков центрального регулирования подачи тепловой энергии для отопления в индивидуальном тепловом пункте согласно приложению 18 СП 41-101-95 необходимо знать алгоритм изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, который может отличаться для зданий разного назначения.

Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление $\overline{Q}_{от}$ в зависимости от температуры наружного воздуха $t_н$ для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования приведены на рисунке Д.1.

Д.2. Для общественных зданий, при расчете теплопотерь которых не учитывают бытовые (технологические) теплопоступления (рисунок Д.1, линия 1), относительный расход тепловой энергии на отопление $\overline{Q}_{от.общ}$ определяют по формуле

$$\overline{Q_{от.общ}} = \frac{Q_{от}}{Q_{от}^{р.тр}} = \frac{t_в - t_н}{t_в - t_н^р}, \qquad (Д.1)$$

где $Q_{от}$ — расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха $t_н$, кВт;

$Q_{от.тр.}^{р}$ — расчетный, требуемый расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_н^р$, кВт;

$t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С;

$t_н$ — текущая температура наружного воздуха, °С;

$t_н^р$ — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

Д.3. Для жилых зданий при расчете изменения расхода тепловой энер-

гии на отопление в соответствии с СП 60.13330 учитывают бытовые (технологические) теплопоступления в квартирах, которые не зависят от текущей температуры наружного воздуха $t_н$ (°С). С повышением температуры $t_н$ доля бытовых теплопоступлений в тепловом балансе жилого здания возрастает, за счет чего можно сократить подачу тепловой энергии на отопление по сравнению с величиной, определенной по формуле (Д.1). Относительный расход тепловой энергии на отопление жилого здания $\overline{Q}_{от.ж}$, ориентируясь на квартиры с угловыми помещениями верхнего этажа, где доля бытовых теплопоступлений от теплопотерь самая низкая, определяют по формуле

$$\overline{Q_{от.ж}} = \frac{\left(Q_{от}^{р.тр} + Q_{быт}\right)\frac{t_в^{опт} - t_н}{t_в - t_н^р} - 0{,}85 Q_{быт}}{Q_{от}^{р.тр}}, \qquad (Д.2)$$

где $Q_{от}^{р.тр}$ — то же, что в формуле (Д.1);

$Q_{быт}$ — среднечасовые за отопительный период теплопоступления, включая бытовые (технологические) теплопоступления в квартирах, Вт;

$t_в^{опт}$ — оптимальная температура воздуха в отапливаемых помещениях, принимаемая с учетом заданного способа регулирования, °С;

$t_в$, $t_н$, $t_н^р$ — то же, что в формуле (Д.1).

Д.4. При регулировании систем отопления путем поддержания графика подачи тепловой энергии в зависимости от $t_н$, без коррекции по температуре внутреннего воздуха (рисунок Д.1, линия 2), температуру $t_в^{опт}$ принимают равной 20,5 °С при $t_н$, соответствующей параметрам А СП 60.13330, и постепенно уменьшающейся до 19 °С с понижением $t_н$ до $t_н = t_о$. При этом скорость ветра при расчете теплопотерь принимают равной расчетной, что соответствует примерно постоянному объему инфильтрующегося наружного воздуха в течение всего отопительного периода.

Д.5. Во время регулирования системы отопления с автоматической коррекцией графика подачи тепловой энергии при отклонении температуры внутреннего воздуха от заданной (рисунок Д.1, линия 3) температуру $t_в^{опт}$ принимают равной 21,5 °С. При этом скорость ветра при расчете теплопотерь принимают равной нулю, что соответствует сокращению объемов инфильтрующегося наружного воздуха, которые всё же не должны упасть ниже уровня санитарной нормы притока.

График изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление будет представлять собой прямую линию, пересекающую ось абсцисс в той же точке, что и при регулировании без коррекции по $t_в$, а при $t_н = t_н^р$ расчетное значение относительного расхода тепловой энергии на отопление будет равен 0,9 $Q_{от.тр.}^{р}$.

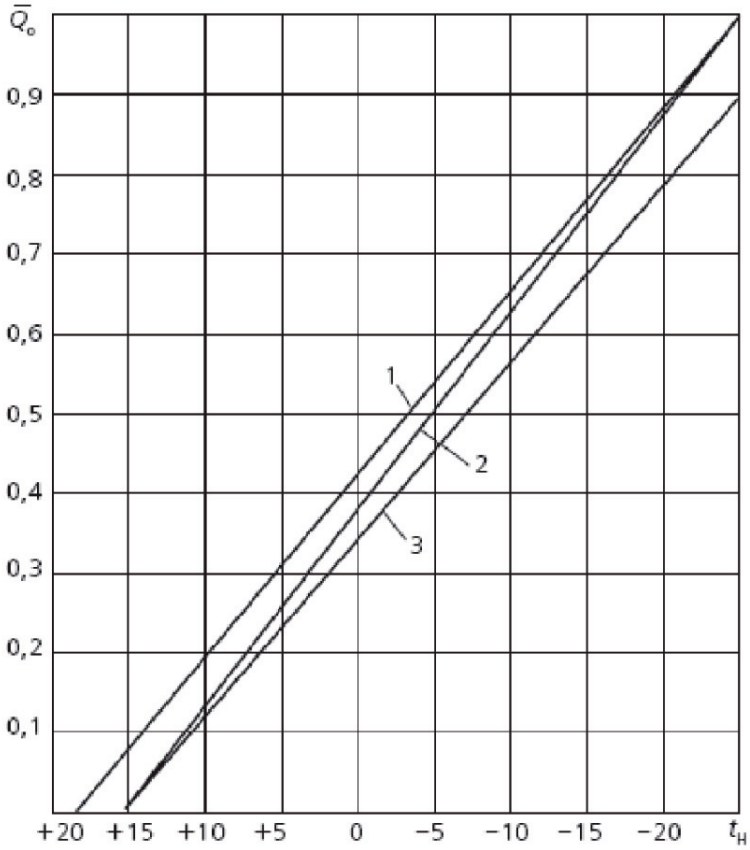

Рисунок Д.1 – Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление $\overline{Q}_{от}$ в зависимости от температуры наружного воздуха $t_н$ для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования: 1 — для общественных зданий; 2 — для жилых зданий при регулировании без коррекции по отклонению температуры внутреннего воздуха от заданной; 3 — для жилых зданий при регулировании с коррекцией по температуре внутреннего воздуха в системах отопления без термостатов.

Приложение Е
(обязательное)

Нормирование теплопотребления приточной вентиляции общественных зданий на стадии проекта

Е.1. Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты по 13.3, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию исходя из проектной производительности системы, определяют расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) за отопительный период $Q_{от+вент.пр.}^{год.расч}$ (кВт·ч) раздельно: на отопление — исходя из компенсации теплопотерь через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время, а на приточную механическую вентиляцию и тепловые завесы — исходя из нагрева приточного наружного (или внутреннего — в тепловых завесах) воздуха в объеме проектной производительности указанных систем по следующей формуле.

$$Q_{от+вент.пр.}^{год.расч} = [Q_{огр.}^{год.расч} + Q_{инф.}^{год.расч} - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год})\cdot\nu\cdot\zeta]\cdot\beta_{тп},+$$

$$+ Q_{вент.пр.}^{год.расч}\cdot\beta_{тп.в}, \qquad (Е.1)$$

где $\boldsymbol{Q_{огр.}^{год.расч}}$ – годовой расход тепловой энергии на отопление для компенсации трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения в рабочий и нерабочий периоды (кВт·ч), определяют по формуле (15);

$\boldsymbol{Q_{инф.}^{год.расч}}$ – годовой расход тепловой энергии на отопление для нагрева наружного воздуха, инфильтрующегося через закрытые окна в нерабочий период при отключенной системе вентиляции (кВт·ч), определяют по формуле (16), приравнивая к $Q_{инф/вент.}^{год}$, где $K^{*)}_{инф.}{}^{усл} = 0{,}04\cdot G_{инф}\cdot k_{ок}\cdot n_{инф}\cdot c_a$; (Е.2)

$\boldsymbol{Q_{вент.пр.}^{год.расч}}$ – годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию (кВт·ч), определяют в соответствии с Е.2;

$\boldsymbol{\beta_{тп.в}}$ – коэффициент, учитывающий теплопотери воздухововодов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают из проекта, если эти

теплопотери учтены при определении расчетной теплопроизводительности системы вентиляции, то $\beta_{тп.в} = 1{,}0$;

остальные обозначения – то же, что в формуле (14).

Е.2. Годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$ (кВт·ч) с учетом проектного значения расчетного расхода и при отсутствии энергосберегающих мероприятий (только автоматическое регулирование температуры приточного воздуха $t_{пр} = t_в$ и отключение установок в нерабочее время) определяют по формуле

$$Q_{вент.пр.}^{год.расч} = Q_{вент.пр.}^{р} \cdot (n_{вент.} / 7) \cdot ГСОП / (t_в - t_н^{р}), \qquad (Е.3)$$

где $\boldsymbol{Q_{вент.пр.}^{р}}$ — то же, что в формуле (26);

$\boldsymbol{n_{вент.}}$ — то же, что в формуле (17);

ГСОП — то же, что в формуле (15);

$\boldsymbol{t_в, t_н^{р}}$ — то же, что в формуле (3).

При применении на одной из приточных систем вентиляции установки утилизации теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$ (кВт·ч) определяют по формуле

$$Q_{вент.пр.}^{год.расч.} = (Q_{вент.пр1.}^{р.пр} + Q_{вент.пр2.}^{р} \cdot (1 - \eta_{ут})) \cdot (n_{вент.} / 7) \cdot ГСОП /$$

$$/ (t_в - t_н^{р}), \qquad (Е.4)$$

где $\boldsymbol{Q_{вент.пр1.}^{р}}$ — расчетный расход тепловой энергии (установленная мощность) системы приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, кВт; принимают из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, а также приводят в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация»;

$\boldsymbol{Q_{вент.пр2.}^{р}}$ — то же, что и $Q_{вент.пр1.}^{р}$, но с утилизацией теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного;

$\boldsymbol{\eta_{ут}}$ — коэффициент эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха; назначает разработчик или принимают по таблице Е.1;

остальные обозначения – то же, что в формуле (Е.3).

Таблица Е.1 – **Эффективность системы утилизации теплоты у даляемого воздуха для нагрева приточного**

Тип утилизатора	Коэффициент $\eta_{ут}$
Роторный с аккумулирующей насадкой	0,80
Пластинчатый противоточный	0,80
Пластинчатый перекрестноточный	0,60
С промежуточным теплоносителем	0,45

Е.3. Годовой расход тепловой энергии на тепловые завесы $Q_{т.з.пр.}^{год.расч}$ (кВт·ч) определяют по формуле (Е.5), предполагая снижение температуры притока с повышением температуры наружного воздуха при постоянстве расхода теплоносителя:

$$Q_{т.з.пр.}^{год.расч.} = Q_{т.з.пр.}^{р} \cdot (n_{вент.} / 7) \cdot ГСОП / (t_в - t_н^{р}), \qquad (Е.5)$$

где $\boldsymbol{Q_{т.з.пр.}^{р}}$ — то же, что в формуле (26);

$\boldsymbol{n_{вент.}}$ — среднее число часов работы тепловой завесы в неделю;

остальные обозначения – то же, что в формуле (Е.3).

При применении электрических тепловых завес годовой расход электрической энергии $E_{т.з.}^{год}$ (кВт·ч) определяют по формуле (Е.6) и при оценке энергетической эффективности относят к расходу первичной энергии:

$$E_{т.з.}^{год} = N_{т.з} \cdot (n_{вент.} / 7) \cdot z_{от.п}, \qquad (Е.6)$$

где $\boldsymbol{N_{т.з}}$ — электрическая мощность тепловой завесы, кВт; принимают из проекта;

$\boldsymbol{n_{вент.}}$ — то же, что в формуле (Е.5);

$\boldsymbol{z_{от.п}}$ — то же, что в формуле (18).

Е.4. Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы общественного здания $q_{от+вент.пр.}^{год.расч}$ (кВт·ч/м^2) определяют по формуле

$$q_{от+вент.пр.}^{год.расч} = (Q_{от+вент.пр.}^{год.расч.} + Q_{т.з.пр.}^{год.расч.}) / A_{пол}, \qquad (Е.7)$$

где $\boldsymbol{Q_{от+вент.пр.}^{год.расч.}}$ — то же, что в формуле (Е.1);

$\boldsymbol{Q_{т.з.пр.}^{год.расч.}}$ – то же, что в формуле (Е.5);

$\boldsymbol{A_{пол}}$ — то же, что в формуле (26).

Если полученная величина удельного годового расхода тепловой энер-

гии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы здания превышает указанные в таблице А.3 для $q_{от+вент.}^{год.норм}$ соответствующего года строительства более чем на 10%, то система вентиляции здания имеет недостаточную энергетическую эффективность. В этом случае следует либо предусмотреть дополнительные энергосберегающие мероприятия в системе вентиляции и повторить расчет с учетом этих мероприятий либо выбрать систему отопления с более высоким коэффициентом эффективности авторегулирования ζ, либо применить другие энергосберегающие решения.

Е.5. В общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации для повышения энергоэффективности следует использовать режим периодического отопления (охлаждения) и вентиляции с выключением отопления после окончания рабочего дня, «натопом» перед началом работы, чтобы восстановить температуру воздуха в помещениях до нормируемых показателей, и умеренное отопление в течение рабочего дня с использованием естественного охлаждения (охлаждение без затрат энергии на производство холода, например, охлаждение наружным воздухом с температурой ниже температуры воздуха охлаждаемого помещения). При этом следует осуществлять контроль температуры воздуха в помещениях, чтобы при ее падении ниже допустимой нормы за длительный период отключения, происходило автоматическое включение отопления до достижения заданных значений температуры внутреннего воздуха.

Приложение Ж
(справочное)

Пример составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного дома
(выполнен по МГСН 2.01-99 [7] с учетом СНиП 23-02-2003)

Пояснительная записка

Ж.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Ж.1.1. Проектируемое здание представляет собой 20-этажный односекционный жилой дом с техническим подпольем для размещения инженерных коммуникаций, подземной автостоянкой и отапливаемым чердаком.

На первом этаже располагаются нежилые помещения свободного назначения. Все остальные этажи здания жилые. В проекте предусмотрены одно-, двух- и трехкомнатные квартиры — всего 82. Высота каждого этажа — 3,3 м. Общая высота здания от пола первого этажа до верха вытяжной шахты $H = 76$ м, геометрическая высота до верхнего санитарно-технического прибора $H_{геом.} = 73$ м.

Ж.1.2. Конструктивная схема секции — несущие поперечные и продольные стены, выполненные из монолитного железобетона с минераловатным утеплителем и наружной облицовкой из керамогранита, установленного на подконструкции с воздушным вентилируемым зазором.

Кровля — утепленная, неэксплуатируемая, с внутренним водостоком.

Ж.1.3. Объемно-планировочные показатели:

— строительный объем здания — 75 000 м^3,

в том числе отапливаемая часть — 53 837 м^3;

— общая площадь квартир — 10 330 м^2,

из них площадь жилых помещений — 5252 м^2;

— полезная площадь нежилых помещений — 445 м^2;

— расчетная площадь нежилых помещений —378 м^2;

— расчетное количество жителей — 413.

Ж.2. Теплозащита здания

Техническое подполье не отапливается, в связи с этим отапливаемый объем здания ограничивается цокольным перекрытием первого этажа. Для автостоянки, имеющей расчетную температуру воздуха ниже 12 °С, согласно Г.1 СНиП 23-02-2003 энергетический паспорт проекта здания не составляют.

Климатические параметры приведены в разделе 2 энергетического паспорта.

Ж.2.1. Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

Ж.2.1.1. Несущие наружные стены здания — монолитный железобетон с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С) толщиной δ = 220 мм, плиты минераловатного утеплителя типа Rockwool с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С) толщиной δ = 170 мм; наружная облицовка — керамогранит с воздушным вентилируемым зазором.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких стен с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,8 согласно формуле (2) составит

$$R_{ст}^{пр} = 0{,}8\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}22}{2{,}04}+\frac{0{,}17}{0{,}045}+\frac{1}{10{,}8}\right) = 3{,}27\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 для стен жилых помещений: не менее 3,13 м^2·°С/Вт.

Ж.2.1.2. Кровельное покрытие — монолитная железобетонная плита перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С) толщиной δ = 200 мм; через пароизоляцию в один слой рубероида кладут утеплитель из пенополистирольных плит с плотностью $\rho_о$ = 40 кг/м^3, эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,05 Вт/(м·°С), толщиной δ = 200 мм, закрывают рубероидом и заливают по уклону керамзитобетоном с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,52 Вт/(м·°С), средней толщиной слоя δ = 75 мм, покрывают

цементно-песчаной стяжкой с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной δ = 40 мм, сверху кладут кровельное покрытие из двух слоев филизола типа Н и В с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,17 Вт/(м·°С) и толщиной δ = 10 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит

$$R_{покр}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}20}{0{,}05}+\frac{0{,}075}{0{,}52}+\frac{0{,}04}{0{,}93}+\frac{0{,}01}{0{,}17}+\frac{1}{23}\right) = 4{,}08\ \text{м}^2 \bullet {}^\circ\text{С/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 для покрытия помещений нежилого назначения при $t_{черд}$ = 16 °С: 3,23 м^2·°С/Вт.

Ж.2.1.3. Пол первого этажа здания над техническим подпольем (расчетная температура воздуха $t_с$ = 10 °С) имеет следующую конструкцию: по железобетонной плите перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С) толщиной δ = 200 мм через пароизоляцию в один слой рубероида толщиной δ = 50 мм насыпают керамзитовый гравий с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,19 Вт/(м·°С) и покрывают цементно-песчаной стяжкой (толщина слоя δ = 30 мм) с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), далее монтируют конструкцию чистого пола помещений первого этажа.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого перекрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит

$$R_{цок}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}03}{0{,}93}+\frac{0{,}05}{0{,}19}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{1}{6}\right) = 0{,}64\ \text{м}^2 \bullet {}^\circ\text{С/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом температурного коэффициента из формулы (3) составит

$$R_{цок}^{экв} = 0{,}64\frac{20+28}{20-10} = 3{,}07\ \text{м}^2 \bullet {}^\circ\text{С/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 для помещений общественного назначения с $t_в$ = 20 °С: не менее 3,03 м^2·°С/Вт.

Ж.2.1.4. Перекрытие под эркерами состоит из монолитной железобетонной плиты перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С) толщиной δ = 200 мм, под которую подшивают слой минераловатного утеплителя с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С) толщиной δ = 150 мм, закрывают подшивным потолком, со стороны помещения на плиту перекрытия кладут цементно-песчаную стяжку (толщина слоя δ = 20 мм) с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С) и конструкцию чистого пола.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого перекрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит

$$R_{эрк}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}02}{0{,}93}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}15}{0{,}045}+\frac{1}{23}\right) = 3{,}43\ м^2 \bullet °С/Вт.$$

Ж.2.1.5. Оконные блоки и балконные двери — двухкамерный стеклопакет в ПВХ-переплетах. Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей $R_{ок.1}^{пр}$ = 0,54 м²·°С/Вт, глухой части балконных дверей $R_{б.дв.гл.}^{пр}$ = 0,74 м²·°С/Вт. Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{вх.дв.1}^{пр}$ = 0,79 м²·°С/Вт, витражных дверей $R_{вх.дв.2}^{пр}$ = 0,45 м²·°С/Вт. Указанные величины отвечают требованиям СНиП 23-02-2003.

Ж.2.2. Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений определяют по формуле (4) основного текста Стандарта:

$$K_{тр}^{пр} = \frac{\frac{7\,674}{3{,}27}+\frac{1\,480+63}{0{,}54}+\frac{59}{0{,}74}+\frac{32}{0{,}54}+\frac{92}{0{,}54}+\frac{6}{0{,}45}+\frac{12}{0{,}79}+\frac{699}{3{,}07}+\frac{20}{3{,}43}+\frac{719}{4{,}08}}{10\,856} = 0{,}548\ Вт/(м^2 \bullet °С).$$

Ж.2.3. Расчет воздухообмена в здании

Ж.2.3.1. В жилой части здания воздухообмен определяют согласно 7.15 из нормы притока наружного воздуха (при заселенности 10 330/413 = 25 м²/чел.): 30 м³/ч на человека, но не менее 0,35 обмена в час объема квартиры.

$$L_{вент.1} = 0{,}35 \cdot 10330 \cdot 3{,}0 = 10\,847 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{вент.2} = 30 \cdot 413 = 12\,390 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Из найденных в расчет идет большее значение — $L_{вент} = 12\,390$ м^3/ч.

Ж.2.3.2. Для нежилых помещений общественного назначения первого этажа принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, в объеме 4 м^3/ч на расчетной площади только в рабочее время; в нерабочее время для этих помещений и для помещений вестибюлей входов и ЛЛУ — исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегаем ввиду их несравнимой малости) под действием разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров.

Ж.2.3.3. Разность давлений воздуха (Па) находят по формулам (10 и 13) в зависимости от теплового и ветрового напоров, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

— для окон и балконных дверей наружных переходов ЛЛУ

$$\Delta p = 0{,}28\, H(\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03\gamma_н\, v^2;$$

— для входных дверей в здание и окон первого нежилого этажа

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

где $\boldsymbol{H}$ — высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты, м;

$\boldsymbol{\gamma_н}$ — удельный вес наружного воздуха, Н/м^3 (формула 11); в расчетных условиях при $t_н^р = -28$ °С $\gamma_н = 3463/(273 - 28) = 14{,}13$ Н/м^3; при средней температуре отопительного периода $t_{н.ср.от.п} = -3{,}1$°С $\gamma_н = 3463/(273 - 3{,}1) = 12{,}83$ Н/м^3;

$\boldsymbol{\gamma_в}$ — удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3 (формула 12); при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры 18 °С $\gamma_в = 3463/(273 + 18) = 11{,}9$ Н/м^3; для средней температуры воздуха за отопительный период 20 °С $\gamma_в = 3463/(273 + 20) = 11{,}82$ Н/м^3; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛУ при 16 °С $\gamma_в = 3463/(273 + 16) = 11{,}98$ Н/м^3;

$\boldsymbol{v}$ — расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы $v = 4{,}9$ м/с; средняя за отопительный период $v = 3{,}8$ м/с (СНиП 23-01-99*).

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и балконных дверей ЛЛУ, входных наружных дверей и окон нежилого этажа при высоте здания H = 76 м в расчетных условиях составит:

$\Delta p_{ЛЛУ}^{р} = 0{,}28 \cdot 76(14{,}13 - 11{,}98) + 0{,}03 \cdot 14{,}13 \cdot 4{,}9^2 = 55{,}9$ Па;

$\Delta p_{дв}^{р} = 0{,}55 \cdot 76(14{,}13 - 11{,}98) + 0{,}03 \cdot 14{,}13 \cdot 4{,}9^2 = 100{,}0$ Па;

$\Delta p_{1н/ж}^{р} = 0{,}55 \cdot 76(14{,}13 - 11{,}90) + 0{,}03 \cdot 14{,}13 \cdot 4{,}9^2 = 103{,}4$ Па.

То же при средней температуре отопительного периода:

$\Delta p_{ЛЛУ}^{ср} = 0{,}28 \cdot 76(12{,}83 - 11{,}98) + 0{,}03 \cdot 12{,}83 \cdot 3{,}8^2 = 23{,}6$ Па;

$\Delta p_{дв}^{ср} = 0{,}55 \cdot 76(12{,}83 - 11{,}98) + 0{,}03 \cdot 12{,}83 \cdot 3{,}8^2 = 41{,}1$ Па;

$\Delta p_{1н/ж}^{ср} = 0{,}55 \cdot 76(12{,}83 - 11{,}82) + 0{,}03 \cdot 12{,}83 \cdot 3{,}8^2 = 47{,}8$ Па.

Ж.2.3.4. Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний или согласно 7.16 (окон нежилых помещений — 0,9 м²·ч/кг; окон ЛЛУ — 0,6 м²·ч/кг; балконных дверей ЛЛУ — 0,47 м²·ч/кг; входных наружных дверей — 0,14 м²·ч/кг при расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения в 10 Па), находим количество воздуха $G_{инф}$ (кг/ч), прошедшее через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений (кг/ч), по формулам (8 и 9)

$$G_{инф} = \frac{A_{ок.1.нн/}\left(\frac{\Delta p_{1н/ж}}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}9} + \frac{A_{ок.ЛЛУ}\left(\frac{\Delta p_{ЛЛУ}}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}6} + \frac{A_{дв.ЛЛУ}\left(\frac{\Delta p_{ЛЛУ}}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}47} + \frac{A_{дв}\left(\frac{\Delta p_{дв}}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0{,}14},$$

где $A_{ок.1н/ж}$, $A_{ок.ЛЛУ}$, $A_{дв.ЛЛУ}$, $A_{дв}$ — площади соответственно окон первого нежилого этажа, окон и балконных дверей ЛЛУ, входных наружных дверей; принимают по энергетическому паспорту проекту здания.

Для нежилых помещений первого этажа и ЛЛУ в расчетных условиях:

$$G^{р}_{инф.1н/ж+ЛЛУ} = \frac{63\left(\frac{103{,}4}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}9} + \frac{32\left(\frac{55{,}9}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}6} + \frac{92\left(\frac{55{,}9}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0{,}47} + \frac{18\left(\frac{100{,}0}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0{,}14} = 1\,431 \text{ кг/ч.}$$

Для вестибюлей ЛЛУ при средней температуре отопительного периода:

$$G^{ср}_{инф.ЛЛУ} = \frac{32\left(\frac{23,6}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{92\left(\frac{23,6}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{6\left(\frac{41,1}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 530 \text{ кг/ч.}$$

Для нежилых помещений первого этажа в нерабочее время при средней температуре отопительного периода:

$$G^{ср}_{инф.1н/ж.н/р} = \frac{63\left(\frac{47,8}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{12\left(\frac{41,1}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 374 \text{ кг/ч.}$$

Ж.2.3.5. Условный воздухообмен в помещениях нежилого этажа в рабочее время при норме 4 м^3/ч на квадратный метр расчетной площади и с учетом плотности внутреннего воздуха (формула 7) $\rho_в$ = 353/(273 + 20) = =1,2 кг/м^3) составит согласно 7.18:

$$G_{инф.1н/ж.раб.}{}^{ср} = 4 \cdot 378 \cdot 1,2 = 1890 \text{ кг/ч.}$$

Тогда интегральный воздухообмен за рабочее и нерабочее время в нежилых помещениях для определения теплопотребления за отопительный период (при восьмичасовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе) с учетом формулы (17) составит:

$$G^{ср}_{инф.1н/ж.инт} = \frac{1\,890 \bullet 8 \bullet \frac{5}{7} + 374 \bullet 16 \bullet \frac{8}{7}}{24} = 735 \text{ кг/ч.}$$

Ж.2.3.6. Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери из-за нагрева инфильтрующегося наружного воздуха и вентиляции соответственно в расчетных и среднезимних условиях определяем по формуле (6):

$K_{инф.}{}^{усл.р} = 0,28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_в + G_{инф} \cdot k_{ок}) \cdot c_а / A_{огр.сум} = 0,28 \cdot$
$\cdot (12\,390 \cdot 1,2 + 1431 \cdot 1) \cdot 1,006 / 10\,856 = 0,423$ Вт/(м^2·°С);

$K_{инф.}{}^{усл.ср} = 0,28 \cdot (12\,390 \cdot 1,2 + (530 + 735) \cdot 1) \cdot$
$\cdot 1,006 / 10\,856 = 0,419$ Вт/(м^2·°С).

Ж.3. Расчет энергетической эффективности проекта здания

Ж.3.1. Расчет годового потребления теплоты на отопление и вентиляцию

Ж.3.1.1. Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (15):

$$Q_{огр.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.}^{пр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0{,}024 \cdot 0{,}548 \cdot 4943 \cdot 10\,856 =$$
$$= 705\,750 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.3.1.2. Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при $k_{ок} = 1{,}0$ (окна с одинарным переплетом) определяют по формуле (16):

$$Q_{инф/вент.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{инф.}^{усл} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0{,}024 \cdot 0{,}419 \cdot 4943 \cdot$$
$$\cdot\ 10\,856 = 539\,620 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.3.1.3. Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют по формуле:

$$Q_{тп.}^{год} = Q_{огр.}^{год} + Q_{инф/вент.}^{год} = 705\,750 + 539\,620 = 1\,245\,370 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.3.1.4. Расчет бытовых (внутренних) тепловыделений ведут с учетом величины удельных бытовых тепловыделений в квартирах, равных $q_{быт.ж}$ = 15,6 Вт/м^2, при заселенности 25 м^2/чел., и в нежилых помещениях первого этажа. Для нежилых помещений принимают тепловыделения в размере 90 Вт/чел. (с учетом 10 м^2 расчетной площади помещений на одного человека с восьмичасовым пребыванием в день при пятидневной рабочей неделе); тепловыделений от освещения — при удельной мощности освещения в размере 25 Вт на квадратный метр расчетной площади (в соответствии с табл. В.9) и длительности 50% рабочего времени и теплопоступлений от технологического оборудования, оргтехники и компьютеров — по 10 Вт на квадратный метр расчетной площади при коэффициенте использования 0,4.

Ж.3.1.5. Удельные бытовые (технологические) тепловыделения в помещениях общественного назначения составят:

$$q_{быт.общ} = \frac{\left(\frac{90}{10} + 25 \bullet 0{,}5 + 10 \bullet 0{,}4\right) \bullet 8 \bullet \frac{5}{7}}{24} = 6{,}07 \text{ Вт/м}^2.$$

Ж.3.1.6. Суммарные теплопоступления с бытовыми (технологическими) тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (18):

$Q_{быт}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot z_{от.п} \cdot (q_{быт.ж} \cdot A_{ж} + q_{быт.общ} \cdot A_{р}) =$

$= 0{,}024 \cdot 214 \cdot (15{,}6 \cdot 5252 + 6{,}07 \cdot 378) = 432\ 583$ кВт·ч.

Ж.3.1.8. Теплопоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения за отопительный период определяют по формуле (19) с учетом $\tau_1 = 0{,}8$; $\tau_2 = 0{,}74$ и интенсивности солнечной радиации, определенной по МГСН 4.19-2005 [8]:

$Q_{инс}^{год} = 0{,}8 \cdot 0{,}74 \cdot (180 \cdot 121 + 447 \cdot 121 + 246 \cdot 262 + 670 \cdot 262) =$

$= 186\ 989$ кВт·ч.

Ж.3.1.9. Потребность теплоты для отопления с учетом коэффициента дополнительных теплопотерь $\beta_{тп} = 1{,}11$ и КПД автоматизации отопления $\zeta = 0{,}9$ (АУУ на вводе и однотрубная система отопления с термостатами) определяют по формуле (14):

$Q_{от+вент.}^{год.расч} = (1\ 245\ 370 - (432\ 583 + 186\ 989) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9) \cdot 1{,}11 =$

$= 884\ 580$ кВт·ч/год.

Ж.3.2. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период (МГСН 2.01-99, п. 3.5.7)

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период (формула 69):

$$q_{от+вент}^{год.расч} = \frac{884\ 580}{10\ 775} = 82{,}1\ \text{кВт} \bullet \text{ч/м}^2,$$

что удовлетворяет требованиям МГСН 2.01-99, табл. 3.3: $q_{от+вент}^{год.расч} \leq 95$ кВт·ч/м^2 для жилых зданий высотой 12 этажей и выше.

Следовательно, в соответствии с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011 г. № 161 запроектированное здание отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности **В** (высокий):

$(82{,}1 - 95) \cdot 100 / 95 = -13{,}6\%$ — находится в диапазоне от −11 до −25%. .

Ж.4. Энергетические нагрузки здания

Ж.4.1. Расчет требуемой мощности системы отопления

В соответствии с п. 5.1.3 МГСН 2.01-99 и с учетом рекомендованной в

СНиП 23-02-2003 при заселенности 25 м^2/чел. площади жилых помещений величины удельных тепловыделений в квартирах, равной 15,6 Вт/м^2, а для помещений с непостоянным пребыванием людей — без учета бытовых (технологических) тепловыделений, и из расчета нагрева наружного воздуха в размере 30 м^3/ч на человека и в объеме инфильтрации его под действием разности давлений воздуха через закрытые окна в помещениях ЛЛУ и общественного назначения, требуемую мощность системы отопления определяют как расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания по формуле (20):

$$Q_{от.}^{р.тр} = (Q_{огр.}^{р} + Q_{инф/вент.}^{р} - Q_{быт.}^{р})\cdot\beta_{тп} = (295{,}8 + 217{,}9 - 81{,}9) \cdot 1{,}11 = 479 \text{ кВт},$$

где $\boldsymbol{Q_{огр.}^{р}}$ определяют по формуле (21):

$$Q_{огр.}^{р} = K_{тр.}^{пр} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_в - t_н^{р}) \cdot \beta_{доп} = 0{,}548 \cdot 10\,856 \cdot (18 + 26) \cdot 1{,}13 \cdot 10^{-3} = 295{,}8 \text{ кВт};$$

$Q_{инф/вент.}^{р}$ определяют по формуле (22):

$$Q_{инф/вент.ж.}^{р} = K_{инф.ж.}^{усл.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_в - t_н^{р}) = 0{,}429 \cdot 10\,856 \cdot (18 + 26) \cdot 10^{-3} = 217{,}9 \text{ кВт};$$

$Q_{быт.}^{р}$ – определяют по формуле (23):

$$Q_{быт.}^{р} = q_{быт} \cdot A_{ж} = 15{,}6 \cdot 5252 \cdot 10^{-3} = 81{,}9 \text{ кВт}.$$

Ж.4.2. Пересчет расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, с учетом завышения проектной нагрузки

Ж.4.2.1. В разделе «Отопление и вентиляция» проекта здания установленную мощность отопления определяют, исходя из показателей воздухообмена (3 м^3/ч на квадратный метр жилой площади), бытовых (технологических) тепловыделений (10 Вт/м^2) и 15-процентного запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, но без учета потерь теплоты трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях. Итоговая величина составит 575 кВт или с запасом по сравнению с вышеприведенным расчетом в 575 / 479 = 1,2 раза.

Для устранения этого запаса по формулам (Г.1) и (Г.2) следует пересчитать требуемые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления вместо проектных 95–70 °С:

$$\tau_{o1тр} = 18 + 0{,}5(95 - 70) \bullet \frac{1}{1{,}2} + \left(\frac{95+70}{2} - 18\right)\left(\frac{1}{1{,}2}\right)^{0{,}8} = 84\ °C;$$

$$\tau_{2тр} = 84 - (95 - 70) \bullet \frac{1}{1{,}2} = 63\ °C.$$

Ж.4.2.2. Температурные графики подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха должны быть построены, исходя из того, что нулевой расход теплоты на отопление будет при температуре наружного воздуха 14,5 °С. Эти данные получены с помощью преобразования формулы Д.2 (приложение Д) и расчета фактического отношения бытовых (технологических) тепловыделений к расчетному расходу теплоты на отопление, которое будет равно

$$Q_{быт.}^{р} / Q_{от.}^{р.тр} = \frac{15{,}6 \bullet 5\ 252 \bullet 10^{-3}}{479} = 0{,}17.$$

Тогда $\overline{Q}_{от.ж} = 0 = \frac{(1+0{,}17)(20 - t_н)}{18+26} - 0{,}85 \bullet 0{,}17 = 0{,}532 - 0{,}0266 t_н - 0{,}145,$

откуда при $\overline{Q}_{от} = 0$ $t_{н\ при} = 0{,}387 / 0{,}0266 = 14{,}5$ °С.

Ж.4.2.3 Расчетный расход теплоносителя (м^3/ч), циркулирующего в системе отопления, следует определять из уравнения (Г.3):

$G_{от.}^{р.} = 3600 \cdot Q_{от.}^{р.тр} \cdot 10^{-3} / (t_{o1тр.}^{р} - t_{2тр}^{.р}) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) =$
$= 3600 \cdot 479 \cdot 10^{-3} / (84 - 63) / (1 \cdot 4{,}2) = 19{,}6$ м^3/ч.

Ж.4.3. Расчетные расходы холодной и горячей воды и тепловой энергии на горячее водоснабжение жилой части здания

Ж.4.3.1. Расчет выполняют с учетом применения ресурсосберегающих мероприятий на расчетное количество жителей в здании, составляющее $n = 413$ чел.

Ж.4.3.2. Среднечасовой суточный расход горячей воды в отопительный период определяют с учетом формулы (27) и $a_{гв.табл.А.2} = 100$ л/(чел.·сут) из табл. В.6:

$G_{гв}^{ср.от.п} = g_{гв.ср.сут.от.п.ж} + A_{кв} + 10^{-3} / 24 = a_{гв.табл.А.2} \cdot n \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [z_{от.п} +$
$+ \acute{a} \cdot (351 - z_{от.п})] / 24 = 100 \cdot 413 \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [214 + 0{,}9 \cdot (351 - 214)] /$
$/\ 24 = 1{,}86$ м^3/ч.

Ж.4.3.3. Среднечасовой суточный расход холодной воды в отопительный период определяют с учетом формул (41) и (43):

$G_{хв}^{ср.от.п} = g_{хв.ср.сут.от.п.ж} + A_{кв} + 10^{-3} / 24 = (a_{об.табл.А.2} - a_{гв.табл.А.2}) \cdot n \cdot 365 \cdot$
$\cdot 10^{-3} / [z_{от.п} + á \cdot (351 - z_{от.п})] / 24 = (250 - 100) \cdot 413 \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [214 +$
$+ 0{,}9 \cdot (365 - 214)] / 24 = 2{,}69$ м³/ч.

Ж.4.3.4. Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период определяют по формуле (39) с учетом данных таблицы В.6:

$Q_{гв}^{ср.от.п} = q_{гв} + A_{кв} + 10^{-3} + A_{чел} / A_{чел.i} = 13{,}7 + 10\,330 + 10^{-3} + 20 / 25 =$
$= 113{,}3$ кВт.

Ж.4.3.5. Максимальный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение при коэффициенте теплопотерь трубопроводами $k_{тр} = 0{,}2$ (табл. 2) и коэффициенте часовой неравномерности водопотребления $K_{час} = 3{,}95$ (табл. 3) определяют по формуле (40):

$Q_{гв}^{макс} = Q_{гв}^{ср.от.п} + (k_{тр} + k_{час}) / (1 + k_{тр}) = 113{,}3 + (0{,}2 + 3{,}95) / (1 + 0{,}2) =$
$= 392$ кВт.

Ж.4.3.6. Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение с учетом выключения системы на ремонт и при отсутствии квартирных водосчетчиков в доме определяют по формуле (36) с учетом формул (31), (35) (81) и табл. В.6 и формулы:

$Q_{гв.}^{год} = q_{гв}^{год} + A_{кв} + A_{чел} / A_{чел.i} + (1 - 0{,}4 + m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}) = 133 +$
$+ 10\,330 + 20 / 25 + (1 - 0{,}4 + 0) = 1\,099\,100$ кВт·ч.

Ж.4.3.7. Удельное теплопотребление определяют в соответствии с формулой (73):

$q_{гв.}^{год.расч.} = Q_{гв.}^{год} / (A_{кв} + A_{пол}) = 1\,099\,100 / 10\,775 = 102$ кВт·ч/м².

Ж.4.3.8. Удельное теплопотребление для горячего водоснабжения с учетом наличия во всех квартирах водосчетчиков и оплаты счетов по их показаниям:

$q_{гв.уст.в.сч.}^{год.расч.} = Q_{гв.}^{год} + (1 - 0{,}4 + m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}) / (A_{кв} + A_{пол}) =$
$= 1\,099\,100 + (1 - 0{,}4 + 1) / 10\,775 = 61{,}2$ кВт·ч/м².

Ж.4.4. Расчетная электрическая нагрузка жилой части дома

Расход электроэнергии складывается из ее потребления на нужды каждой квартиры в отдельности и общедомовые нужды, которые включают ис-

кусственное освещение помещений входного блока, лестнично-лифтового узла (ЛЛУ), техподполья, чердака и привод электродвигателей силового оборудования: циркуляционных насосов систем отопления и горячего водоснабжения, подкачивающего водопроводного насоса и лифтов.

Ж.4.4.1. Расчетную мощность установленных электроприемников, включающих, кроме 82 квартир, 3 лифта, определяют по формулам (46) и (48):

$N_р = 1,59 \cdot 82 + 0,9 \cdot (7 + 7 + 4,5) = 147$ кВт;

Ж.4.4.2. Расчетную мощность циркуляционного насоса отопления определяют по формуле (49):

$N_{от.}^{р} = K_з \cdot G_{от.}^{р} \cdot H \cdot \rho_{ж.} / (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{пер}) =$

$1 \cdot 19,6 \cdot 8 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,61$ кВт,

где $G_{нас.от.}^{р} = 19,6$ м^3/ч, (см. Ж.4.2.3);

$H = 8$ м вод. ст., принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{ж}$ — плотность воды, $\rho_{ж} = 1000$ кг/м^3;

$\eta_{нас.} = 0,7$ (из номограммы); $\eta_{пер} = 1$(насос на одном валу с электродвигателем).

Ж.4.4.3. Расчетную мощность циркуляционно-повысительного насоса горячего водоснабжения, определяют также по формуле (49):

$N_{гвс.}^{р} = 1 \cdot 9,68 \cdot 10 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,38$ кВт,

где при совместном решении формул (44б) и (44в) получают:

$G_{нас.гв.}^{р} = G_{гв}^{макс} + 0,4 + 3600 + \beta_{ц} + Q_{гв}^{ср.от.п} + k_{тр} / (1 + k_{тр}) / \Delta t / (\tilde{n}_{вод} \cdot c_{вод})$
$= 7,34 + 0,4 + 3600 + 1,3 + 113,3 + 0,2 / (1 + 0,2) / 10 / (1000 \cdot 4,2) = 7,34 + 2,34$
$= 9,68$ м^3/ч;

здесь из формулы (38) и Ж.4.4.2: $G_{гв}^{макс} = k_{час.} + G_{гв}^{ср.сут} / 24 = 3,95 + 44,6 / 24 = 7,34$ м^3/ч;

$H = 10$ м вод. ст., принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{ж}$; $\eta_{нас}$ и $\eta_{пер}$ — то же, что при определении $N_{от.}^{р}$.

Ж.4.4.4. Средняя потребляемая за сутки мощность водопроводного подкачивающего насоса, оборудованного частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП), определяется по той же формуле (49) с учётом гарантированного давления в наружной водопроводной сети, равного $H_{гар} = 15$ м вод. ст., и свободного напора у санитарно-технического прибора $H_{св} = 2$ м вод. ст.:

$N_{хвс.}^{ср} = 1 \cdot 4{,}55 \cdot 67 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0{,}7 \cdot 1) = 1{,}2$ кВт,

где $G_{нас.хв.}^{р} = G_{хв}^{ср} + G_{гв}^{ср} = 1{,}86 + 2{,}69 = 4{,}55$ м^3/ч (из Ж.4.3.2 и 3);

$H_{нас.хв.} = H_{геом} + H_{тр} + H_{св} - H_{гар} = 73 + 7 + 2 - 15 = 67$ м вод. ст.,

здесь $H_{тр}$ — сумма потерь напора в трубопроводах местной системы холодного водоснабжения, м вод. ст., определяется расчетом, допускаемые значения — 6–8 м вод. ст.;

$\rho_{ж}$, $\eta_{нас}$ и $\eta_{пер}$ — то же, что при определении $N_{от.}^{р}$.

Ж.4.4.5. Расчетная мощность искусственного освещения общедомовых помещений многоквартирного дома $N_{t.ж}$ (кВт, из проекта):

$N_{t.ж} = N_{тех.подп.} + N_{1эт,\ вестибюль} + N_{лестн.клетк} + N_{лифт\ холл} + N_{межкварт.\ кор} + N_{чердак} + N_{маш.\ пом} = 0{,}4 + 1 + 1{,}3 + 1{,}2 + 0{,}6 + 0{,}5 + 0{,}5 = 5{,}5$ кВт.

Ж.4.5. Расчетное годовое потребление электрической энергии

Ж.4.5.1. Годовое электропотребление квартир в многоквартирных домах $E_{кв.}^{год}$ (кВт·ч), или средний уровень электропотребления, направленного на освещение, пользование электробытовыми приборами и кухонным оборудованием, принимают по табл. В.4 в взависимости от заселенности дома и в соответствии с наличием газовых или электрических плит для приготовления пищи по п. 12.1 и с учетом табл. В.10. Для дома с электрическими плитами и заселенностью 25 м^2 общей площади квартир на человека удельный годовой расход электрической энергии квартирами дома составляет $q_{эл..}^{год} =$ 36,4 кВт·ч/м^2, а

$E_{кв}^{год} = q_{эл.кв.}^{год} + A_{кв} = 36{,}4 + 10\,330 = 376\,010$ кВт·ч.

Ж.4.5.2. Годовое электропотребление, направленное на искусственное освещение мест общего пользования (лестничной клетки, входных и лифтовых вестибюлей, межквартирных коридоров, чердака, техподполья), перемещение лифтов и работу насосов, установленных в ИТП, рассчитывается следующим образом:

а) для искусственного освещения мест общего пользования оно вычисляется по формуле (52) с учетом данных таблицы В.11:

— с использованием датчиков движения или автоматического отключения через заданный период с целью энергосбережения:

$E_{t'\,ж.эн.сб.}^{год} = \Sigma N_{t.ж} \cdot Z_{чч} \cdot K_t = N_{тех.подп.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{1эт,вест.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t +$
$+ N_{лестн.клетк.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{лифт.холл} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{межкв.кор.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{чердак.} \cdot Z_{чч} \cdot$
$\cdot K_t + N_{маш.пом.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t = 0{,}4 \cdot 300 \cdot 1 + 1 \cdot 360 \cdot 1 + 1{,}3 \cdot 120 \cdot 1{,}05 +$
$+ 1{,}2 \cdot 120 \cdot 1 + 0{,}6 \cdot 240 \cdot 1{,}05 + 0{,}5 \cdot 100 \cdot 1 + 0{,}5 \cdot 40 \cdot 1 = 1010$ кВт·ч;

— без энергосбережения, при постоянной работе освещения в периоды недостаточности естественного освещения:

$E_{t'\,ж}^{год} = 0{,}4 \cdot 300 \cdot 1 + 1 \cdot 4380 \cdot 1 + 1{,}3 \cdot 2920 \cdot 1{,}0 + 1{,}2 \cdot 2920 \cdot 1 +$
$+ 0{,}6 \cdot 8760 \cdot 1{,}0 + 0{,}5 \cdot 100 \cdot 1 + 0{,}5 \cdot 40 \cdot 1 = 17\,120$ кВт·ч**;**

б) для лифтов: $E_{лифт}^{год} = N_{р.л.} \cdot Z_{чч}$ (53)

— с использованием более совершенной программы управления**:**

$E_{лифт.}^{год} = (7{,}5 + 7{,}5 + 4) \cdot 1460 = 27\,740$ кВт·ч;

— без энергосбережения:

$E_{лифт}^{год} = (7{,}5 + 7{,}5 + 4) \cdot 2200 = 41\,800$ кВт·ч.*;*

в) для циркуляционного насоса — $E_{нас.}^{у}$ (кВт·ч), нужно учитывать формулу (58):

$E_{нас.}^{год} = 0{,}00272 \cdot G_{нас} \cdot t_{нас} \cdot H_{нас.} / \eta_{нас}$,.

Циркуляционный насос отопления развивает производительность $G_{нас.от} = 19{,}6$ м^3/ч при напоре 8 м вод. ст. и $\acute{\eta}_{нас} = 0{,}7$. Тогда его годовое электропотребление при работе $t_{нас} = z_{от.п} = 214$ суток составит:

$E_{нас.от}^{у} = 0{,}00272 \cdot (19{,}6 \cdot 8 / 0{,}7) \cdot 214 \cdot 24 = 3130$ кВт·ч.

Годовое электропотребление циркуляционного насоса горячего водоснабжения, устанавливаемого по циркуляционно-повысительной схеме, при рассчетной производительности $G_{нас.гв.}^{р} = 9{,}68$ м^3/ч, при напоре 10 м вод. ст., $\acute{\eta}_{нас} = 0{,}7$ и работе в течение 351 суток составит:

$E_{нас.гв}^{год} = 0{,}00272 \cdot (9{,}68 \cdot 10 / 0{,}7) \cdot 351 \cdot 24 = 3170$ кВт·ч*;*

г) для подкачивающего насоса на водопроводе, оборудованного частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП), поскольку он работает при переменном режиме работы, который можно разделить на 4 периода водоразбора (ночное время — с 0 до 6 час, $G_{нас}$=0; утренний максимум — 6−10 часов, $G_{нас} = 1{,}5 \cdot G_{ср}$; вечерний максимум — 18−22 часа, $G_{нас} = 2{,}0 \cdot G_{ср}$; дневное время — 10−18 ч и поздний вечер 22−24 ч, $G_{нас} = G_{ср}$), при расчетном напоре $H_{нас}^{р} = 67$ м вод.ст., $G_{ср} = 4{,}55$ м^3/ч и $\acute{\eta}_{нас} = 0{,}7$, годовое электропотребление составит:

$E_{нас.гв}^{год} = 0{,}00272 \cdot 67 \cdot 4{,}55 \cdot (1{,}5 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 10) \cdot 365 / 0{,}7 =$
$= 10\ 380$ кВт·ч.

Итак, годовое электропотребление на общедомовые нужды составит:

— при использовании энергосберегающих осветительных приборов и систем их управления и лифтов с усовершенствованной программой управления:

$E_{об.дом.эн/сб.}^{год} = E_{t^{\cdot}ж.эн/сб.}^{год}\ 1010 + 27\ 740 + (3130 + 3170 + 10\ 380) =$
$= 45\ 430$ кВт·ч;

— при отсутствии энергосберегающих решений:

$E_{об.дом.}^{год} = 17\ 120 + 41\ 800 + 16\ 680 = 75\ 600$ кВт·ч.

Ж.4.5.3. Годовое электропотребление зданием:

$E_{сум.}^{год} = E_{кв}^{год} + E_{об.дом.}^{год} = 376\ 010 + 75\ 600 = 451\ 610$ кВт·ч;

то же при использовании энергосберегающих решений:

$E_{сум.эн/сб.}^{год} = 376\ 010 + 45\ 430 = 421\ 440$ кВт·ч.

Ж.4.5.4. Среднесуточное электропотребление на общедомовые нужды:

$E_{об.дом.}^{сут} = 75\ 600 / 365 = 207$ кВт·ч;

то же при использовании энергосберегающих решений:

$E_{об.дом.эн/сб.}^{сут} = 45\ 430 / 365 = 124$ кВт·ч.

Ж.4.5.5. Удельное годовое электропотребление зданием:

$q_{эл.сум.}^{год} = E_{сум.}^{год} / (A_{кв} + A_{пол}) = 451\ 610 / 10\ 775 = 41{,}9$ кВт·ч;

в том числе на общедомовые нужды:

$q_{эл.об.дом.}^{год} = 75\ 600 / 10\ 775 = 7{,}0$ кВт·ч;

то же при использовании энергосберегающих решений:

$q_{эл.сум.эн/сб.}^{год} = 421\ 440 / 10\ 775 = 39{,}1$ кВт·ч;

в том числе на общедомовые нужды:

$q_{эл.об.дом.эн/сб.}^{год} = 45\ 430 / 10\ 775 = 4{,}2$ кВт·ч.

Ж.5. Общее удельное энергопотребление, направленное на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение

Общее удельное энергопотребление, направленное на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение, определяется с пересчетом электрических кВт·ч по затратам первичной энергии (коэффициент пересчета $\theta = 2{,}5$) и использованием формул (64) и (66):

— без использования энергосберегающих решений при освещении и управлении лифтами, а также при отсутствии в доме квартирных водосчетчиков:

$$q_{т+эл.сум}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год} + \theta \cdot q_{эл.ж}^{год} = 82{,}1 + 102 + 2{,}5 \cdot 41{,}9 =$$

$$= \mathbf{289\ кВт{\cdot}ч/м^2},$$

в том числе без электропотребления квартир и квартирных водосчетчиков:

$$q_{т+эл.об.дом}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год} + \theta \cdot q_{эл.об.дом.}^{год} = 82{,}1 + 102 + 2{,}5 \cdot 7 =$$

$$= \mathbf{202\ кВт{\cdot}ч/м^2};$$

— то же, но при использовании энергосберегающих решений и со 100%-ной оснащенностью дома квартирными водосчетчиками:

$$q_{т+эл.сум.эн/сб}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год} + \theta \cdot q_{эл.эн/сб.}^{год} = 82{,}1 + 61{,}2 + 2{,}5 \cdot 39{,}1 =$$

$$= \mathbf{241\ кВт{\cdot}ч/м^2},$$

в том числе без учёта электропотребления квартир:

$$q_{т+эл.об.дом.эн/сб.}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год} + \theta \cdot q_{эл.об.дом.}^{год} = 82{,}1 + 61{,}2 + 2{,}5 \cdot 4{,}2 =$$

$$= \mathbf{154\ кВт{\cdot}ч/м^2},$$

что соответствует требованиям постановления Правительства Москвы от 03.10.2011 г. № 460-ПП: полученный результат ниже целевого показателя, действующего с 01.01.2012 г., — 160 кВт·ч/м^2.

Ж.6. Решения системам инженерного оборудования, обеспечивающие эффективное использование энергии

Ж.6.1. Теплоснабжение

Теплоснабжение здания осуществляют от встроенного в здание ИТП, который подключен к городским тепловым сетям. Расчетные параметры теплоносителя в городских сетях — 150–70 °С. В ИТП систему отопления подключают по независимой схеме через теплообменник, проектные расчетные параметры теплоносителя — 95–70 °С. Системы вентиляции для встроенных помещений подключены по зависимой схеме. Система горячего водоснабжения подключена к тепловым сетям по двухступенчатой смешанной схеме с использованием теплоты обратной воды для нагрева холодной в первой ступени водонагревателей.

На вводе тепловых сетей в тепловой пункт здания установлен узел уче-

та теплоты. Предусматривается автоматическое регулирование температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и поддержание заданной температуры воды, идущей на горячее водоснабжение.

Ж.6.2. Отопление

В жилых помещениях: вертикальные однотрубные системы отопления с приборами-конвекторами и разводкой магистралей по техническому этажу и обратных магистралей по техническому подполью. В служебных и офисных помещениях: водяная двухтрубная система отопления с приборами-конвекторами и разводкой подающих и обратных магистралей под потолком технического подполья.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляют автоматическими термостатическими клапанами.

Ж.6.3. Вентиляция

Вентиляция в жилой части: вытяжная естественная, под гравитационным давлением разности объемных весов холодного наружного воздуха и теплого внутреннего, организованная вентиляционными каналами из санитарных узлов и кухонь. Удаляемый воздух через жалюзийную решетку поступает в канал-спутник, на следующем этаже — в сборный канал, который выводят на кровлю. Приток неорганизованный, через открывающиеся створки окон.

Ж.6.4. Водоснабжение

В здании предусматривают объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водопроводов и централизованную систему горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией по двухзонной схеме. На вводах в квартиры предусматривают установку квартирных регуляторов давления с шаровым краном, фильтром и водосчетчиками для холодной и горячей воды с датчиками для формирования импульсного выхода.

Энергосберегающие мероприятия заключаются в применении системы автоматического поддержания заданного минимального давления в во-

допроводных сетях, использовании водосберегающей арматуры с плотным прикрытием, изоляции трубопроводов горячего водоснабжения и установке водосчетчиков холодной и горячей воды в каждой квартире.

Ж.6.5. Электроснабжение

Электроснабжение здания в соответствии с техническими условиями выполняют от городской трансформаторной подстанции по двум взаиморезервируемым кабельным линиям через вводно-распределительное устройство, расположенное на первом этаже в электрощитовой.

Электроприемниками являются осветительные установки, квартирная розеточная сеть, противопожарные вентиляционные и сантехнические установки и лифты. По степени надежности электроснабжения токоприемники здания относят ко второй категории в соответствии с ПУЭ, за исключением противопожарных устройств и лифтов, которые относят к потребителям первой категории надежности электроснабжения и подключают к питающей сети 380/220 В от двух вводов через устройство АВР.

Для экономии расхода электроэнергии предполагают использование в основном отечественных люминесцентных светильников с эргономичными лампами, за исключением входов, подвала, чердака, машинных помещений, шахт лифтов, где для освещения запроектированы светильники с лампами накаливания. В сети питания освещения подвала предусмотрено устройство защитного отключения (УЗО). Кроме того, управление освещением лестниц, аварийным освещением коридоров и вестибюлей предполагают выполнить автоматически, с использованием реле времени и фотореле.

Электроснабжение квартир осуществляют от устройства этажного распределительного модульного (УЭРМ), в котором установлены приборы учета электроэнергии, расходуемой каждой квартирой, автоматические выключатели защиты внутриквартирной групповой сети и устройство защитного отключения на вводе в каждую квартиру. Электросчетчики входят в интегральную автоматизированную систему учета электропотребления (ИАСУЭ).

Энергетический паспорт проекта жилого многоквартирного здания

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	Жилое, по индивидуальному проекту, с первым нежилым этажом
Этажность, количество секций	20 этажей, односекционное
Количество квартир	82 квартиры
Расчетное количество жителей (служащих)	413 жителей из расчета 25 м^2 общей площади квартиры на человека
Размещение в застройке	Внутри других зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона с вентилируемым фасадом
Установленная мощность системы отопления из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	575

2. Условия расчетные климатические

№№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	$t_{вн}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.}^{р}$	°С	−26
3	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период	$t_{н.от.п}$	°С	−3,1

№№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
4	Продолжительность отопительного периода	$z_{от.п}$	сут	214
5	Градусо-сутки отопительного периода	*ГСОП*	°С·сут	4·943
6	Наружная температура воздуха начала/ окончания отопительного периода	$t_н^I$	°С	8
7	Расчетная скорость ветра в отопительный период	v	м/сек	3,8
8	Расчетная температура воздуха на чердаке	$t_{черд}$	°С	16
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	10

3. Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
10	Площадь квартиры	$A_{кв}$, м^2	–	10 330	
11	Полезная площадь (общественного здания)	$A_{пол}$, м^2	–	445	
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}$, м^2	–	5252	
13	Расчетная площадь (общественного здания)	$A_р$, м^2	–	378	
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}$, м^3	–	53 837	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}$, м$^{-1}$		0,20	
16	Коэффициент остекленности фасада здания	f	Не более 0,18	0,16	
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{огр.сум}$, м^2	–	10 856	
	— фасадов	$A_{фас}$	–	9418	
	— стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст}$	–	7674	
	— окон и балконных дверей квартир	$A_{ок.1}$	–	1480	
	— глухой части балконных дверей	$A_{ок.2}$	–	59	
	— окон нежилого этажа	$A_{ок.3}$	–	63	
	— окон ЛЛУ	$A_{ок..ЛЛУ}$	–	32	
	— балконных дверей наружных переходов ЛЛУ	$A_{б.дв.ЛЛУ}$	–	92	
	— входных дверей витражных	$A_{вх.дв.1}$	–	6	
	— входных дверей утепленных	$A_{вх.дв.2}$	–	12	
	— покрытий	$A_{покр}$	–	719	
	— чердачных перекрытий	$A_{черд}$	–	–	
	— перекрытий цокольных (над техническими подпольями)	$A_{цок}$	–	699	
	— перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{эрк}$	–	20	
	— стен в земле и пол по грунту (раздельно)	$A_{гр}$	–	–	

4. Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_0^{пр}$, м²·°С/Вт			
	— стен (разд. по типу конструкц.)	$R_{ст}^{пр}$	3,13	3,27	
	— окон и балконных дверей	$R_{ок.1}^{пр}$	0,54	0,54	
	— глухой части балконных дверей	$R_{б.дв.гл}^{пр}$	0,74	0,74	
	— витражей	$R_{ок.2}^{пр}$			
	— окон ЛЛУ	$R_{ок.ЛЛУ}^{пр}$	0,54	0,54	
	— балконных дверей наружных переходов ЛЛУ	$R_{б.дв.ЛЛУ}^{пр}$	0,54	0,54	
	— входных дверей витражных	$R_{вх.дв.1}^{пр}$	0,45	0,45	
	— входных дверей утепленных	$R_{вх.дв.2}^{пр}$	0,80	0,79	
	— покрытий	$R_{покр}^{пр}$	3,23	4,08	
	— чердачных перекрытий (эквив.)	$R_{черд}^{экв}$	–	–	
	— перекрытий цокольных (над техническими подпольями), экв.	$R_{цок}^{экв}$	3,03	3,07	
	— перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{эрк}^{пр}$	4,12	3,43	
	— стен в земле и пол по грунту (раздельно)	$R_{гр}^{пр}$	–	–	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: — окон — витражей — окон ЛЛУ — балконных дверей наружных переходов ЛЛУ — входных наружных дверей	R_a, м²·ч/кг $R_{а.ок.1}$ $R_{а.ок.2}$ $R_{а.ок.ЛЛУ}$ $R_{а.б.дв.ЛЛУ}$ $R_{а.вх.дв}$	0,90 – 0,60 0,47 0,14	0,90 – 0,60 0,47 0,14	
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр.}^{пр}$, Вт/(м²·°С)	–	0,548	
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н.от.п}$ / $t_{н.}^{р}$)	$K_{инф.}^{усл}$, Вт/(м²·°С)		0,419/0,423	
22	Кратность воздухообмена здания при испытании (на Δр = 50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$		–	

5. Теплоэнергетические показатели в отопительный период

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр}^{год}$, кВт·ч		705 750	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент.}^{год}$, кВт·ч		539 620	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{тп}^{год}$, кВт·ч	–	1 245 370	
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании (квартирах / нежилых помещениях)	$q_{быт}$, Вт/м^2	–	15,6 / 6,07	
27	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}$, кВт·ч	–	432 583	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс}^{год}$, кВт·ч	–	186 989	
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергетической эффективности)	$Q_{от+вент}^{год}$, кВт·ч	–	884 580	
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление и инфильтрацию в нерабочее время за ОП	$Q_{от+инф.}^{год}$, кВт·ч	–	–	

6. Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,9
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления для отопления за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ	0,1–0,15	0,1

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7–1,0	1,0
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		0,8
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		0,74
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8	0,8
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	$\beta_{тп}$	1,05–1,13	1,11

7. Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	Мощность систем инженерного оборудования:			
	— требуемая для отопления и вентиляции (естест.)	$Q_{от.}^{р.тр}$	кВт	479
	— требуемая для горячего водоснабжения	$Q_{гв}^{макс}$	кВт	392
	— установленная для механической вентиляции	$Q_{вент.}^{р.тр}$	кВт	–
	— установленная для воздушно-тепловых завес	$Q_{т.з.}^{р.тр}$	кВт	–
	— используемая для электроснабжения здания,	$N_{эл}$	кВт	155
	в том числе для общедомовых нужд, из них:	$N_{об.дом}$	кВт	25
	— на освещение (только мест общего пользования в многоквартирных зданиях)	$N_{осв}$	кВт	5,5
	— лифтовое оборудование	$N_{лифт}$	кВт	17
	— водоснабжение и канализацию	$N_{ВК}$	кВт	1,6
	— отопление и вентиляцию	$N_{ОВ}$	кВт	0,6
	— кондиционирование (охлаждение)	$N_{конд}$	кВт	–

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
39	Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в отопительный период	$Q_{гв.}^{ср}$	кВт	113
40	Средний суточный расход: — природного газа — холодной воды — горячей воды — электроэнергии на общедомовые нужды (без энергосбережения/ с энергосбережением)	 $V_{пг}^{сут}$ $G_{хв}^{сут}$ $G_{гв}^{сут}$ $E_{эл.о/д.}^{сут}$	 м³/сут м³/сут м³/сут кВт·ч	 – 1,86 2,69 207/127
41	Удельный расчетный часовой расход тепловой энергии на м² площади квартир (полезной площади нежилых помещений): — на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) — на механическую приточную вентиляцию	 $q_{от}$ $q_{вент}$	 Вт/м² Вт/м²	 44,5 –
42	Удельная объемная тепловая характеристика здания	$q_{т}$	Вт/(м³·°С)	0,19

8. Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание:			
	— тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авторегулирования	$Q_{от+вент.}^{год}$	МВт·ч	884,6
	— тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания	$Q_{от+инф.}^{год}$	МВт·ч	–
	—тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.}^{год}$	МВт·ч	1099
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$Q_{вент.}^{год}$	МВт·ч	–
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$Q_{т.з.}^{год}$	МВт·ч	–
	— электрической энергии зданием в целом, в том числе:	$E_{эл.сум.}^{год}$	МВт·ч	451,6 / 421,4
	— на общедомовые нужды (без эн.сбереж./с эн.сб.):	$E_{эл.об.дом.}^{год}$	МВт·ч	75,6 / 45,43
	— освещение мест общего пользования	$E_{эл.осв.}^{год}$	МВт·ч	17,12 / 1,01
	— силовое оборудование лифтов	$E_{эл.лифт.}^{год}$	МВт·ч	41,8 / 27,7
	— силовое оборуд. сист. отопления и вентиляции	$E_{эл.ОВ.}^{год}$	МВт·ч	3,13
	— силовое оборудование систем водоснабжения	$E_{эл.ВК.}^{год}$	МВт·ч	13,55
	— на кондиционирование (охлаждение)	$E_{эл.конд.}^{год}$	МВт·ч	–
	— природного газа	$Q_{пг}^{год}$	тыс. м^3	–

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
44	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов:			
	— тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания	$q_{от+вент.}^{год}$	кВт·ч/м^2	82,1
	— тепловой энергии на горячее водоснабжение	$q_{гв.}^{год}$	кВт·ч/м^2	102
	— то же, с квартирными водосчетчиками	$q_{гв.кв.в.сч.}^{год}$	кВт·ч/м^2	61,2
	— тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания с механической приточной вентиляцией	$q_{от+инф.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$q_{вент.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$q_{т.з.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— электрической энергии в здании (без /с эн.сб.),	$q_{эл.сум.}^{год}$	кВт·ч/м^2	41,9 / 39,1
	в том числе:			
	— на общедомовые нужды	$q_{эл.об.дом.}^{год}$	кВт·ч/м^2	7,0 / 4,2
	— на кондиционирование (охлаждение)	$q_{эл.конд.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— природного газа	$q_{пг}^{год}$	м^3/м^2	–
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление негазифицированным зданием (с пересчетом электроэнергии в тепловую с коэф. $\theta = 2,5$)	$q_{т+эл.сум}^{год}$	кВт·ч/м^2	289/241
	— то же, без электропотребления квартир	$q_{т+эл.об.дом}^{г}$	кВт·ч/м^2	202/154
46	Удельное годовое энергопотребление здания (в пересчете на первичное топливо):			
	— негазифицированного	$q_{т+эл.сум.}^{год.п}$	кг у.т./м^2	
	— газифицированного	$q_{т+эл+пг.}^{год.п}$	кг у.т./м^2	

9. Показатели и классы энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
47	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СНиП 23-02-2003	$q_{от+вент.}^{год}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]	95	82,1
48	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		***С***	***В***
49	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА
50	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного зд. с учетом проектного значения расхода т.эн. на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент.}^{год.пр}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]		
51	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			ДА/НЕТ
52	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности	$q_{от+вент+гв.}^{год,}$ кВт·ч/м^2	160	154 ДА
53	Фактически измеренный удельный годовой расход на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв}^{год.изм,}$ кВт·ч/м^2		

10. Сведения об оснащенности приборами учета

54	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета (при централизованном снабжении):		
	— электрической энергии	шт.	один
	— тепловой энергии	шт.	один
	— газа	шт.	–
	— воды	шт.	один
55	Оснащенность квартир приборами учета:		
	— электрической энергии	%	100
	— тепловой энергии	%	–
	— газа	%	–
	— воды	%	100

56	**Паспорт заполнен**	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Приложение И
(справочное)

Пример составления энергетического паспорта проекта общественного здания (школы)

Пояснительная записка

(*примеры выполнены по требованиям, действующим до 2011 г.)*

И.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

И.1.1. Здание представляет собой экспериментальный проект общеобразовательной школы, предназначено для строительства в Москве. Проект разработан МНИИТЭП.

И.1.2. Здание школы 3-этажное выполнено из монолитного железобетона с утеплением минеральной ватой и отделкой полимерцементной штукатуркой; трехэтажное, бесчердачное, с неотапливаемым техническим подпольем.

И.1.3. Объемно-планировочные показатели:

— строительный объем отапливаемой части здания — 54 100 м^3;

— полезная площадь здания — 10 800 м^2;

— расчетная площадь помещений — 8068 м^2,

в том числе: — учебных помещений — 6018 м^2;

— зрительного и спортивного залов — 2050 м^2;

— высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты — 17,3 м;

— общая площадь наружных ограждающих конструкций — 17 290 м^2;

— компактность здания — $A_{огр.сум.} / V_o$ = 17 290 / 54 100 = 0,32 м$^{-1}$;

— площадь стен — 4690 м^2;

— площадь покрытий — 4780 м^2;

— площадь перекрытий над техническим подпольем — 5130 м^2;

— площадь окон — 1030 м^2;

— площадь витражей — 1303 м^2;

— площадь зенитных фонарей — 302 м^2;

— площадь входных наружных дверей — 55 м^2.

И.1.4. Расчетное количество людей — 500 учащихся и 100 преподавателей и служащих. Рабочий день длительностью 10 ч при пятидневной рабочей неделе.

И.2. Теплозащита здания

И.2.1. Расчетные климатические параметры — приведены в Энергопаспорте.

И.2.2. Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций (в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»)

И.2.2.1. Наружные стены — из монолитного железобетона плотностью $\rho_о$ = 2500 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной = 200 мм; утепление минераловатными плитами плотностью $\rho_о$ = 145 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С), толщиной = 140 мм; композитная полимерцементная штукатурка по стеклосетке с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,7 Вт/(м·°С), толщиной = 10 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче стен с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,82 составит

$$R_{ст.}^{пр} = 0{,}82\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}14}{0{,}045}+\frac{0{,}01}{0{,}7}+\frac{1}{23}\right) = 2{,}77\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что ниже нормируемого для школ по табл. 4 СНиП 23-02-2003 —3,13 м^2·°С/Вт.

И.2.2.2. Покрытие совмещенное невентилируемое — из монолитной железобетонной плиты плотностью $\rho_о$ = 2500 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной = 200 мм; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной = 10 мм; минераловатные плиты типа «Руф Баттс» В и Н плотностью $\rho_о$ = 200 кг/м^3 и $\rho_о$ = 125 кг/м^3, с эксплуатационными коэффициентами теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,048 Вт/(м·°С) и $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С), толщиной = 30 мм и = 150 мм соответственно; керамзитовый гравий для уклона плотностью $\rho_о$ = 600 кг/м^3, с эксплуатационным

коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,2 Вт/(м·°С), толщиной 50–100 мм; армированная цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной = 30 мм; рулонный ковер — филизол плотностью $\rho_о$ = 600 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,17 Вт/(м·°С), толщиной = 10 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит

$$R_{покр.}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}01}{0{,}93}+\frac{0{,}15}{0{,}045}+\frac{0{,}03}{0{,}048}+\frac{0{,}05}{0{,}2}+\frac{0{,}03}{0{,}93}+\frac{0{,}01}{0{,}17}+\frac{1}{23}\right) = 4{,}34\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что ниже нормируемого — 4,67 м^2·°С/Вт.

И.2.2.3. Перекрытие над техподпольем — монолитный железобетон плотностью $\rho_о$ = 2500 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной = 200 мм; минераловатные плиты плотностью $\rho_о$ = 37 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,046 Вт/(м·°С), толщиной =30 мм; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной = 15 мм; линолеум с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,38 Вт/(м·°С), толщиной = 5 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит

$$R_{цок.}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{12}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}03}{0{,}046}+\frac{0{,}015}{0{,}93}+\frac{0{,}005}{0{,}38}+\frac{1}{8{,}7}\right) = 0{,}929\ м^2 \bullet °С/Вт.$$

Расчетная температура в подвале t_{int} = 5 °С, тогда эквивалентное сопротивление теплопередаче составит

$$R_{цок.}^{экв.} = 0{,}929\frac{20-5}{20+28} = 2{,}97\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что ниже нормируемого — 4,12 м^2·°С/Вт.

И.2.2.4. Витражи — однокамерный стеклопакет с селективным покрытием в одинарном переплете и утепленных алюминиевых профилях. По сертификату $R_{витр.}^{пр}$ = 0,47 м^2·°С/Вт, $\tau_{витр.}$ = 0,8, $k_{витр.}$ = 0,54.

И.2.2.5. Окна — однокамерный стеклопакет с селективным покрытием внутреннего стекла и стеклом на относе в раздельных дерево-алюминиевых переплетах. По сертификату $R_{ок.}^{пр} = 0{,}56$ м²·°С/Вт, $\tau_{ок} = 0{,}75$, $k_{ок} = 0{,}51$.

И.2.2.6. Фонарь — однокамерный стеклопакет с покрытием в алюминиевых профилях. По сертификату $R_{фон.}^{пр} = 0{,}47$ м²·°С/Вт, $\tau_{фон} = 0{,}9$, $k_{фон} = 0{,}8$.

И.2.2.7. Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{вх.дв.}^{пр} = 0{,}79$ м²·°С/Вт.

И.2.3. Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания $K_{тр}^{пр}$ (Вт/(м²·°С)) определяют по формуле (4) основного текста Стандарта, принимая n = 1 для покрытия, стен и перекрытия пола по грунту; для перекрытий над техническим подпольем принимается эквивалентное значение $R_{цок.}^{экв.}$:

$$K_{тр.}^{пр} = \frac{\frac{4\,690}{2{,}77} + \frac{1\,030}{0{,}56} + \frac{1\,303}{0{,}47} + \frac{55}{0{,}79} + \frac{4\,780}{4{,}34} + \frac{302}{0{,}47} + \frac{5\,130}{2{,}97}}{17\,290} = 0{,}565\ \text{Вт/}(\text{м}^2 \bullet {}^\circ\text{С}).$$

И.2.4. Расчет воздухообмена в здании

И.2.4.1. Для помещений общеобразовательной школы с периодическим пребыванием людей при расчете теплозащиты ограждений условно принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, по 7.18 в объеме 7 м³/ч на квадратный метр расчетной площади в учебных помещениях и 10 м³/(ч·м²) в спортивном и зрительном залах только в рабочее время, а в нерабочее время — исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегают ввиду их несравнимой малости) под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров.

И.2.4.2. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций (Па) определяют по формулам (10) и (13), полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

— для окон и витражей здания:

$$\Delta p = 0{,}28H(\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03\gamma_н v^2;$$

— для входных дверей в здание:

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

где ***H*** — высота здания от пола первого этажа до верха вытяжной шахты, м;

$\gamma_н$ — удельный вес наружного воздуха, Н/м^3 (формула 11); в расчетных условиях при $t_н^р$ = –28 °С $\gamma_н$ = 3463 / (273 – 28) = 14,13 Н/м^3; при средней температуре отопительного периода $t_{н.ср.от.п}$ = –3,1°С $\gamma_н$ = 3463 / (273 – 3,1) = 12,83 Н/м^3;

$\gamma_в$ — удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3 (формула 12); при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры 18 °С $\gamma_в$ = 3463 / (273 + 18) = 11,9 Н/м^3; для средней температуры воздуха за отопительный период 20°С $\gamma_в$ = 3463 / (273 + 20) = 11,82 Н/м^3; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛУ при 16 °С $\gamma_в$ = 3463 / (273 + 16) = 11,98 Н/м^3;

v — расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы v = 4,9 м/с; средняя за отопительный период v = 3,8 м/с (СНиП 23-01-99*).

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и витражей и наружных входных дверей при высоте здания Н = 17,3 м в расчетных условиях составит:

$\Delta p_{ок,витр.}^{р}$ = 0,28 · 17,3 (14,13 – 11,90) + 0,03 · 14,13 · 4,9^2 = 20,98 Па;

$\Delta p_{вх.дв.}^{р}$ = 0,55 · 17,3 (14,13 – 11,98) + 0,03 · 14,13 · 4,9^2 = 30,64 Па.

То же при средней температуре отопительного периода:

$\Delta p_{ок,\ витр.}^{ср}$ = 0,28 · 17,3 (12,83 – 11,82) + 0,03 · 12,83 · 3,8^2 = 10,45 Па;

$\Delta p_{вх.дв.}^{ср}$ = 0,55 · 17,3 (12,83 – 11,98) + 0,03 · 12,83 · 3,8^2 = 13,65 Па.

Для фонаря принимать только по второму слагаемому.

И.2.4.3. Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний (окон помещений — 1,02 м^2·ч/кг; витражей и фонарей — 1,2 м^2·ч/кг; входных наружных дверей — 0,16 м^2·ч/кг при разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения в 10 Па), находим количество воздуха, прошедшего через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений, кг/ч, по формулам (8) и (9):

$$G_{\text{инф}} = \frac{A_{\text{F.1}}\left(\frac{\Delta p_{\text{F}}}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}02} + \frac{A_{\text{F.2}}\left(\frac{\Delta p_{\text{F}}}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}2} + \frac{A_{\text{ed}}\left(\frac{\Delta p_{\text{ed}}}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0{,}16},$$

где $A_{ок}$, $A_{витр}$, $A_{вх.дв}$ — площади окон помещений, витражей и фонарей, входных наружных дверей соответственно; принимают по энергетическому паспорту проекта здания.

В расчетных условиях расход воздуха через окна, витражи, фонарь и двери соответственно составит:

$$G_{инф.ок.}{}^{р} = \frac{1\,030\left(\frac{20{,}98}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}02} = 1\,655 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.витр,\ фон.}{}^{р} = \frac{1\,303\left(\frac{20{,}98}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}2} + \frac{302\left(\frac{20{,}98}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}2} = 2\,192 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.вх.дв.}{}^{р} = \frac{55\left(\frac{30{,}64}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0{,}16} = 580 \text{ кг/ч}.$$

Расход воздуха, прошедший через закрытые окна, витражи, фонарь и двери, при средней температуре отопительного периода в нерабочее время составит:

$$G_{инф.ок.}{}^{ср} = \frac{1\,030\left(\frac{10{,}45}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}02} = 1\,040 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.витр,\ фон.}{}^{ср} = \frac{1\,303\left(\frac{10{,}45}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}2} + \frac{302\left(\frac{10{,}45}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}2} = 1\,377 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.вх.дв.}{}^{ср} = \frac{55\left(\frac{13{,}65}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}{0{,}16} = 387 \text{ кг/ч}.$$

И.2.4.4. Условный воздухообмен в учебных помещениях школы в рабочее время при норме 7 м^3/ч на квадратный метр расчетной площади (A_p = 6018 м^2) и 10 м^3/ч на квадратный метр расчетной площади залов (A_p = 2050 м^2) и с учетом плотности воздуха для средней температуры между наружным и внутренним воздухом (для средней температуры отопительного периода $\rho_a^{ср}$ = 353 / (273 + 0,5 (20 – 3,1)) = 1,25 кг/м^3) составит:

$G_{вент..раб.}^{ср}$ = (7 · 6018 + 10 · 2050) · 1,25 = 78 283 кг/ч.

Тогда интегральный воздухообмен для определения расхода энергии за отопительный период (при 10-часовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе и k = 0,8 (по 7.15 для окон с двойными раздельными переплетами)) с учетом формулы (17) составит:

$$G_{инф.инт.}^{ср} = \frac{78\,283 \bullet 10 \bullet \frac{5}{7} + \frac{(1\,040 \bullet 0{,}8 + 1\,377 + 387)(14 \bullet 5 + 24 \bullet 2)}{7}}{24} = 25\,120 \text{ кг/ч.}$$

И.2.4.5. Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при среднезимних условиях $K_{инф.усл.}^{ср}$ и теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при расчетных условиях $K_{инф.усл.}^{р,}$ определяем по формуле (6):

$K_{инф.\ усл.}^{ср}$ = 0,28 · $G_{инф.}^{ср}$ · c_a / $A_{огр.сум}$ = 0,28 · (1040 · 0,8 + 1377 + + 387) · 1,006 / 17 290 = 0,042 Вт/(м^2·°С).

$K_{инф.усл}^{р}$ = 0,28 · $G_{инф.}^{р}$ · c_a / $A_{огр.сум}$ = 0,28 · (1655 · 0,8 + 2192 + + 580) · 1,006 / 17 290 = 0,067 Вт/(м^2·°С).

И.2.4.6. Условный интегральный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха, в объеме вентиляционного воздухообмена при среднезимних условиях $K_{инф.инт.}^{ср}$ рассчитывается следующим образом:

$K_{инф.\ инт.}^{ср}$ = 0,28 · $G_{инф.инт.}^{ср}$ · c_a / $A_{огр.сум}$ = 0,28 · 25 120 · 1,006 / 17 290 = = 0,409 Вт/(м^2·°С).

И.3. Расчет энергетической эффективности проекта здания

И.3.1. Расчет годового потребления теплоты на отопление

И.3.1.1. Потребность в тепловой энергии для отопления здания школы в течение отопительного периода согласно 3.5.6 МГСН 2.01-99 и СНиП 23-02-2003 определяют с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается принятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

И.3.1.2. Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции в отопительный период определяют по формуле (15):

$$Q_{огр.}^{год} = 0{,}024 \cdot 0{,}565 \cdot 4943 \cdot 17\,290 = 1\,158\,900 \text{ кВт·ч.}$$

И.3.1.3. Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при k = 1 (витражи и зенитные фонари с одинарными переплетами, раздельные переплеты в окнах учтены ранее) определяют по формуле (16):

$$Q_{инф/вент.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}409 \cdot 4943 \cdot 17\,290 = 838\,920 \text{ кВт·ч.}$$

И.3.1.4. Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания в отопительный период составят:

$$Q_{тп.}^{год} = 1\,158\,900 + 838\,920 = 1\,997\,820 \text{ кВт·ч.}$$

И.3.1.5. Бытовые (технологические) тепловыделения учитывают в объеме теплопоступления от людей, от осветительных приборов и пользования техникой. Тепловыделения от людей принимают в расчете 90 Вт/чел. при численности 600 чел. со временем пребывания 10 ч в день при пятидневной рабочей неделе (по проекту); теплопоступления от освещения — по максимально допустимой мощности для соответствующих групп помещений в соответствии с таблицей В.9 (приложение В). Для исследуемого здания максимально допустимая удельная мощность от освещения составляет не более 25 Вт на квадратный метр расчетной площади при использовании 75% рабочего времени. Тепловыделения от оргтехники, компьютеров и технологического оборудования — 10 Вт на квадратный метр расчетной площади (по проекту) с использованием 20% времени.

И.3.1.6. Удельные часовые тепловыделения в среднем за сутки составят:

$$q_{быт} = \frac{(90 \bullet 600 + 25 \bullet 8\,068 \bullet 0{,}75 + 10 \bullet 8\,068 \bullet 0{,}2) \bullet 10 \bullet \frac{5}{7}}{24 \bullet 8\,068} = 8{,}17 \text{ Вт/м}^2.$$

И.3.1.7. Суммарные теплопоступления с бытовыми (технологическими) тепловыделениями в отопительный период определяют по формуле (18):

$Q_{быт.}^{год}$ = 0,024·8,17·214·8068 = 338 540 кВт·ч/год.

И.3.1.8. Теплопоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (19):

$Q_{инс.}^{год}$ = 0,75 · 0,51 (127 · 300 + 5 · 178 + 177 · 114 + 172 · 178 +
+ 388 · 121 + 161 · 262) + 0,8 · 0,54 (182 · 300 + 190 · 178 + 280 · 114 +
+ 290 · 178 + 87 · 121 + 274 · 262) + 0,9 · 0,8 · 302 · 322 =
= 248 297 кВт·ч/год.

И.3.1.9. Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации определяют по формуле (14):

$Q_{от+вент.}^{год.расч}$ = (1 997 820 – (338 540 + 248 297) · 0,8 · 0,95) · 1,13 =
= 1 753 560 кВт·ч/год.

И.3.2. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания в отопительный период (СНиП 23-02-2003, приложение Г)

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания в отопительный период определяют по формуле (69):

$q_{от+вент.}^{год.расч}$ = 1 753 560 / 10 800 = 162,4 кВт·ч/м^2,

что ниже требований СНиП 23-02-2003: $q_{от+вент.}^{год.норм}$ = 36 · 3,3 · 4943 / 3600 = 163 кВт·ч/м^2.

Следовательно, в соответствии с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011 г. № 161 **запроектированное здание отвечает требованиям теплозащиты и энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности С (нормальный).**

И.3.3. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период

После проверки уровня энергетической эффективности теплозащиты общественного здания определяют его потребность в тепловой энергии для отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и тепловых завес в отопительный период $Q_{от+вент.}^{год.} + Q_{т.з.}^{год}$ (кВт·ч) с целью регламентации количества потребляемой на вентиляцию энергии.

Величину $Q_{от+вент.}^{год.}$ следует определять с учетом проектного значения расчетного расхода тепловой энергии на вентиляцию и кондиционирование воздуха ($Q_{вент}^{р} = 930$ кВт) и эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха $\eta_{ут}$ (из проекта $\eta_{ут} = 0$) по формуле (Е.3), исходя из времени работы вентиляционной установки в течение недели $n_{вент}$ (при 10-часовом рабочем дне 5 раз в неделю):

$$Q_{вент.пр.}^{год.расч} = (Q_{вент.пр.1}^{р} + Q_{вент.пр.2.}^{р} \cdot (1 - \eta_{ут})) \cdot (n_{вент.} / 7) \cdot ГСОП / / (t_{в} - t_{н}^{р}) = 930 \cdot (50 / 7) \cdot 4943 / (20 + 26) = 713\ 820 \text{ кВт·ч}.$$

Расход телоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна с выключенной вентиляцией в нерабочее время во время отопительного периода определяют отдельно, с помощью формул (16) и (Е.2):

$$Q_{инф.н/р.}^{год} = K_{инф.усл.}^{ср} \cdot (n_{инф.} / 7) \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум.} \cdot 10^{-3} = 0{,}042 \cdot (168 - 50) / / 7 \cdot 4943 \cdot 17\ 290 \cdot 10^{-3} = 60\ 510 \text{ кВт·ч}.$$

Суммарный расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление и нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна при выключенной вентиляции в нерабочее время и на вентиляцию, исходя из проектной нагрузки, $Q_{от+вент.}^{год.расч.пр}$ (кВт·ч), определяют по формуле (Е.1):

$$Q_{от+вент.}^{год.расч.пр} = Q_{огр+инф.}^{год.расч} + Q_{вент.}^{год.расч.пр} = [(1158900 + 60510) - - (338540 + 248297) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95)] \cdot 1{,}13 + 713820 \cdot 1{,}1 = 1\ 659\ 150 \text{ кВт·ч}.$$

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии находят по формуле (Е.7):

$$q_{от+вент.пр.}^{год.расч} = 1\ 659\ 150 / 10\ 800 = \mathbf{153{,}6} \text{ кВт·ч/м}^2.$$

Это не превышает нормируемый базовый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период: $q_{от+вент.}^{год.норм} =$ 163 кВт·ч/м^2, что **позволяет считать запроектированную систему вентиляции удовлетворяющей требованиям энергетической эффективности**.

И.4. Энергетические нагрузки здания

И.4.1. Расчет требуемой мощности системы отопления

И.4.1.1. Для зданий с непостоянным пребыванием людей требуемую мощность системы отопления в рабочее время определяют в соответствии с разделом 9 настоящего стандарта, исходя из теплопотерь через наружные ограждения здания с учетом бытовых (технологических) тепловыделений, а в нерабочее время — без учета бытовых тепловыделений, но с учетом нагрева наружного воздуха в объеме инфильтрации его через закрытые окна под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения, по следующим формулам:

$$Q_{от.раб.}^{р.тр} = (Q_{огр.}^{р} - Q_{быт.}^{р}) \cdot \beta_{тп} = [1{,}1 \cdot K_{тр}^{пр} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в} - t_{н}^{р}) -$$
$$- q_{быт} \cdot A_{р}] \cdot \beta_{тп} \cdot 10^{-3} = [1{,}1 \cdot 0{,}565 \cdot 17\,290 \cdot (20 + 26) -$$
$$- 8{,}17 \cdot 8068] \cdot 1{,}13 \cdot 10^{-3} = 484 \text{ кВт};$$

$$Q_{от.н/раб.}^{р.тр} = (Q_{огр.}^{р} + Q_{инф.}^{р}) \cdot \beta_{тп} = [(1{,}1 \cdot K_{тр}^{пр} + K_{инф.усл}^{р}) \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в.н/р} -$$
$$- t_{н.}^{р}) \cdot 10^{-3} = [(1{,}1 \cdot 0{,}565 + 0{,}072) \cdot 17\,290 \cdot (18 + 26) \cdot 10^{-3} = 528 \text{ кВт},$$

где $\boldsymbol{t_{в.н/р}}$ — расчетная температура воздуха в нерабочее время в помещениях, прини-мается как минимальная из допустимых температур по ГОСТ 30494-2011; $t_{в.н/р} = 18°C$.

Напомним, что проектная расчетная мощность системы отопления составляет $Q_{от..}^{р.пр} = 620$ кВт. Следовательно, запас поверхности нагрева отопительных приборов системы отопления при рабочем режиме составляет $К_{зап} = 620 / 484 = 1{,}28$, что приведет к перегреву здания, если не пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления.

И.4.1.2. Для устранения этого запаса в соответствии с приложением Г следует пересчитать требуемые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления вместо проектных 95–70 °С по формулам (Г.1) и (Г.2):

$$\tau_{о1тр} = 18 + 0{,}5(95 - 70) \bullet \frac{1}{1{,}28} + \left(\frac{95+70}{2} - 18\right)\left(\frac{1}{1{,}28}\right)^{0{,}8} = 80{,}7 \text{ °C};$$

$$\tau_{2тр} = 80{,}7 - (95 - 70) \bullet \frac{1}{1{,}28} = 61{,}2 \text{ °C}.$$

И.4.1.3. Расчетный расход теплоносителя (м^3/ч), циркулирующего в системе отопления, следует определять из уравнения (Г.3):

$$G_{от.}^{р.} = 3600 \cdot Q_{от.}^{р.тр} \cdot 10^{-3} / (t_{o1тр.}^{р} - t_{2тр}^{.р}) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) =$$
$$= 3600 \cdot 484 \cdot 10^{-3} / (80{,}7 - 61{,}2) / (1 \cdot 4{,}2) = 21{,}3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.1.4. Дальнейшее сокращение подачи теплоты на отопление достигается настройкой контроллера на поддержание температурного графика регулирования с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха.

И.4.2. Расчетные расходы холодной и горячей воды и тепловой энергии на горячее водоснабжение

И.4.2.1. Расчет выполняют с учетом применения ресурсосберегающих мероприятий на расчетное количество жителей в здании, составляющее n = 600 человек, и полезной площади помещений, приходящейся на 1 человека в соотношении $A_{чел.i}$ = 10 800/600 = 18 м^2/человека.

И.4.2.2. Среднечасовой расход горячей воды в средние сутки года определяют с учетом табл. В.6:

$$G_{гв}^{ср.год} = g_{гв.ср.сут.} + (A_{чел} / A_{чел.i}) + n + 10^{-3} / 24 = 8 \cdot (10 / 18) \cdot 600 \cdot$$
$$\cdot 10^{-3} / 24 = 0{,}11 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.2.3. Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период определяют по формуле (39) с учетом таблицы В.6:

$$Q_{гв}^{ср.от.п} = q_{гв} + (A_{чел} / A_{чел.i}) + A_{пол} + 10^{-3} = 2{,}8 \cdot (10 / 18) + 10\,800 +$$
$$+ 10^{-3} = 16{,}8 \text{ кВт}.$$

И.4.2.4. Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение определяют с учетом табл. В.6 и формулы (36):

$$Q_{гв.}^{год} = q_{гв}^{год} + A_{пол} + A_{чел} / A_{чел.i} = 20 + 10\,800 + 10/18 = 120\,000 \text{ кВт·ч}.$$

И.4.2.5. Удельное годовое теплопотребление будет:

$$q_{гв.}^{год.расч.} = Q_{гв.}^{год} / A_{пол} = 120\,000 / 10\,800 = 11{,}1 \text{ кВт·ч/м}^2.$$

И.4.2.6 Расчетная производительность циркуляционного насоса системы горячего водоснабжения, установленного по циркуляционной схеме (на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения), определяют по 10.14 и формуле (45б):

$$G_{нас.цирк.гвс..}^{р} = 3600 + \beta_{ц} + Q_{гв}^{ср.от.п} + k_{тр} / (1 + k_{тр}) / \Delta t / (\tilde{n}_{вод} \cdot c_{вод}) =$$
$$= 3600 + 1{,}3 + 16{,}8 + 0{,}1 / (1 + 0{,}1) / 5 / (1000 \cdot 4{,}2) = 0{,}34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.3. Расчетная электрическая нагрузка здания (без учета розеточной сети)

Расход электроэнергии складывается из потребления на искусственное освещение всех помещений и на привод электродвигателей силового оборудования: циркуляционных насосов систем отопления и горячего водоснабжения (повысительные водопроводные насосы отсутствуют), вентиляторов приточной и вытяжной систем вентиляции.

И.4.3.1. Расчетную мощность искусственного освещения помещений школы $N_{t.шк}$ (кВт) определяют с помощью табл. В.9 по максимально допустимой удельной установленной мощ-ности искусственного освещения, исходя из нормируемой освещенности по формуле (50):

$$N_{осв.шк} = 25 \cdot 10\,800 \cdot 10^{-3} = 270 \text{ кВт}.$$

И.4.3.2. Расчетную мощность циркуляционного насоса отопления определяют по формуле (49):

$$N_{от.}^{р} = K_{з} \cdot G_{от.}^{р} \cdot H \cdot \rho_{ж.} / (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{пер}) =$$

$$= 1 \cdot 21{,}3 \cdot 8 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0{,}7 \cdot 1) = 0{,}66 \text{ кВт},$$

где $\boldsymbol{G_{нас.от.}^{р}}$ = 21,3 м^3/ч, (см. И.4.1.3);

$\boldsymbol{H}$ = 8 м вод.ст., принимать по примечанию к 12.8;

$\boldsymbol{\rho_{ж}}$ — плотность воды, $\rho_{ж}$ = 1000 кг/м^3;

$\boldsymbol{\eta_{нас.}}$ = 0,7 (из номограммы); $\eta_{пер}$ = 1(насос на одном валу с электродвигателем).

И.4.3.3 Расчетную мощность циркуляционного насоса горячего водоснабжения определяют также по формуле (49):

$$N_{гвс.}^{р} = 1 \cdot 0{,}34 \cdot 5 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0{,}7 \cdot 1) = 0{,}01 \text{ кВт},$$

где $\boldsymbol{G_{нас.цирк.гв.}^{р}}$ = 0,34 м^3/ч (см. И.4.2.6);

$\boldsymbol{H}$ = 5 м вод.ст., принимать по примечанию к 12.8;

$\boldsymbol{\rho_{ж}; \eta_{нас}}$ ***и*** $\boldsymbol{\eta_{пер}}$ — то же, что при определении $N_{от.}^{р}$.

И.4.3.4. Расчетную мощность вентиляционных установок в соответствии с примечанием 4 к п. 12.8 настоящего стандарта определяют в зависимости от удельного потребления энергии на транспортировку 1 м^3/час воздуха: для прямоточных приточных систем это 0,42 Вт/(м^3/ч), для вытяжных систем — 0,35 Вт/(м^3/ч).

При расчетной проектной теплопроизводительности приточных систем $Q_{вент.}^{р} = 930$ кВт и расчетной температуре приточного воздуха, равной внутренней температуре воздуха в помещении $t_{пр} = 20°C$, вентилятор будет перемещать:

$L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_а \cdot L_{вент} = Q_{вент.}^{р} / [0{,}28 \cdot \rho_в \cdot c_а \cdot (t_{пр} - t_н^{р})] = 930 \cdot 10^3 /$
$/ [0{,}28 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot (20 + 26)] = 60\ 100$ м³/ч.

Тогда расчетная мощность приточных вентиляторов составит:

$N_{вент.пр.}^{р} = 0{,}42 \cdot 60\ 100 \cdot 10^{-3} = 25{,}2$ кВт;

Расчетная мощность вытяжных вентиляторов при той же производительности:

$N_{вент.выт.}^{р} = 0{,}35 \cdot 60\ 100 \cdot 10^3 = 21{,}0$ кВт.

И.4.4. Расчетное годовое потребление электрической энергии (без учета розеточного подключения)

И.4.4.1. Годовое электропотребление на искусственное освещение принимают по формуле (52) с учетом таблицы В.11, где для общественных зданий с односменной работой, строящихся в регионе с географическими широтами от 50° до 60°, годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки $Z_{осв.}^{год} = 750$ ч:

$E_{осв.шк.}^{год} = N_{осв.шк} \cdot Z_{осв.}^{год} = 270 \cdot 750 = 25 \cdot 10\ 800 \cdot 10^{-3} = 202\ 500$ кВт·ч.

И.4.4.2. Годовое электропотребление при работе циркуляционного насоса $E_{нас.}^{у}$ (кВт·ч) с постоянным напором равно с учетом формулы (58):

$E_{нас.}^{год} = 0{,}00272 \cdot G_{нас} \cdot t_{нас} \cdot H_{нас.} / \eta_{нас}$.

а) Циркуляционный насос отопления развивает производительность $G_{нас.от} = 21{,}3$ м³/ч, при напоре 8 м вод. ст. и $\acute{\eta}_{нас} = 0{,}7$. Тогда его годовое электропотребление при работе $t_{нас} = z_{от.п} = 214$ суток составит:

$E_{нас.от}^{у} = 0{,}00272 \cdot (21{,}3 \cdot 8 / 0{,}7) \cdot 214 \cdot 24 = 3400$ кВт·ч.

б) Годовое электропотребление циркуляционного насоса горячего водоснабжения, устанавливаемого по циркуляционной схеме, при рассчетной производительности $G_{нас.гв.}^{р} = 0{,}34$ м³/ч, при напоре 5 м вод. ст., $\acute{\eta}_{нас} = 0{,}7$ и работе 50 / 7 = 7,14 ч в среднем за сутки за (365 − 62) = 303 суток составит:

$E_{нас.гв}^{год} = 0{,}00272 \cdot (0{,}34 \cdot 5 / 0{,}7) \cdot 303 \cdot 7{,}14 = 14{,}3$ кВт·ч.

И.4.4.3. Годовое электропотребление вентиляционными установками с

учетом использования их только в рабочее время (7,14 часа в течение 303 суток) составит:

$E_{вент.}^{год} = (25{,}2 + 21) \cdot 303 \cdot 7{,}14 = 99\ 950$ кВт·ч.

И.4.4.4. Годовое электропотребление зданием:

$E_{сум.}^{год} = E_{осв}^{год} + E_{нас.}^{год} + E_{вент.}^{год} = 202\ 500 + (3400 + 14{,}3) + 99\ 950 = 305\ 860$ кВт·ч.

И.4.4.4. Электропотребление в среднем за сутки:

$E_{сум.}^{сут} = 305\ 860 / 303 = 1010$ кВт·ч.

И.4.4.5. Удельное годовое электропотребление зданием (без розеточной сети):

$q_{эл.сум.}^{год} = E_{сум.}^{год} / A_{пол} = 305\ 860 / 10\ 800 = 28{,}3$ кВт·ч.

И.5. Общее удельное энергопотребление на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение (без розеточной сети), с пересчетом электрических кВт·ч по затратам первичной энергии, коэффициентом пересчета $\theta = 2{,}5$ и использованием формулы 66) составит:

$q_{т+эл.сум}^{год.расч} = q_{от+вент.пр.}^{год} + q_{гв.}^{год} + \theta \cdot q_{эл.шк.}^{год} = 153{,}6 + 11{,}1 + 2{,}5 \cdot 28{,}3 =$
$=$ **235,5 кВт·ч/м²**.

Данный показатель принимается к сведению, пока не утверждены нормативы потребления энергетических ресурсов для жилых и общественных зданий по затратам первичной энергии.

Энергетический паспорт проекта общественного здания

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	Москва
Разработчик проекта	МНИИТЭП
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	И-2232, школа на 500 учащихся
Назначение здания, серия	Общеобразовательная школа
Этажность, количество секций	3 этажа

Расчетное количество жителей или служащих	500 учащихся, 100 преподавателей и служащих
Размещение в застройке	Среди зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона, отделка — штукатурка
Расчетный расход теплоты на отопление из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	620 кВт
Расчетный расход теплоты на механическую вентиляцию, кВт	930 кВт

2. Условия расчетные климатические

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	$t_{вн}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.}^{р}$	°С	–26
3	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период	$t_{н.от.п}$	°С	–3,1
4	Продолжительность отопительного периода	$z_{от.п}$	сут	214
5	Градусо-сутки отопительного периода	*ГСОП*	°С·сут	4943
6	Наружная температура воздуха начала/ окончания отопительного периода	$t_{н}^{I}$	°С	8
7	Расчетная скорость ветра в отопительный период	v	м/сек	3,8
8	Расчетная температура воздуха на чердаке	$t_{черд}$	°С	–

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	5

3. Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
10	Площадь квартиры	$A_{кв}$, м^2	–	–	
11	Полезная площадь (общественного здания)	$A_{пол}$, м^2	–	10 800	
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}$, м^2	–	–	
13	Расчетная площадь (общественного здания)	$A_{р}$, м^2	–	8068	
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}$, м^3	–	54 100	
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}$, м$^{-1}$	–	0,32	
16	Коэффициент остекленности фасада здания	f	Не более 0,25	0,33	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Норма-тивное значение	Расчетное (проектное) значение	Факти-ческое значе-ние
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания,	$A_{огр.сум}$, м^2	–	17 290	
	в том числе: — фасада отапливаемой части здания	$A_{фас}$	–	7078	
	— стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст.}$	–	4690	
	— окон и балконных дверей	$A_{ок}$	–	1030	
	— витражей	$A_{витр}$	–	1303	
	— фонарей	$A_{фон}$	–	302	
	— входных дверей и ворот	$A_{вх.дв}$	–	55	
	— покрытий (совмещенных)	$A_{покр}$	–	4780	
	— чердачных перекрытий	$A_{черд}$			
	— перекрытий над техническими подпольями	$A_{цок}$	–	5130	
	— перекрытий над проездами и эркерами	$A_{эрк}$			
	— пола по грунту	$A_{гр}$			

4. Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе для:	$R_{0.}^{пр}$, м²·°С/Вт			
	— стен	$R_{ст.}^{пр}$	3,13	2,77	
	— окон и балконных дверей	$R_{ок.}^{пр}$	0,52	0,56	
	— витражей	$R_{витр.}^{пр}$	0,52	0,47	
	— фонарей	$R_{фон.}^{пр}$	0,37	0,47	
	— входных дверей и ворот	$R_{вх.дв.}^{пр}$	0,79	0,79	
	— покрытий (совмещенных)	$R_{ст.}^{пр}$	4,67	4,34	
	— чердачных перекрытий («холодного» чердака)	$R_{черд.}^{пр}$			
	— перекрытий теплых чердаков (эквивалентное)	$R_{т.черд.}^{пр}$			
	— перекрытий над техническими подпольями или неотапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{цок.}^{пр}$	4,12	2,97	
	— перекрытий над проездами и под эркерами	$R_{эрк.}^{пр}$			
	— пола по грунту	$R_{гр.}^{пр}$			
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию:	$R_{а}^{пр}$, м²·ч/кг			
	— окон	$R_{а.ок}$		1,02	
	— витражей	$R_{а.витр}$		1,20	
	— входных наружных дверей	$R_{а.вх.дв}$		0,16	
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр.}^{пр}$, Вт/(м²·°С)	–	0,565	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н.}^{р}$ / $t_{н.от.п.}^{ср}$)	$K_{инф.усл}^{р/ср}$, Вт/(м2·°С) $K_{инф.инт.}^{ср}$		0,067 / 0,042 0,409	
22	Кратность воздухообмена здания при испытании (на Δр = 50 Па)	n_{50}, $ч^{-1}$		–	

5. Теплоэнергетические показатели в отопительный период

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр}^{год}$, кВт·ч		1 158 900	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент.}^{год}$, кВт·ч		838 920	
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{тп}^{год}$, кВт·ч		1 997 820	
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании (квартирах / нежилых помещениях)	$q_{быт}$, Вт/м^2		8,17	
27	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}$, кВт·ч		338 540	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс}^{год}$, кВт·ч		248 297	
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергетической эффективности)	$Q_{от+вент}^{год}$, кВт·ч		1 753 560	
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление и инфилтрацию в нерабочее время за ОП	$Q_{огр+инф.}^{год}$, кВт·ч		1 219 410	

6. Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ	0,1–0,15	–
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7–1,0	0,8 — окна, 1 — витражи
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		0,75
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		0,51

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8	0,8
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	$\beta_{тп}$	1,05–1,13	1,13

7. Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	Мощность систем инженерного оборудования:			
	— требуемая для отопления и вентиляции (естест.)	$Q_{от.}^{р.тр}$	кВт	484
	— требуемая для горячего водоснабжения	$Q_{гв}^{макс}$	кВт	–
	— установленная для механической вентиляции	$Q_{вент.}^{р.пр}$	кВт	930
	— установленная для воздушно-тепловых завес	$Q_{т.з.}^{р.пр}$	кВт	–
	— используемая для электроснабжения здания (без розеточной сети),	$N_{эл}$	кВт	317
	в т. ч. на общедомовые нужды, из них:	$N_{об.дом}$	кВт	–
	— на освещение (для общественных зданий всех помещений)	$N_{осв}$	кВт	270
	— лифтовое оборудование	$N_{лифт}$	кВт	–
	— отопление и водоснабжение	$N_{от+гвс}$	кВт	0,67
	— вентиляцию	$N_{вент}$	кВт	46,2
	— кондиционирование (охлаждение)	$N_{конд}$	кВт	–
39	Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в отопительный период	$Q_{гв.}^{ср}$	кВт	16,8
40	Средний суточный расход:			
	— природного газа	$V_{пг}^{сут}$	м^3/сут	–
	— холодной воды	$G_{хв}^{сут}$	м^3/сут	–
	— горячей воды	$G_{гв}^{сут}$	м^3/сут	1,1
	— электроэнергии на общественное здание (без учета розеточного потребления)	$E_{эл.о/д.}^{сут}$	кВт·ч	1010

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
41	Удельный расчетный часовой расход тепловой энергии на м^2 площади квартир (полезной площади нежилых помещений):			
	— на отопление и вентиляцию (инфильтрацию)	$q_{от}$	Вт/м^2	44,8
	— на механическую приточную вентиляцию	$q_{вент}$	Вт/м^2	86,1
42	Удельная объемная тепловая характеристика здания	$q_т$	Вт/(м^3·°С)	0,19

8. Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание:			
	— тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания с учетом авторегулирования	$Q_{от+вент.}^{год}$	МВт·ч	1754
	— тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания	$Q_{от+инф.}^{год}$	МВт·ч	1219
	—тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.}^{год}$	МВт·ч	120
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$Q_{вент.}^{год}$	МВт·ч	839
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$Q_{т.з.}^{год}$	МВт·ч	–
	— электрической энергии зданием в целом, в том числе:	$E_{эл.сум.}^{год}$	МВт·ч	306
	— на общедомовые нужды (без эн.сбереж./ с эн.сб.):	$E_{эл.об.дом.}^{год}$	МВт·ч	–
	— освещение мест общего пользования	$E_{эл.осв.}^{год}$	МВт·ч	202,5
	— силовое оборудование лифтов	$E_{эл.лифт.}^{год}$	МВт·ч	–
	— силовое оборуд. сист. отопления и гвс	$E_{эл.от+гвс.}^{год}$	МВт·ч	3,41
	— силовое оборудование систем вентиляции	$E_{эл.вент.}^{год}$	МВт·ч	100
	— на кондиционирование (охлаждение)	$E_{эл.конд.}^{год}$	МВт·ч	–
	— природного газа	$Q_{пг}^{год}$	тыс. м^3	–

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
44	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов:			
	— тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома (общественного здания)	$q_{от+вент.}^{год}$	кВт·ч/м^2	162,4
	— тепловой энергии на горячее водоснабжение	$q_{гв.}^{год}$	кВт·ч/м^2	11,1
	— то же, с квартирными водосчетчиками	$q_{гв.кв.в.сч.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания с механической приточной вентиляцией	$q_{от+инф.}^{год}$	кВт·ч/м^2	112,9
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$q_{вент.}^{год}$	кВт·ч/м^2	77,7
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$q_{т.з.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— электрической энергии в здании (без / с эн.сб.),	$q_{эл.сум.}^{год}$	кВт·ч/м^2	28,3
	в том числе:			
	— на общедомовые нужды	$q_{эл.об.дом.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— на кондиционирование (охлаждение)	$q_{эл.конд.}^{год}$	кВт·ч/м^2	–
	— природного газа	$q_{пг}^{год}$	м^3/м^2	–
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление негазифицированным зданием (с пересчетом электроэнергии в тепловую с коэф. $\theta = 2{,}5$)	$q_{т+эл.сум}^{год}$	кВт·ч/м^2	235,5
	— то же, без электропотребления квартир	$q_{т+эл.об.дом}^{г}$	кВт·ч/м^2	–
46	Удельное годовое энергопотребление здания (в пересчете на первичное топливо):			
	— негазифицированного	$q_{т+эл.}^{сум.}$ год.п	кг у.т./м^2	
	— газифицированного	$q_{т+эл+пг.}^{год.п}$	кг у.т./м^2	

9. Показатели и класс энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
47	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СНиП 23-02-2003	$q_{от+вент.}^{год}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]	Не более 163	162,4
48	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		***С***	***С***
49	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА
50	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного зд. с учетом проектного значения расхода т.эн. на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент.}^{год.пр}$, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3]	Не более 163·1,1= 179,3	153,6
51	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			ДА
52	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности	$q_{от+вент+гв.}^{год,}$ кВт·ч/м^2	160	164,7 ДА
53	Фактически измеренный удельный годовой расход на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв}^{год.изм,}$ кВт·ч/м^2		

10. Сведения об оснащенности приборами учета

54	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета (при централизованном снабжении):		
	— электрической энергии	шт.	один
	— тепловой энергии	шт.	один
	— газа	шт.	–
	— воды	шт.	один
55	Оснащенность квартир приборами учета:		
	— электрической энергии	%	–
	— тепловой энергии	%	–
	— газа	%	–
	— воды	%	–

56	**Паспорт заполнен**	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Приложение К
(справочное)

Пример составления энергетического паспорта для установления класса энергоэффективности проекта высотного здания многофункционального назначения
(*по требованиям, действующим до 2011 г.*)

Пояснительная записка

К.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

К.1.1. Многофункциональный деловой центр на участке 12 «Москва-Сити» включает в себя трехэтажную стилобатную часть, 72-этажную башню высотой 308,9 м и пять подземных уровней. По высоте здание разделено техническими зонами, которые располагаются на уровне 4, 25, 49, 50, 71, 72-го этажей. В стилобатной части комплекса расположены помещения общественного назначения и арендуемые помещения; с 5-го по 50-й этажи — офисы с высотой между этажами 4,425 м; 51-й этаж — фитнес-центр; с 52-го по 70-й этажи — апартаменты с высотой этажа 3,8 м.

Первый этаж занимают торговая зона и входная часть, которая запроектирована с обособленными входными группами в офисную и торговую зоны, зону апартаментов, с въездами-выездами в подземные автостоянки, загрузочным блоком. Также на первом этаже размещены помещения службы эксплуатации и технические помещения.

На третьем этаже (отметка 6,85 м) размещены арендуемые помещения общественного питания.

К.1.2. Фасады здания выполняют из ограждающих конструкций фасадной системы, состоящей из светопрозрачной и глухой частей в алюминиевых профилях.

К.1.3. Объемно-планировочные показатели**:**

— строительный объем здания — 973 150 м^3,

в том числе отапливаемая надземная часть с минус первым этажом — 828 500 м^3;

подземная часть с $t_в$ менее 12 °С — 144 650 м^3;

— общая площадь здания (по внутреннему контуру наружных стен) — 212 900 м^2,

в том числе надземная часть — 162 027 м^2;

— количество гостиничных апартаментов — 149;

— полезная площадь надземных помещений с минус первым этажом — 151 469 м^2;

в том числе: стилобат — 31 208 м^2,

первая зона офисов — 50 712 м^2,

вторая зона офисов — 50 712 м^2,

фитнес-центр — 1571 м^2,

апартаменты — 17 266 м^2;

— расчетная площадь помещений — 128 666 м^2,

в том числе: стилобат — 26 840 м^2,

первая зона офисов — 44 100 м^2,

вторая зона офисов — 44 100 м^2,

фитнес-центр — 1366 м^2,

апартаменты — 12 260 м^2.

К.2. Теплозащита здания

К.2.1. Климатические параметры

К.2.1.1. Расчетная температура воздуха в помещениях принята следующим образом:

— стилобат, включая минус первый этаж (магазины, вестибюли, холлы), — 18 °С;

— офисы — 20 °С;

— фитнес-центр — 27 °С;

— апартаменты (жилая часть) — 22 °С.

К.2.1.2. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и теплозащиты здания принята следующим образом:

— для помещений до потолка 25-го этажа — −28 °С;

— выше — −30 °С.

К.2.1.3. Среднюю температуру наружного воздуха в отопительный период и продолжительность отопительного периода принимают по СНиП 23-01-99*:

— стилобат — −3,1 °С; 214 сут;

— помещения офисов до потолка 25-го этажа — −3,4 °С; 223 сут;

— помещения второй зоны офисов до отметки 220,3 м — −3,8 °С; 227 сут;

— апартаменты, фитнес-центр — −2,9 °С; 244 сут.

К.2.1.4. Расчет теплозащиты здания выполняют на величину градусо-суток отопительного периода ГСОП:

— стилобат: (18 + 3,1) · 214 = 4515 °С·сут;

— первая зона офисов до потолка 25-го этажа (отметка 108,2 м):

(20 + 3,4) · 223 = 5218 °С·сут;

— вторая зона офисов с 26-го по пол 51-го этажа (отметка 220,3 м):

(20 + 3,8) · 227 = 5403 °С·сут;

— помещения фитнес-центра (51-й этаж): (27 + 2,9) · 244 = 7296 °С·сут;

— помещения апартаментов (отметка 224,1–308,9 м):

(22 + 2,9) · 244 = 6076 °С·сут.

Средняя величина пропорционально полезной площади помещений надземной части здания для расчета величин приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений при средней длительности отопительного периода 227 суток составит:

$ГСОП_{ср.}$ = (4515 · 31 208 + 5218 · 50 712 + 5403 · 50 712 + 7296 · 1571 + + 6076 · 17 266) / 151 469 = 5255 °С·сут.

К.2.1.5. В отапливаемый объем здания для оценки энергетической эффективности включают надземную часть комплекса (стилобат, офисы, помещения фитнес-центра, апартаменты) и помещения общественного назначения минус первого этажа (подземный уровень).

К.2.1.6. Подземный гараж-автостоянку рассматривают как производственное помещение и в оценку теплозащиты здания не включают, т. к. расчетная температура внутреннего воздуха в нем ниже 12 °С (СНиП 23-02-2003, пункт 5.1).

К.2.2. Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

К.2.2.1. Наружные стены типа 1 (стены стилобатной части здания) — монолитные железобетонные, плотностью ρ_o = 2500 кг/м^3, с эксплуата-

ционным коэффициентом тепло-проводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной δ = 200 мм; с внутренней стороны предусмотрена цементно-песчаная штукатурка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной δ = 20 мм; с наружной стороны стены утепляют минераловатными плитами из базальтового волокна на синтетическом связующем плотностью 90–125 кг/м^3, толщиной δ = 150 мм, с ветрозащитной мембраной, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам Б $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С); вентилируемый воздушный зазор толщиной 60 мм с последующей облицовкой керамо-гранитными плитами или натуральным камнем по навесной фасадной системе с воздушным зазором.

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности, учитывающего влияние таких теплопроводных включений, как наличие элементов металлических креплений, влияние откосов проемов окон и дверей, углов стен, элементов крепления и других теплопроводных включений, r = 0,75 находится по формуле (2) настоящего стандарта:

$$R_{o.ст.1}^{пр} = 0{,}75\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}02}{0{,}93}+\frac{0{,}20}{2{,}04}+\frac{0{,}15}{0{,}045}+\frac{1}{10{,}8}\right) = 2{,}75\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что отвечает требованиям теплозащиты для стен зданий общественного назначения с принятой средней расчетной температурой внутреннего воздуха для выбора системы теплозащиты 20 °С: $R_{o.ст.1}^{тр}$ = 2,68 м^2·°С/Вт в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02-2003.

К.2.2.2. Наружные стены типа 2 — утепленные, глухие (непрозрачная часть) в местах междуэтажных перекрытий и в районе подвесных потолков этажей, состоят из стеклянных витражных фасадов, с внутренней стороны помещений зашивка листовым материалом —гипсокартоном с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,23 Вт/(м·°С), толщиной δ = 12 мм. Основным элементом глухой части является короб общей толщиной δ = 207 мм, изготовленный из оцинкованного стального листа толщиной δ = 1,5 мм, который плотно заполнен негорючим утеплителем из минеральной ваты плотностью $\rho_о$ = 90 кг/м^3 (не ниже 75 кг/м^3), толщиной δ = 200 мм, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параме-

трам Б $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С). С внешней стороны (со стороны фасада) короб закрывают стальным оцинкованным листом толщиной δ = 1,5 мм с дополнительной установкой через воздушную прослойку толщиной около 60 мм (термическое сопротивление R_k = 0,14 м²·°С/Вт согласно СП 23-101) слоя закаленного стекла с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,76 Вт/(м·°С), толщиной δ = 10 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче глухих участков фасада с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,75 составит:

$$R_{o.ст.2}^{пр} = 0{,}75\left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}012}{0{,}23} + \frac{0{,}20}{0{,}045} + 0{,}14 + \frac{0{,}01}{0{,}76} + \frac{1}{23}\right) = 3{,}6 \text{ м}^2 \bullet \text{°С/Вт}.$$

В соответствии с результатами теплофизических измерений ограждающей непрозрачной конструкции для фасадных систем конкретного производства (непрозрачная часть), приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{o.ст.2}^{пр}$ = 3,2 м²·°С/Вт. Эту величину принимают в дальнейших расчетах. Она соответствует требуемому в табл. 4 значению при $ГСОП_{ср.}$ = 5255 °С·сут: для офисов — не менее 2,8 м²·°С/Вт, апартаментов — 3,2 м²·°С/Вт.

К.2.2.3. Внутренние стены минус первого этажа между помещениями с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха 18 °С и помещениями автостоянки с принятой температурой внутреннего воздуха в ней для расчета системы теплозащиты 10°С — монолитные железобетонные стены с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С) и толщиной δ = 250 мм, оштукатуренные с двух сторон цементно-песчаным раствором с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С), толщиной δ = 30 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких стен составит:

$$R_{o.ст.3} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{0{,}25}{2{,}04} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{1}{12} = 0{,}39 \text{ м}^2 \bullet \text{°С/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче внутренних стен с учетом разности температур в помещениях при коэффициенте n = (18 – 10) / / (18 + 28) = 0,174 (формула 3):

$R_{о.ст.3.}^{экв} = R_{о.ст.3} / n = 0{,}39 / 0{,}174 = 2{,}24$ Вт/(м²·°С).

К.2.2.4. Покрытие стилобата — плоская эксплуатируемая кровля: на монолитную железобетонную плиту с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б = 2{,}04$ Вт/(м·°С), толщиной 190 и 270 мм наносится уклонообразующая стяжка из керамзито-бетона плотностью $\rho_о = 100$ кг/м³, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б = 0{,}41$ Вт/(м·°С), толщиной 30 – 190 мм; выравнивающая цементно-песчаная стяжка с $\lambda_Б = 0{,}93$ Вт/(м·°С) толщиной $\delta = 20$ мм; пароизоляция, геотекстиль, утеплитель — экструдиронный пенополистирол плотностью $\rho_о = 35$ кг/м³, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б = 0{,}03$ Вт/(м·°С) в соответствии с СП 23-101-2004, толщиной $\delta = 150$ мм; противокорневой фильтрующий слой — щебень толщиной $\delta = 60$ мм, сухая цементно-песчаная смесь толщиной $\delta = 60$ мм; мощение из бетонных тротуарных плит или бетонное покрытие толщиной $\delta = 60$ мм. На отдельных участках кровли стилобата засыпка грунтом толщиной 450–600 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких покрытий с учетом ограничения конструкции слоем пенополистирола и r = 0,95 составит:

$$R_{о.пок.1}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}19}{2{,}04} + \frac{0{,}11}{0{,}41} + \frac{0{,}02}{0{,}93} + \frac{0{,}15}{0{,}03} + \frac{1}{23}\right) = 5{,}26 \text{ м}^2 \bullet \text{°С/Вт},$$

что отвечает требованиям теплозащиты как для покрытий зданий общественного назначения с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха 18 °С и величиной градусо-суток 4515 °С·сут — не менее 3,41 м²·°С/Вт в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02-2003, так и для верхнего технического этажа высотной части здания при $ГСОП_{ср.} = 5255$ °С·сут — не менее 3,7 м²·°С/Вт.

К.2.2.5. Покрытие верхнего этажа с кровлей из оцинкованной стали состоит из монолитной железобетонной плиты толщиной 190 и 275 мм на разных участках, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б = 2{,}04$ Вт/(м·°С); пароизоляция; стяжка из цементно-песчаного раствора с $\lambda_Б = 0{,}93$ Вт/(м·°С) средней толщиной $\delta = 100$ мм; утеплитель — минераловатные плиты плотностью $\rho_о = 145$ кг/м³, толщиной $\delta = 200$ мм, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам

Б $\lambda_Б$ = 0,046 Вт/(м·°С); супердиффузионная мембрана; контррейка с шагом 500 мм; обрешетка для крепления кровельных листов; оцинкованный кровельный лист из нержавеющей стали; на отдельных участках покрытие в виде лотка из оцинкованной кровельной стали.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит:

$$R_{о.пок.2}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}19}{2{,}04}+\frac{0{,}10}{0{,}93}+\frac{0{,}20}{0{,}046}+\frac{1}{23}\right) = 4{,}47\ м^2 \bullet °С/Вт,$$

что также отвечает требованиям теплозащиты для покрытий зданий общественного назначения (см. К.2.2.4).

К.2.2.6. Перекрытие (конструкция пола) между помещениями общественного назначения с расчетной температурой внутреннего воздуха 20°С и подземной автостоянкой с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха в ней 10 °С — керамическая плитка или линолеум по цементно-песчаной стяжке с $\lambda_Б$ = 0,93 Вт/(м·°С) общей толщиной δ = 50 мм; гидроизоляция; слой экструдированного пенополистерола плотностью $\rho_о$ = 45 кг/м^3, с коэффициентом теплопроводности в соответствии с СП 23-101 $\lambda_Б$ = 0,032 Вт/(м·°С), толщиной δ = 30 мм по монолитной железобетонной плите перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной δ = 250 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности r = 0,95 составит:

$$R_{о.пер.}^{пр} = 0{,}95\left(\frac{1}{8{,}7}+\frac{0{,}05}{0{,}93}+\frac{0{,}03}{0{,}032}+\frac{0{,}25}{2{,}04}+\frac{1}{6}\right) = 1{,}32\ м^2 \bullet °С/Вт.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом разности температур внутреннего воздуха в помещениях при коэффициенте n = (18 – 10) / (18 + 28) = 0,174):

$$R_{о.пер.}^{экв} = R_{о.пер.}^{пр} / n = 1{,}32 / 0{,}174 = 7{,}59\ Вт/(м^2 \cdot °С),$$

что отвечает требованиям теплозащиты для перекрытий зданий общественного назначения: не менее 2,9 м^2·°С/Вт в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02-2003.

К.2.2.7. Остекление здания в виде витражей, состоящих из однокамерного стеклопакета, включающего наружное закаленное стекло толщиной δ = 10 мм и внутреннее триплексное стекло толщиной не менее δ = 12 мм с низкоэмиссионным покрытием, с межстекольным расстоянием δ = 14 мм, заполненным аргоном (типа СПО 103-14Ar-И13СМ3), в алюминиевых термоэффективных профилях, которые должны обеспечивать абсолютную герметичность при креплении в них стеклопакетов.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого заполнения светового проема в соответствии с результатами теплофизических испытаний, проведенных НИИСФ РААСН (Протокол от 11 февраля 2008 г.), составляет $R_{о.ок.}^{пр}$ = 0,65 м^2·°С/Вт.

Остекление здания не имеет открывающихся частей.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачного остекления, используемого при строительстве высотного здания, в соответствии с техническим заданием должно быть не менее требуемых значений, определяемых в зависимости от функционального назначения помещений и их положения по высоте здания, а также требований 5.11 СНиП 23-02, по которому в общественных зданиях с коэффициентом остекления фасада ($f = A_{витр}/A_{фас}$ = 29 175 / 60 387 = 0,48, см. энергетический паспорт) выше 25% приведенное сопротивление теплопередаче витражных систем должно быть не менее 0,65 м^2·°С/Вт.

Воздухопроницаемость при ΔР = 100 Па по результатам испытаний НИИСФ РААСН составила 0,1 кг/м^2·ч·Па. Сопротивление воздухопроницанию должно быть не менее 1,5 м^2·ч·Па/кг при разности давлений ΔР = 10 Па.

К.2.2.8. Светопрозрачное покрытие наклонной кровли и зенитные фонари — однокамерные стеклопакеты из закаленного стекла и триплексного стекла аналогично основному остеклению в металлическом каркасе: $R_{о.фон.}^{пр}$ = 0,65 м^2·°С/Вт. В покрытии предусмотрена установка автоматически открывающихся люков дымоудаления с электроприводом.

К.2.2.9. Наружные входные двери — остекленные, с двухкамерным стеклопакетом, и глухие (металлические, утепленные). Приведенное сопротивление теплопередаче в соответствии с техзаданием должно быть не менее $R_{о.дв.вх.}^{пр}$ = 0,84 м^2·°С/Вт.

К.2.2.10. Стены в земле минус первого этажа — монолитные железобетонные, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 2,04 Вт/(м·°С), толщиной δ = 300 мм; утепляют с наружной стороны плитами экструдированного пенополистирола плотностью $\rho_о$ = 45 кг/м^3, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_Б$ = 0,032 Вт/(м·°С), толщиной δ = 50 мм. Утепляют только первую зону на глубину 2 м.

Термическое сопротивление стен в земле согласно СП 31-101 составит:

$$R_{ст.\,гр} = \frac{0{,}3}{2{,}04} + \frac{0{,}05}{0{,}032} = 1{,}71 \text{ м}^2 \bullet \text{°С/Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче не утепленных стен в земле по зонам в соответствии со СНиП 41-01 составит: I зона — 2,1 м^2·°С/Вт; II зона — 4,3 м^2·°С/Вт; III зона — 8,6 м^2·°С/Вт. Поэтому приведенное сопротивление теплопередаче стен в земле I зоны площадью 650 м^2 будет $R_{о.ст.1з.}{}^{пр}$ = 2,1 + +1,71 = 3,81 м^2·°С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче всех стен в земле по СП 31-101 (среднее значение по высоте минус первого этажа) составит:

$$R_{о.ст.гр.}{}^{пр} = \frac{1\,974}{\frac{650}{3{,}81} + \frac{650}{4{,}3} + \frac{674}{8{,}6}} = 4{,}93 \text{ м}^2 \bullet \text{°С/Вт}.$$

К.2.3. Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений здания определяют по формуле (4):

$$K_{тр.}{}^{пр} = \frac{\frac{4\,945}{2{,}75} + \frac{25\,690}{3{,}20} + 0{,}174 \cdot \frac{270}{0{,}39} + \frac{29\,175}{0{,}65} + \frac{1\,743}{0{,}65} + \frac{307}{0{,}84} + \frac{6\,053}{5{,}26} + \frac{931}{4{,}47} + 0{,}174 \cdot \frac{7\,324}{1{,}32} + \frac{1\,974}{4{,}93}}{78\,412}$$

= 0,773 Вт/(м^2·°С).

К.2.4. Расчет воздухообмена в здании

К.2.4.1. При расчете воздухообмена в высотных зданиях учитывают следующие их отличия от обычных многоэтажных зданий высотой до 25

этажей:

— во избежание врывания наружного воздуха через входные двери в вестибюлях с помощью систем механической вентиляции создают подпор как в рабочее, так и в нерабочее время. При этом в нерабочее время подпор можно организовать посредством подачи меньшего количества воздуха, т. к. вытяжные установки отключены и закрыты воздушные клапаны на выбросе. Таким образом, количество инфильтрующегося воздуха через входные двери можно не учитывать;

— здание разделяют по вертикали на отсеки высотой 50–90 м. В связи с этим гравитационную составляющую при определении разности давлений между наружным и внутренним воздухом следует принимать исходя из высоты каждого отдельного отсека. Ветровая составляющая будет различна для каждого отсека и должна приниматься на высоте середины каждого отсека с учетом надбавки к скорости ветра на уровне 10 м от уровня земли, предусмотренной таблицей В.2 приложения В настоящего стандарта;

— из-за высокой герметичности ограждений (с сопротивлением воздухопроницанию до 1,5 м^2·ч/кг при разности давлений в 10 Па) инфильтрация недостаточна для ассимиляции вредностей, выделяемых мебелью, синтетическими покрытиями и другим оборудованием в нерабочее время. Для интенсификации воздухообмена целесообразно включать вентиляцию за два часа до начала работы. Поэтому с учетом отключения вентиляции на час позже после окончания рабочего дня работу приточной системы следует принимать в офисах длительностью 12 ч в день при пятидневной рабочей неделе, в апартаментах — 24 ч без выходных, в ресторанах, магазинах, физкультурно-оздоровительных центрах — 12 ч в день без выходных.

К.2.4.2. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций (Па) определяют в соответствии с п. 7.16 Стандарта, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

— для окон и витражей здания:

$$\Delta P_{витр.} = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0,03 \cdot \gamma_н \cdot v^2, \qquad (10)$$

— для входных дверей в здание:

$$\Delta P_{вх.дв.} = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0,03 \cdot \gamma_н \cdot v^2, \qquad (13)$$

где ***H*** — высота зоны от пола нижнего этажа до потолка верхнего, м;

$\tilde{a}_н$ — удельный вес наружного воздуха, Н/м^3 (формула 11); в расчетных условиях при $t_н$ = –28°С $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 28) = 14,13 Н/м^3; при $t_н$ = –30°С $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 30) = 14,25 Н/м^3; при средней температуре отопительного периода $t_{н.от.п}$ = –2,9°С $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 2,9) = 12,82 Н/м^3; $t_{н.от.п}$ = –3,1°С $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 3,1) = 12,83 Н/м^3; при $t_{н.от.п}$ = –3,4° $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 3,4) = 12,84 Н/м^3; при $t_{н.от.п}$ = –3,8°С $\tilde{a}_н$ = 3463 / (273 – 3,8) = 12,86 Н/м^3;

$\tilde{a}_в$ — удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3 (формула 12); при определении инфильтрации через окна для расчетной температуры $t_в$ = 18°С $\tilde{a}_в$ = 3463 / (273 + 18) = 11,90 Н/м^3; для средней температуры воздуха за отопительный период при $t_в$ = 20°С $\tilde{a}_в$ = 3463 / (273 + 20) = 11,82 Н/м^3; для температуры $t_в$ = 22 °С $\tilde{a}_в$ = 3463 / (273 + 22) = 11,74 Н/м^3; для температуры $t_в$ = 27 °С $\tilde{a}_в$ = 3463 / (273 + 27) = 11,54 Н/м^3; через входные двери в здание при $t_в$ = 16 °С $\tilde{a}_в$ = 3463/(273 + 16) = 11,98 Н/м^3;

v — расчетная скорость ветра, м/с; на уровне 10 м от земли для Москвы v = 4,9 м/с; при среднезимних условиях v = 3,8 м/с (СНиП 23-01-99*); при большей высоте скорость принимают в соответствии с табл. В.2 приложения В.

Принимая за нижнюю границу зоны потолок предыдущего технического этажа, получают следующие расчетные параметры по скорости ветра (в числителе — для определения расчетного расхода тепловой энергии на отопление, в знаменателе — при среднезимних условиях):

— стилобатная часть (до пятого этажа): Н = 15,7 м; v = 4,9 / 3,8 м/с;

— первая зона офисов (5–25-й этажи): Н = 92,5 / 62,0 м (в числителе — высота зоны, в знаменателе — высота от уровня земли до середины зоны); скорость ветра v = 7,6 / 6,5 м/с;

— вторая зона офисов (26–50-й этажи): Н = 112,1 / 164,2 м; v = 9,8 / 8,4 м/с;

— третья зона — апартаменты (52–72-й этажи): Н = 84,8 / 266,5 м; v = 11,3 / 9,5 м/с;

— фитнес-центр (51-й этаж): Н = 88,6 / 222,2 м; v = 10,0 / 8,5 м/с.

Соответственно по формуле (10) для ограждений здания в расчетных условиях по зонам получается:

$\Delta p_{стил}^{р}$= 0,28 · 15,7 (14,13 – 11,90) + 0,03 · 14,13 · 4,9^2 = 20,0 Па;

$\Delta p_{оф.1з}^{р}$ = 0,28 · 92,5 (14,13 – 11,82) + 0,03 · 14,13 · 7,6^2 = 84,3 Па;

$\Delta p_{оф.2з}^{р} = 0{,}28 \cdot 112{,}1\ (14{,}25 - 11{,}82) + 0{,}03 \cdot 14{,}25 \cdot 9{,}8^2 = 117{,}3$ Па;

$\Delta p_{апарт}^{р} = 0{,}28 \cdot 84{,}8\ (14{,}25 - 11{,}74) + 0{,}03 \cdot 14{,}25 \cdot 11{,}3^2 = 114{,}2$ Па;

$\Delta p_{фитн}^{р} = 0{,}28 \cdot 88{,}6\ (14{,}25 - 11{,}54) + 0{,}03 \cdot 14{,}25 \cdot 10^2 = 110{,}0$ Па.

То же при средней температуре отопительного периода:

$\Delta p_{стил}^{ср} = 0{,}28 \cdot 15{,}7\ (12{,}83 - 11{,}90) + 0{,}03 \cdot 12{,}83 \cdot 3{,}8^2 = 9{,}6$ Па;

$\Delta p_{оф.1з}^{ср} = 0{,}28 \cdot 92{,}5\ (12{,}84 - 11{,}82) + 0{,}03 \cdot 12{,}84 \cdot 6{,}5^2 = 42{,}7$ Па;

$\Delta p_{оф.2з}^{ср} = 0{,}28 \cdot 112{,}1\ (12{,}86 - 11{,}82) + 0{,}03 \cdot 12{,}86 \cdot 8{,}4^2 = 59{,}9$ Па;

$\Delta p_{апарт}^{ср} = 0{,}28 \cdot 84{,}8\ (12{,}82 - 11{,}74) + 0{,}03 \cdot 12{,}82 \cdot 9{,}5^2 = 60{,}4$ Па;

$\Delta p_{фитн}^{ср} = 0{,}28 \cdot 88{,}6\ (12{,}82 - 11{,}54) + 0{,}03 \cdot 12{,}82 \cdot 8{,}5^2 = 59{,}5$ Па.

К.2.4.3. Количество инфильтрующегося воздуха, прошедшего через эти ограждения под действием расчетной разности давлений, находится решением уравнения (8), для которого площадь витражей делится на зоны (из проекта), а расчетное сопротивление воздухопроницанию принимается со значением $R_и = 1{,}5$ м²·ч/кг:

$$G_{инф.}^{р} = G_{инф.стил.}^{р} + G_{инф.оф1}^{р} + G_{инф.оф2}^{р} + G_{инф.ап.}^{р} + G_{инф.фит.}^{р} =$$

$$= \frac{3\,261\left(\frac{20{,}0}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9\,750\left(\frac{84{,}3}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9\,750\left(\frac{117{,}3}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 6\,302\left(\frac{114{,}2}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 112\left(\frac{110{,}0}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}5} = 87\,128 \text{ кг/ч.}$$

То же при среднезимних условиях: $G_{инф.}^{ср} =$

$$= \frac{3\,261\left(\frac{9{,}6}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9\,750\left(\frac{42{,}7}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9\,750\left(\frac{59{,}9}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 6\,302\left(\frac{60{,}4}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 112\left(\frac{59{,}5}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1{,}5} = 55\,138 \text{ кг/ч.}$$

К.2.4.4. Условный воздухообмен в апартаментах при норме 3 м³/ч на квадратный метр расчетной площади (жилых помещений) в соответствии с 7.15:

$$L_{вент.ап}^{ср} = 3 \cdot 12\,260 = 36\,780 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

К.2.4.5. В апартаментах предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция с круглосуточным режимом работы, поэтому при расчете теплозащиты условный воздухообмен для вентиляции по 7.15 складывают с объемом инфильтрующегося воздуха:

$G_{инф/вент.инт.ап.}^{ср} = L_{вент.ап.}^{ср} \cdot \rho_в + G_{инф.ап.}^{ср} = 36\,780 \cdot 1{,}2 + 14\,018 =$
$= 58\,150$ кг/ч,

где $\boldsymbol{\rho_в}$ — плотность внутреннего воздуха, по формуле (9) $\rho_в = 353 / (273 + 20)$ $=1{,}2$ кг/м^3.

К.2.4.6. В других помещениях общественного назначения с периодическим режимом работы при расчете эффективности теплозащиты находят интегральный за сутки воздухообмен, включающий в себя инфильтрацию в нерабочее время и условный нормативный воздухообмен в рабочие часы в соответствии с п. 8.4.

К.2.4.7. Условный воздухообмен в обеих зонах офисов в рабочее время при норме 4 м^3/ч наружного воздуха на м^2 расчетной площади составит при $A_р = 2 \cdot 44\,100$ м^2:

$$L_{вент.оф.\ раб.}^{ср} = 4 \cdot 2 \cdot 44\,100 = 352\,800 \text{ м}^3/\text{ч};$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции в офисах 12 ч в день при пятидневной рабочей неделе (п. 8.4):

$$G_{инф/вент.инт.оф.}^{ср} = \frac{352800 * 1{,}2 \bullet 10 \bullet \frac{5}{7} + (17\,191 + 21\,567)\frac{14 \bullet 5 + 24 \bullet 2}{7}}{24} = 53\,980 \text{ кг/ч}.$$

К.2.4.8. Условный воздухообмен в общественной зоне стилобата при норме воздухообмена также 4 м^3/ч на квадратный метр расчетной площади, которая составляет в целом по стилобату 26 840 м^2, будет:

$$L_{вент.стил.раб}^{ср} = 4 \cdot 26\,840 = 107\,360 \text{ кг/ч};$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных:

$G_{инф/вент.инт..стил.}^{ср} = (107\,360 \cdot 1{,}2 \cdot 12 + 2115 \cdot 12) / 24 = 65\,470$ кг/ч.

К.2.4.9. Условный воздухообмен в помещениях фитнес-центра при норме воздухо-обмена 10 м^3/ч на квадратный метр расчетной площади и с учетом плотности внутреннего воздуха при $t_в = 27°C$ $\rho_в = 353 / (273 + 27)=$ $=1{,}18$ кг/м^3 составит на расчетной площади 1366 м^2:

$G_{вент.фит.раб.}^{ср} = 10 \cdot 1366 \cdot 1{,}18 = 16\,120$ кг/ч;

а инфильтрации (из К.2.4.3): $G_{вент.фит.н/раб.}^{ср} = 112\left(\frac{59{,}5}{10}\right)^{\frac{2}{3}} = 247$ кг/ч.

Интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных:

$$G_{инф/вент.инт.фит.}^{ср} = \frac{16120 \bullet 12 + 247 \bullet 12}{24} = 8180 \text{ кг/ч.}$$

К.2.4.10. Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время и на нагрев вентиляционного воздуха в рабочее время при средней температуре отопительного периода (для оценки энергетической эффективности теплозащиты здания и системы его отопления), определяем с использованием формулы (17):

$K_{инф.общ.}^{усл.ср} = 0{,}28 \cdot \Sigma G_{инф/вент.инт}^{ср} \cdot c_a / A_{огр.сум} =$

$= 0{,}28 \cdot (58\ 150 + 153\ 980 + 65\ 470 + 8180) \cdot 1{,}006 / 78\ 412 =$

$= 1{,}027$ Вт/(м^2·°С).

К.3. Расчет потребности в тепловой энергии для отопления и вентиляции здания

К.3.1. Потребность в тепловой энергии для отопления и вентиляции здания многофункционального делового центра в течение отопительного периода определяют с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается приятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

К.3.2. Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции в отопительный период определяют по формуле (15):

$Q_{огр.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.}^{пр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0{,}024 \cdot 0{,}773 \cdot 5255 \cdot 78\ 412 =$

$= 7\ 644\ 450$ кВт·ч.

К.3.3. Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период определяют по формуле (16):

$Q_{инф/вент.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{инф.}^{усл.ср} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} =$

$= 0{,}024 \cdot 1{,}027 \cdot 5255 \cdot 78\ 412 = 10\ 156\ 330$ кВт·ч.

К.3.4. Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания в отопительный период определяют суммированием предыдущих показателей:

$Q_{огр.}^{год} + Q_{инф/вент.}^{год} = 7\ 644\ 450 + 10\ 156\ 330 = 17\ 800\ 780$ кВт·ч.

К.3.5. Бытовые (технологические) тепловыделения в здании принимают как тепловыделения от людей в размере 90 Вт/чел. (из расчета 10 м^2

расчетной площади на человека) со временем пребывания 8 ч в день при пятидневной рабочей неделе, от освещения — в соответствии с таблицей В.9 (приложение В) на м^2 расчетной площади 25 Вт при использовании 50% рабочего времени в офисах и 75% рабочего времени в других помещениях общественного назначения; от оргтехники и технологического оборудования — 10 Вт/м^2 расчетной площади при использовании 40% в рабочее время в офисах и 20% в других общественных помещениях. Бытовые тепловыделения в апартаментах на квадратный метр площади пола жилых помещений принимают равными 10 Вт/м^2.

Тогда удельные тепловыделения в час за средние сутки при коэффициенте неодновременности заполнения других помещений, равном 0,7, составят: $q_{быт} =$

$$= \frac{10 \bullet 24 \bullet 12\,260 + \left(\frac{90}{10} + 25 \bullet 0{,}5 + 10 \bullet 0{,}4\right) \bullet 88\,200 \bullet 8 \bullet \frac{5}{7} + \left(\frac{90}{10} + 25 \bullet 0{,}75 + 10 \bullet 0{,}2\right)(26\,840 + 1\,366) \bullet 12 \bullet 0{,}7}{24 \bullet 128\,666} = 7{,}4 \text{ Вт/м}^2.$$

Суммарные теплопоступления с бытовыми тепловыделениями в отопительный период определяют по формуле (18):

$$Q_{быт}^{ср} = 7{,}4 \cdot 128\,666 \cdot 227 \cdot 0{,}024 = 5\,187\,196 \text{ кВт·ч}.$$

К.3.6. Теплопоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (19) с учетом $\tau_1 = 0{,}8$; $\tau_2 = 0{,}54$ и интенсивности солнечной радиации по таблице МГСН 4.19-2005 для ориентации СВ/ЮЗ:

$Q_{инс.}^{год} = 121 \cdot 8040 + 262 \cdot 6918 + 300 \cdot 301 + 262 \cdot 7021 + 121 \cdot 6895 + 288 \cdot 1743) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}54 = 2\,614\,220$ кВт·ч.

К.3.7. Потребность в тепловой энергии для отопления и вентиляции здания в течение отопительного периода с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений $Q_{быт}^{год}$ и теплопоступлений от солнечной радиации $Q_{инс.}^{год}$ определяют по формуле (14), принимая $\nu = 0{,}8$; $\zeta = 0{,}95$ (для рассматриваемого здания с двухтрубной системой отопления с термостатами и центральным регулированием на вводе согласно п.8.1; $\beta_{тп} = 1{,}13$):

$$Q_{от+инф/вент.}^{год} = [17\,800\,780 - (5\,187\,196 + 2\,614\,220) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95] \cdot 1{,}13 = 13\,415\,025 \text{ кВт·ч}.$$

К.4. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период. Проверка соответствия показателей тепловой энергетической эффективности проекта здания нормативным требованиям, установление класса энергетической эффективности проекта здания

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в отопительный период:

$$q_{от+вент.}^{год.расч} = Q_{от+инф/вент.}^{год.расч} / A_{пол} = 13\ 415\ 025 / 151\ 469 =$$
$$= 88{,}6\ кВт{\cdot}ч/м^2,$$

а по отношению к среднем по всем помещениям здания градусо-суткам отопительного периода будет:

$$\boldsymbol{\theta}_{эн/эф}^{год.расч} = q_{от+вент.}^{год.расч} / ГСОП_{ср} = 88{,}6 \cdot 10^3 / 5255 =$$
$$= 16{,}9\ Вт{\cdot}ч/(м^2{+}^{o}C{+}сут),$$

что ниже базового значения по табл. А.3 (приложение А): $\boldsymbol{\theta}_{эн/эф}^{год.баз} = 18{,}4$ Вт·ч/(м^2+^{o}С+сут).

Отклонение по отношению к базовому требованию составляет:

$(16{,}9 - 18{,}4) \cdot 100 / 18{,}4 = -8{,}2\%$

Следовательно, запроектированное здание в соответствии с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011 г. № 161 **отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности С (Нормальный): величина отклонений от +5 до −10%.**

Энергетический паспорт проекта высотного многофункционального здания

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	Москва
Разработчик проекта	«Москва-Сити»
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	Индивидуальный

Назначение здания, серия	Многофункциональное (офисы, апартаменты, сервис-обслуживание)
Этажность, количество секций	72 этажа
Расчетное количество жителей или служащих	
Размещение в застройке	Среди зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона, отделка — витражи

2. Условия расчетные

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_в$	°С	18÷27
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_в$	°С	−28÷30
3	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период	$t_{н.от.п}$	°С	−2,9 ÷ −3,8
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от.п}$	сут	227
5	Средневзвешенное значение градусо-суток отопительного периода	*ГСОП*	°С· сут	5255
6	Расчетная температура начала/окончания отопительного периода	$t_{нI}$	°С	+8
7	Расчетная температура внутреннего воздуха в автостоянке	$t_{в.п}$	°С	10

3. Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Норма-тивное значение	Расчетное (проект-ное) зна-чение	Факти-ческое значение
8	Полезная площадь помеще-ний здания	$A_{пол}$, м^2	–	151 469	
9	Расчетная площадь помеще-ний	$A_р$, м^2	–	128 666	
10	Отапливаемый объем здания	$V_{от}$, м^3	–	828 500	
11	Высота здания до обреза кровли	H, м		308,9	
12	Показатель компактности здания	$K_{комп}$	< 0,2	0,09	
13	Коэф. остекленности фасада здания	f	< 0,25	0,48	

№ п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Норма-тивное значение	Расчетное (проект-ное) зна-чение	Факти-ческое значение
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{огр.сум}$, м^2	–	78 412	
	— фасада отапливаемой части здания	$A_{фас}$	–	60 387	
	— навесной витражной системы (светопрозрачная)	$A_{витр}$	–	29 175	
	— стен стилобатной части	$A_{ст.1}$	–	4945	
	— стен витражных непрозрачных, утепленных	$A_{ст.2}$	–	25 690	
	— стен внутр. от рампы минус 1-го эт.	$A_{ст.3}$	–	270	
	— стен в земле минус первого этажа	$A_{ст.гр}$	–	1974	
	— входных дверей и ворот	$A_{вх.дв}$	–	307	
	— покрытий (совмещенных) типа 1	$A_{покр.1}$	–	6053	
	— покрытий (совмещенных) типа 2	$A_{покр.2}$	–	931	
	— фонарей	$A_{фон}$	–	1743	
	— перекрытий над автостоянкой	$A_{пер.п}$	–	7324	
	— перекрыт. над проезд. и эркерами	$A_{пер.пр}$	–	–	
	— пол по грунту	$A_{п.гр}$	–	–	

4. Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Норма-тивное значение	Расчетное (проект-ное) зна-чение	Факти-ческое значение
15	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_{о.}^{пр}$, м²·°С/Вт	0,45–0,6	0,65	
	— навесной витражной системы (светопрозрачной)	$R_{о.витр.}^{пр}$	2,68	2,75	
	— стен стилобатной части	$R_{о.ст.1}^{пр}$	2,8–3,2	3,20	
	— стен витражных непрозрачных, утепленных	$R_{о.ст.2}^{пр}$	2,68	2,24	
	— стен внутренних от рампы –1 го эт.	$R_{о.ст.3}^{экв}$	2,68	4,93	
	— стен в земле минус первого этажа	$R_{о.ст.гр}^{пр}$	0,39	0,65	
	— фонарей	$R_{о.фон.}^{пр}$	0,8	0,84	
	— входных дверей и ворот	$R_{о.вх.дв}^{пр}$	3,41	5,26	
	— покрытий (совмещенных) типа 1	$R_{о.покр.1}^{пр}$	3,7	4,47	
	— покрытий (совмещенных) типа 2	$R_{о.покр.2}^{пр}$	–	–	
	— перекрытий чердачных	$R_{о.пер.ч}^{пр}$	3,0	7,59	
	— перекрытий над автостоянкой	$R_{о.пер.п}^{пр}$	–	–	
	— перекр. над проездами и эркерами	$R_{о.пер.пр}^{пр}$	–	–	
	— пола по грунту	$R_{о.гр}^{пр}$			
16	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр}^{пр}$, Вт/(м²·°С)	–	0,773	

№ п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
17	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: — окон — витражей — входных наружных дверей	$R_и$, м²·ч/кг $R_{и.ок}$ $R_{и.витр}$ $R_{и.дв.вх}$		– 1,5 0,16	
18	Условный инфильтрационно-вентиляционный коэффициент теплопере-дачи зд. при расчете эн/эф в ОП	$K_{инф/вент.}^{усл}$, Вт/(м²·°С)	–	1,027	
19	Кратность воздухообмена при заклеенных вентиляционных отверстиях (испытание при 50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$	–	–	

5. Показатели энергетические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
20	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции в ОП	$Q_{огр.}^{год}$, кВт·ч	–	7 644 450	
21	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации в ОП (оценка теплозащиты здания)	$Q_{вент+инф.}^{год}$, кВт·ч	–	10 156 330	

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
22	Удельные бытовые (технологические) тепловыделения в здании	$q_{быт}$, Вт/м^2	–	7,4	
23	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании в ОП	$Q_{быт}^{год}$, кВт·ч	–	5 187 196	
24	Теплопоступления в здание от солнечной радиации в ОП	$Q_{инс.}^{год}$, кВт·ч	–	2 614 220	
25	Расход тепловой энергии зданием на отопление и вентиляцию в ОП	$Q_{от+вент.}^{год}$, кВт·ч	–	13 415 025	

6. Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
26	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95	
27	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой эн.	ξ	–	–	
28	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7–1,0	$k_{витр}$=1,0	
29	Коэффициент затенения окон, витражей непрозрачными элементами	τ_1	–	$\tau_{1.витр}$ = 0,8	

30	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2	–	$\tau_{2.витр} =$ 0,54	
31	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений при превышении над теплопотерями	ν	0,8	0,8	

7. Показатели и класс тепловой энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и ед. измерения	Нормативное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
32	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания	$q_{от+вент.}^{год.}{}_{расч}$, кВт·ч/м^2	–	88,6	
33	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, отнесенный к градусосуткам ОП	$\theta_{эн/эф}^{год}$, Вт·ч/(м^2·°С·сут)	18,4	16,9	
34	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания			***С***	
35	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА	

36	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Библиография

[1]	Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ	О техническом регулировании
[2]	Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ	Технический регламент о безопасности зданий и сооружений
[3]	Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ	Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации
[4]	Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18	Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов

[5] Методические рекомендации по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства. М., 1999 г.

[6] Методологическое положение по расчету топливно-энергетического баланса РФ в соответствии с международной практикой

[7] МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодоэлектроснабжения»

[8] МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве»

ОКС 27.010

Ключевые слова: энергетический паспорт проекта здания, класс энергетической эффективности, энергетическая эффективность здания

Издание официальное

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ
И РАСЧЕТУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА
ПРОЕКТА ЖИЛОГО И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

СТО НОП 2.1-2014

Тираж 300 экз. Заказ №

Подготовлено к изданию в ООО «АльянсИздат»
г. Москва ул. Смирновская д.19, тел.: +7 (499) 391-51-13; e-mail:aizdat@gmail.ru
Отпечатано в ООО «АльянсИздат»