СП
проект

МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ СП (EN ISO 13790:2008)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ. РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ, ОХЛАЖДЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

EN ISO 13790:2008

Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling

(MOD)

Настоящий проект свода правил не подлежит применению до его утверждения

Москва, 2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации - ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о своде правил

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством АВОК на основании аутентичного перевода, выполненного ФГУП "Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия"

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет.

© Стандартинформ, 2013г.

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

Введение.....
1. Область применения .....
2. Нормативные ссылки.....
3. Термины и определения .....
4. Выбор параметров внутренней и наружной среды….....
5. Определение расчетных теплопотерь помещений.....
5.1 Расчетные теплопотери помещения.....
5.2 Расчетные трансмиссионные теплопотери помещения.....
5.3 Расчетные инфильтрационные теплопотери……....
5.4 Расчетные вентиляционные теплопотери.....
6. Определение расчетных теплопотерь помещений квартиры, в том числе для вычисления теплоотдачи отопительных приборов…….....
7. Определение расчетной тепловой нагрузки на систему отопления….....
8. Отопительный период, учет внутренних теплопоступлений в режиме регулирования подачи теплоты на отопление……..…….....
9. Потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период жилых зданий при непрерывном и постоянном режиме отопления и общественных для оценки их энергоэффективности……...……
10. Потребление тепловой энергии на отопление и механическую приточную вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период с учетом проектного значения принятого воздухообмена……..……..
11. Потребление тепловой энергии на отопление общественных зданий за отопительный период при непрерывном отоплении с периодическом изменением теплового режима……..
12. Охладительный период. Годовые затраты холода на охлаждение помещений…… ……..…
13. Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение зданий…..…
14. Базовые и нормируемые в соответствии по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение……
Приложения
А. Основные буквенные обозначения используемых величин и их размерности……..……
Б. Положения настоящего СП, отличающиеся от ISO 13790. Уточнение исходных данных для расчета энергоэффективности. Учет внутренних теплопоступлений в зданиях (актуализации к российским условиям)……..
В. Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Примеры расчета……..…
Г. Длительность охладительного периода для зданий общественного и производственного назначения. Примеры расчета……..…..
Д. Примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий……

Е. Обоснование величин базового и нормируемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России.....

Ж. Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности.....

Библиография.....

Введение

Разработка проекта свода правил «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения» предусмотрена Программой стандартизации Национального объединения строителей. Тема утверждена Министерством регионального развития Российской Федерации в составе Комплексной программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий и и направлена на решение следующих задач.

Для оценки соответствия запроектированного или эксплуатируемого здания требованиям энергетической эффективности по Постановлению Правительства РФ от 25.01.2011г. № 18 и присвоения ему соответствующего класса энергоэффективности необходима методика расчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых, общественных и ряда производственных зданий. В рассматриваемом СП впервые на федеральном уровне такая методика представлена на базе выполненных ранее в НП «АВОК» разработок с учетом действующих отечественных нормативных документов и европейских норм, в частности ИСО 13790:2008, и с ее использованием рассчитаны базовые и нормируемые по годам строительства значения для всех регионов России.

По отклонению расчитанного по указанной методике суммарного значения перечисленных расходов, в том числе на отопление и вентиляцию отдельной строкой, конкретного существующего здания от фактически замеренной установленными приборами учета величины, и в сопоставлении с базовыми и нормируемыми показателями, оцениваются фактический уровень энергетической эффективности здания, причины отклонения фактического теплопотребления от расчетного, приоритетность энергосберегающих мероприятий и потенциал энергосбережения.

Отдельно на отопление и вентиляцию, потому что из-за особенностей взаимного влияния теплового и воздушного режимов помещения на человека можно в стремлении к еще большему энергосбережению получить синдром «больного здания». А на стадии разработки проектной документации строящегося или капитально ремонтируемого здания, потому что 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.

СВОД ПРАВИЛ

Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения

Energy performance of buildings. Calculation of energy use for space heating and cooling, ventilation and hot-water supply

Дата ведения –____-___-___

1. Область применения

1.1 Настоящий СП устанавливает правила расчета теплопотерь отапливаемых помещений, теплоотдачи отопительных приборов и определения расчетной нагрузки системы отопления при проектировании вновь возводимых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых жилых и общественных зданий, а также для определения требуемых с учетом установленного запаса в поверхности нагрева отопительных приборов расчетных температур теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, и их изменения в зависимости от температуры наружного воздуха.

1.2 В СП приводится методика расчета годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование (охлаждение) и горячее водоснабжение жилых, общественных и ряда производственных зданий как на стадии проектирования, так и при их эксплуатации, с целью оценки их энергетической эффективности, для соответствующей сертификации, выявления и реализации потенциала энергосбережения.

1.3 СП распространяется на все категории проектируемых, построенных, реконструируемых и сданных в эксплуатацию жилых, общественных и ряда производственных зданий и сооружений общей площадью более 50 м^2.

1.4 СП применяется на этапах проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, а также при проведении добровольной сертификации объектов строительства и их проектной документации при условии выполнения требований безопасности, установленных техническими регламентами в сфере строительства.

1.5 СП содержит нормы, предназначенные для применения юридическими лицами независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, принадлежности и государственности, гражданами (физическими лицами), занимающимися индивидуальной трудовой деятельностью или осуществляющими индивидуальное строительство и проведение

энергоаудита, а также иностранными юридическими и физическими лицами, осуществляющими деятельность в области проектирования, строительства, энергосервиса на территории России.

1.6 Настоящее СП предназначено для инженеров-проектировщиков систем отопления, вентиляции и теплоснабжения наладчиков автоматического регулирования подачи теплоты на отопление, вентиляцию, кондиционирование и энергоаудиторов.

1.7. При использовании настоящего СП и/или его отдельных положений при разработке нормативных документов по проектированию и энергообследованию зданий, обязательна ссылка на настоящий документ.

2 Нормативные ссылки

Разрабатываемый проект Свода правил содержит ссылки на следующие нормативные документы:

1. СП 30.13330.2011 «СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий»
2. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»
3. СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»
4. СП 55.13330.2011 «СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные»
5. СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»
6. СП 118.13330.2011 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»
7. СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети»;
8. СП 131.13330.2011 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»;
9. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
10. СП 23-101–2004 Проектирование тепловой защиты зданий;
11. СП 23-103-2003 «Проектирование жилых и общественных зданий»
12. СП 41-101–95 Проектирование тепловых пунктов;
13. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
14. ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление»
15. ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности»;
16. ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Общие положения»
17. ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения».
18. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
19. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.
20. СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»;

21. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
22. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодоэлектроснабжения».
23. МГСН 4.19–2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве.

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил 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 своде правил применены термины по СП (EN 15603) и СП (оценка энергоэффективности), а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Вентиляционная норма наружного воздуха, м^3/ч:** Норма наружного воздуха для вентиляции помещений, поступающая за счет инфильтрации или подаваемая приточными установками, обеспечиваемая нагревом либо от системы отопления, либо в калориферах приточных установок, либо с использованием утилизированной теплоты.
3.2 **Вентиляционные теплопотери помещения, Вт:** Потребность в теплоте на нагревание вентиляционной нормы наружного воздуха при отсутствии в нем механической приточной вентиляции с подогревом наружного воздуха.
3.3 **Внутренние теплопоступления (бытовые тепловыделения), Вт:** Сумма теплопоступлений в отапливаемых помещениях от людей, пребывающих в нем, освещения, пользования бытовыми приборами, компьютерами, дополнительно в квартирах – от приготовления пищи и пользования горячей водой, в том числе теплопоступления от полотенцесушителей и трубопроводов, в общественных и производственных зданиях – от технологического оборудования.
3.4 **Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С·сут:** показатель равный произведению разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за расчетный отопительный период и продолжительности расчетного периода. [СП 50.13330]
3.5 **Жилая площадь квартиры:** площадь жилых комнат квартиры, м^2, к которым относятся спальни, детские, игровые, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые.
3.6 **Инфильтрация:** неорганизованное поступление наружного воздуха в здание через неплотности конструкций вследствие ветрового и гравитационного напоров, формируемых разностью температур и давлений воздуха снаружи и внутри помещения.

3.7 **Инфильтрационные теплопотери помещения, Вт:** Потребность в теплоте на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося под действием теплового и ветрового напоров через наружные ограждения.

3.8 **Кондиционируемые помещения** – помещения, в которых параметры микроклимата поддерживаются на оптимальном уровне круглогодично с заданной обеспеченностью.

3.9 **Общая площадь здания**: сумма площадей всех этажей, м^2 (включая технический, мансардный, цокольный и подвальный), а также переходов в другие здания. Площадь этажа следует измерять на уровне пола в пределах внутренних поверхностей (с чистой отделкой) наружных стен.
[СП 118.13330.2012]

3.10 **Общая площадь квартиры:** сумма площадей ее отапливаемых комнат и помещений, встроенных шкафов, а также неотапливаемых помещений, подсчитываемых с понижающими коэффициентами, установленными правилами технической инвентаризации, м^2.
[СП 54.13330.2011]

3.11 **Площадь квартиры:** сумма площадей всех отапливаемых помещений (жилых комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения бытовых и иных нужд) без учета неотапливаемых помещений (лоджий, балконов, веранд, террас, холодных кладовых и тамбуров), м^2.
[СП 54.13330.2011]

3.12 **Полезная площадь здания:** сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, общественного здания за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, технических этажей, входных вестибюлей, внутренних открытых лестниц, автопарковок и пандусов, м^2.
[СП 118.13330.2012]

3.13 **Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт:** величина, обратная поверхностной плотности потока, проходящего через теплотехнически неоднородную ограждающую конструкцию при разности внутренней и наружной температур воздуха 1°С.
[СП 50.13330.2012]

3.14 **Расчетная площадь здания**: равна полезной площади здания, за исключением: коридоров, тамбуров, переходов и помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей, м^2.
[СП 118.13330.2012]

3.15 **Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления:** Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки за период 40-50 лет с учетом обеспеченности 92%.

3.16 **Расчетная тепловая нагрузка на систему отопления, кВт:** расчетный расход тепловой энергии на отопление включая добавочные теплопотери при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления без учета запаса при подборе отопительных приборов.

3.17 **Расчетные теплопотери здания, Вт:** Максимальная сумма

одновременных теплопотерь всех отапливаемых помещений здания, при расчетной температуре воздуха в помещении и расчетных для отопления температуре наружного воздуха и скорости ветра, по ним устанавливается расчетная тепловая нагрузка на систему отопления здания.

3.18 **Расчетные теплопотери помещения, Вт:** Теплопотери помещения с учетом принятого запаса при подборе отопительных приборов при расчетной температуре воздуха в помещении и расчетных для отопления температуре наружного воздуха и скорости ветра, по ним выбирается площадь поверхности нагрева отопительного прибора.

3.19 **Сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции, $м^2 \cdot ч \cdot Па/кг$:** Физическая величина обратная массе воздуха, прошедшего через единицу площади поверхности ограждающей конструкции при наличии перепада давления воздуха на ней.

3.20 **Теплопотери помещения, Вт:** Сумма тепловых потоков, направленных из рассматриваемого помещения, за вычетом внутренних теплопоступлений для жилых зданий, и подлежащих возмещению для поддержания в помещении заданной температуры.

3.21 **Трансмиссионные теплопотери помещения, Вт:** Теплопотери помещения за счет теплопередачи через ограждающие конструкции.

3.22 **Удельное теплопотребление на отопление и вентиляцию здания, $кВт \cdot ч/м^2$:** Количество теплоты за расчетный отопительный период, необходимое для поддержания в здании нормируемых температуры и воздухообмена, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений здания, или объему этих помещений при высоте этажа от пола до потолка более 3,6м.

3.23 **Показатель удельной тепловой энергетической эффективности здания, $Вт \cdot ч/(м^2 \cdot {}^oС \cdot сут)$:** Удельное теплопотребление на отопление и вентиляцию здания, отнесенное к градусо-суткам расчетного отопительного периода.

3.24 **Расчетная продолжительность отопительного периода, сут.:** Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания. **[СП 50.13330.2012]** или определенная расчетом, если начало/окончание отопительного периода, более чем на 3 °С оказывается ниже 8 °С.

3.25 **Средняя температура наружного воздуха отопительного периода:** Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха **[СП 50.13330.2012]**

3.26 **Суммарное удельное теплопотребление здания, $кВт \cdot ч/м^2$:** Сумма удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, отнесенных к единице площади квартир или полезной площади помещений здания.

3.27 **Базовое суммарное удельное теплопотребление здания, в том числе отдельно на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2:** Заданное значение удельного теплопотребления за расчетный период в 1 год, с которым сравнивается расчетное из проекта для установления класса энергетической эффективности проекта здания или фактически измеренное теплопотребление за тот же период для установления класса энергетической эффективности здания по результатам его энергетического обследования. Отдельно на отопление и вентиляцию, пересчитанное по отношению к расчетным градусо-суткам отопительного периода, чтобы быть гарантированными, что энергосбережение выполняется не за счет нарушения санитарно-гигиенических условий пребывания людей в помещениях здания.

3.28 **Нормируемое суммарное удельное теплопотребление здания, в том числе отдельно на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2:** Требуемое в зависимости от года строительства (на дату предполагаемой сдачи в эксплуатацию) указанное теплопотребление строящегося или капитально ремонтируемого здания, выше которого не должно быть расчетное теплопотребление.

3.29 **Фрикулинг**: Свободное охлаждение, то есть охлаждение без затрат энергии на производство холода, например, охлаждение наружным воздухом, когда его температура ниже температуры воздуха охлаждаемого помещения.

4 Выбор параметров внутренней и наружной среды

4.1 Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами) следует принимать, как правило, по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.2.2645 и СанПиН 2.2.4.548 для обеспечения параметров воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зоне помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах):

а) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений, а также в помещениях 1, 2 и 3-ей категорий (по ГОСТ 30494) общественных зданий, температуру воздуха - минимальную из оптимальных температур; при согласовании с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственный санитарно-эпидемиологический надзор (далее – орган санитарно-эпидемиологического надзора) и по заданию заказчика допускается принимать температуру воздуха в пределах допустимых норм;

б) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых и общественных зданий (кроме помещений жилых и 1, 2, 3-ей категорий общественного назначения), а также в рабочей зоне производственных помещений температуру воздуха (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами) – минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты (далее – теплоты) в помещениях; экономически целесообразную температуру воздуха в пределах допустимых норм в помещениях с избытками теплоты;

в) в теплый период года в обслуживаемой или рабочей зоне помещений при наличии избытков теплоты – температуру воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 3°С для общественных и административно-бытовых помещений и не более чем на 4°С для производственных помещений выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более максимально допустимой температуры, а при отсутствии избытков теплоты – температуру воздуха в пределах допустимых температур;

4.2 В холодный период года в помещениях отапливаемых зданий, кроме помещений, для которых параметры воздуха установлены другими нормативными документами, когда они не используются и в нерабочее время, можно принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже:

15 °С – в жилых помещениях;

12 °С – в помещениях общественных и административно-бытовых зданий;

5 °С – в производственных помещениях.

Нормируемую температуру следует обеспечить к началу использования помещения или к началу работы.

В теплый период года параметры микроклимата не нормируются в помещениях жилых зданий, общественных, административно-бытовых и производственных – в периоды, когда они не используются, и в нерабочее время при отсутствии технологических требований к температурному режиму помещений.

4.3 Параметры микроклимата при кондиционировании помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами или заданием на проектирование) следует предусматривать для обеспечения параметров воздуха в пределах оптимальных норм:

а) в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений - по ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.2645;

б) в рабочей зоне производственных помещений или отдельных их участков, а также на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением - по ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548.

В местностях с расчетной температурой наружного воздуха в теплый период года 30°С и более температуру воздуха в кондиционируемых помещениях следует принимать на 0,4°С выше указанной в ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005 на каждый градус превышения температуры наружного воздуха сверх температуры 30 °С, увеличивая также соответственно скорость движения воздуха на 0,1 м/с на каждый градус превышения температуры наружного воздуха. При этом скорость движения воздуха в помещениях в указанных условиях должна быть не более 0,5 м/с.

4.4 За расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года (параметры Б) следует принимать температуру $t_{н.х}$, °С, равную средней

температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, и скорость ветра $v_н$, м/с, равную максимальной из средних скоростей ветра в январе по румбам с обеспеченностью не менее 16 %. Указанные параметры для соответствующих районов строительства определяются из СП 131.13330. При подключении здания к существующей системе централизованного теплоснабжения – по принятой для большинства зданий исходя из тех параметров, на которые рассчитан центральный график регулирования источника тепла.

Температура воздуха обеспеченностью 0,94 (параметры А) соответствует температуре воздуха наиболее холодного периода. Необеспеченность температуры воздуха, превышающая расчетное значение, равна 528 ч/год.

4.5 За расчетные параметры наружного воздуха в теплый период года следует принимать температуру с обеспеченностью 0,95 из СП 131.13330 (параметры А), $t_{н.т}$, °С, равную средней максимальной температуре воздуха, рассчитанной как среднемесячная величина из ежедневных максимальных значений температуры воздуха. Указывается также максимальная температура воздуха обеспеченностью 0,98 (параметры Б). В этом случае необеспеченность температуры воздуха, превышающая расчетные значения, соответственно равна 440 и 88 ч/год.

5 Определение расчетных теплопотерь помещений.

5.1 Расчетные теплопотери помещений

Расчетные теплопотери помещений $Q_{тп}$, Вт, в жилых и общественных зданиях рассчитываются по формуле:

$$Q_{тп} = Q_{огр} + Q_{инф/вент} - Q_{вн} \qquad (1)$$

где $Q_{огр}$ – трансмиссионные теплопотери за счет теплопередачи через наружные ограждения, Вт, рассчитываются согласно п. 5.2.

$Q_{инф/вент}$ – большая из величин инфильтрационных или вентиляционных теплопотерь при отсутствии механической приточной вентиляции в данном помещении, Вт, рассчитываются согласно п. 5.3.

$Q_{вн}$ – внутренние или бытовые теплопоступления, Вт, равные:

$$Q_{вн} = q_{вн} \cdot A_{ж}, \qquad (1а)$$

$A_{ж}$ –жилая площадь квартиры, м^2,

$q_{вн}$ – удельная величина бытовых теплопоступлений в квартире, Вт/м^2:

- в жилых зданиях принимают в зависимости от расчетной заселенности квартир $A_{кв}/N$ (где $A_{кв}$ – площадь квартир, N – количество жителей в доме):
  - при расчетной заселенности квартир 20 м^2 общей площади квартир на человека и менее – $q_{вн}$ = 17 Вт/м^2 жилой площади квартир;
  - при расчетной заселенности квартир 45 м^2 общей площади на человека и более – $q_{вн}$ = 10 Вт/м^2 жилой площади;
  - при расчетной заселенности квартир более 20 м^2, но менее 45 м^2 площади на человека – по формуле

$q_{вн}$ = 17 - ($А_{кв}$/N-20)·7/25 (1б)

- в общественных зданиях принимается по среднечасовой величине регулярных теплопоступлений от оборудования в рабочее время, от освещения и людей согласно табл. 4.
- в лестничных клетках жилых и общественных зданий бытовые теплопоступления не учитываются.

5.2 Расчетные трансмиссионные теплопотери

5.2.1 Трансмиссионные теплопотери помещения определяются суммированием потерь теплоты через каждую теплотеряющую ограждающую конструкцию или ее часть. Сумму теплопотерь по помещению округляют до целых величин, Вт.

5.2.2 Ограждающая конструкция считается теплотеряющей, если она отделяет помещение от среды с температурой ниже температуры самого помещения более чем на 4°С, за исключением чердачного и цокольного перекрытия, для которых понятие теплотеряющего ограждения расширяется до перепада температур на нем боле чем в 2°С.

Примечание. В СП 60.13330 приводится значение в 3°С, как было в предшествующем СНиП 2.04.05-91 в п.3.1, но в п.2.1 того же СНиП указывалось, что «Метеорологические условия в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений следует принимать в пределах допустимых норм», то-есть 18 °С. Расчетная температура воздуха в отапливаемой лестничной клетке многоквартирных домов тогда и сейчас принималась 16 °С, разность температур между помещениями жилой комнаты и лестничной клеткой не превышала 3°С, поэтому стена между этими помещениями была не теплотеряющей, и через нее теплопотери не считались. В СП 60.13330 в п 5.1а приводится, что «в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений следует принимать температуру воздуха - минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494», то-есть 20 °С, а пересмотреть значение разности температур в 3°С по обе стороны ограждения, разделяющее смежные помещения, забыли. В данном СП это несоответствие устранено. Но из-за большой поверхности чердачного и цокольного перекрытий, чтобы не вызывать переохлаждение смежных с ними помещений, принимается, что эти перекрытия считаются теплотеряющими при перепаде температур на них боле чем в 2°С.

5.2.3 Трансмиссионные теплопотери $Q_{огр}$, Вт, через каждую теплотеряющую ограждающую конструкцию или ее часть рассчитываются по формуле (2):

$$Q_{огр} = K_{тр} \cdot A \cdot (t_в - t_н^p) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta), \quad (2)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м^2·°С); определяется из теплотехнического расчета по формуле (3):

$$K_{тр} = \left(nA_{ст}/R^{пр}_{о,ст} + nA_{ок}/R^{пр}_{о,ок} + nA_{дв}/R^{пр}_{о,дв} + nA_{покр}/R^{пр}_{о,покр} + nA_{черд}/R^{пр}_{о,черд} + nA_{цок}/R^{пр}_{о,цок} + nA_{пр}/R^{пр}_{о,пр}\right)/A^{сум}_{огр} \quad (3)$$

Здесь $R_o^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемое по СП 50.13330 и СП 23-101; для окон со ставнями - по табл.6;

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, уменьшающий разность температуры для ограждений, не соприкасающихся с наружным воздухом, определяемый по СП 50.13330.

A – площадь теплотеряющей ограждающей конструкции, м^2, принимаемая согласно п.5.2.4.

$t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно п. 4.1.

$t_н^р$ – расчетная температура наружного воздуха, °С, принимаемая по п. 4.4.

β – коэффициент, учитывающий добавочные трансмиссионные теплопотери, определяемые согласно п.5.2.5.

5.2.4 Площадь наружных и внутренних ограждающих конструкций при расчете теплопотерь вычисляют с точностью до 0,01 м^2. Используются размеры ограждений в метрах, снятые с точностью 0,1 м с планов и разрезов здания или измеренные на месте. Площадь А, м^2, отдельных ограждающих конструкций при подсчете трансмиссионных теплопотерь в формуле (2) определяется с соблюдением правил обмера, приведенных в п.п. 5.2.4.1-5.2.4.5.

5.2.4.1 Площади окон, витражей (в дальнейшем именуемых окнами, О), балконных дверей (Бдв), двойных окон (До), тройных (То), наружных дверей (Нд) и фонарей (Ф) измеряют по наименьшему строительному проему (рис. 1).

5.2.4.2 Площади наружных стен (Нс) измеряют в соответствии с рис.1:

- в плане – по наружному периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены.
- по высоте – во всех этажах, кроме нижнего: от уровня чистого пола до пола следующего этажа. На последнем этаже верх наружной стены совпадает с верхом покрытия или чердачного перекрытия; в нижнем этаже в зависимости от конструкции пола:
  - а) от внутренней поверхности пола по грунту.
  - б) от поверхности подготовки под конструкцию пола на лагах.
  - в) от нижней грани перекрытия над неотапливаемыми подпольем или проездом.

5.2.4.3. При определении теплопотерь через внутренние стены площади этих стен обмеряют по внутреннему периметру:

- в плане – от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен.
- по высоте – от поверхности пола до поверхности потолка.

5.2.4.4 Площади потолка (Пт) и пола (Пл) измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены (рисунок 1). Площади стен и полов, расположенных на грунте, в том числе на лагах, определяют с условной их разбивкой по зонам (рисунок 2).

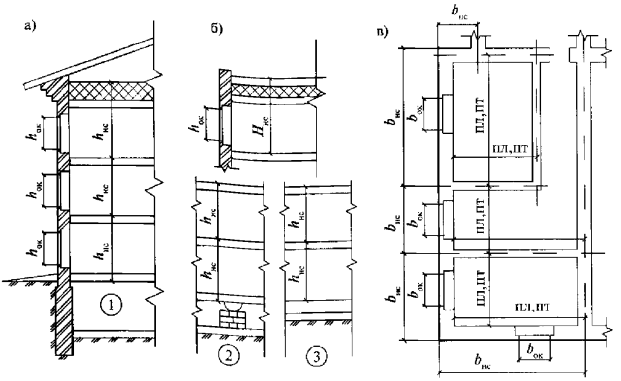


Рисунок 1 – Правила обмера площадей ограждающих конструкций:
а – разрез здания с чердачным перекрытием; б – разрез здания с совмещенным покрытием; в – план здания;
1 – пол над неотапливаемым подвалом; 2 – пол на лагах; 3 – пол на грунте

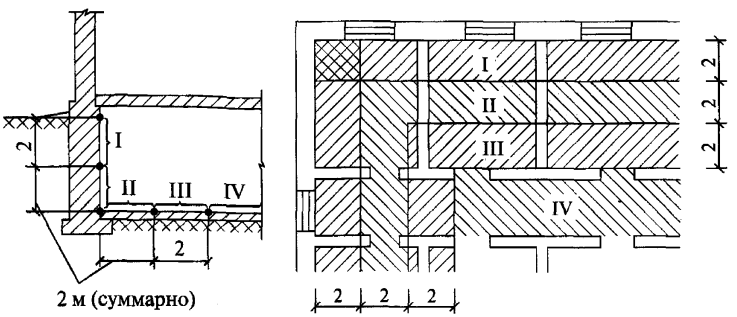


Рисунок 2 – Разбивка поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б) на расчетные зоны I – IV

5.2.4.5 Трансмиссионные теплопотери через пол или стены расположенные непосредственно на грунте, рассчитывают по зонам. Поверхность пола и стен по грунту делят на полосы шириной 2 м, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Пол рассматривается как продолжение стены. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. При этом одна зона может начинаться на стене, а продолжаться на полу (см. рисунок 2).

5.2.5 Трансмиссионные теплопотери, рассчитанные без учета добавочных теплопотерь по формуле (2) (при $\Sigma\beta = 0$), называются основными. Дополнительные потери теплоты учитывают за счет добавок к основным теплопотерям, задаваемым в долях единицы. Условно добавки делят на несколько видов по определяющим факторам в соответствии с п.п. 5.2.5.1 – 5.2.5.3.

5.2.5.1 Добавку на ориентацию наружной ограждающей конструкции по сторонам света принимают для всех наружных вертикальных конструкций или проекций на вертикаль наружных наклонных ограждающих конструкций. Величины добавок равны (рисунок 3):

- β = 0,1 – для северной, северо-восточной, северо-западной, восточной ориентаций.
- β = 0,05 – для юго-восточной и западной ориентаций.
- β = 0 – для южной и юго-западной ориентаций.
- в помещениях зданий, разрабатываемых для типового проектирования, через наружные стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света – в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых).

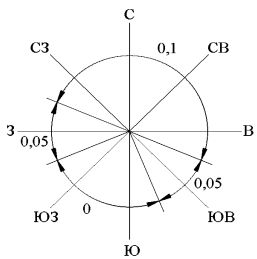


Рисунок 3 – Величины добавок к основным теплопотерям в зависимости от ориентации наружной ограждающей конструкции по сторонам света

5.2.5.2. Добавка на угловые нежилые помещения, имеющие две и более наружные стены, составляет β = 0,05 к основным теплопотерям вертикальных наружных ограждающих конструкций.

В угловых жилых помещениях данную добавку не вводят, а расчетную температуру внутреннего воздуха $t_в$ принимают на 2°С выше.

5.2.5.3 Добавку на врывание холодного воздуха через наружные двери в здания, не оборудованные воздушно-тепловыми завесами, при их кратковременном открывании принимают как долю от основных теплопотерь дверей (при высоте зданий Н, м):

- $\beta = 0{,}2 \cdot H$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними.
- $\beta = 0{,}27 \cdot H$ – для двойных дверей с тамбуром между ними.
- $\beta = 0{,}34 \cdot H$ – для двойных дверей без тамбура.
- $\beta = 0{,}42 \cdot H$ – для одинарных дверей.
- $\beta = 0{,}34 \cdot H$ – для вращающихся дверей.

- $\beta = 3$ – для наружных ворот при отсутствии тамбура и воздушно-тепловых завес.
- $\beta = 1$ – для наружных ворот при наличии тамбура у ворот.

Добавку на врывание холодного воздуха не учитывают для входных дверей в квартиры инвалидов и встроенных в первые этажи нежилых помещений без конкретной технологии, летних, запасных наружных дверей и ворот, а также дверей и ворот, оборудованных воздушными завесами, через которые учитывается только инфильтрация.

5.2.6 Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждающие конструкции принято выполнять в табличной форме, которая представлена в Приложении в примерах 3 и 4 Рекомендаций АВОК 2.3-2012.

Для удобства расчета принято площадь наружной стены принимать равной суммарной площади стены и окон, расположенных в ней. При этом в качестве коэффициента теплопередачи окна используется разность коэффициентов теплопередачи окна $К_О$ и наружной стены $К_{Нс}$: $К_О - К_{Нс}$, Вт/(м^2·°С). То же самое относится к внутренним стенам с дверями, разделяющими помещения с разной температурой воздуха. Наружная стена и расположенная в ней входная дверь в здание рассчитываются раздельно.

5.3 Расчетные инфильтрационные теплопотери

5.3.1 Воздухопроницаемыми элементами при расчете инфильтрации считаются заполнения световых проемов: окна, витражи, витрины, вертикальные или наклонные зенитные фонари, балконные двери, а также двери и ворота, которые в обычном эксплуатационном режиме считаются закрытыми. Затраты теплоты на нагрев врывающегося наружного воздуха через открывающиеся двери и ворота в режиме эксплуатации учитываются дополнительно к затратам на инфильтрацию добавками к основным теплопотерям через входные двери и ворота (см. п. 5.2.5.3). Так как проникновение воздуха в помещение через стены и покрытия невелики, ими обычно пренебрегают.

5.3.2 Для выявления максимально возможной в расчетных условиях инфильтрации, принимается, что каждый воздухопроницаемый элемент находится на наветренной стороне здания.

5.3.3. Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха $Q_{инф}$, Вт, определяется по формуле (4):

$$Q_{инф} = 0{,}28 \cdot G_{инф} \cdot c_a \cdot A \cdot (t_в - t_н^p) \cdot k, \qquad (4)$$

где $G_{инф}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха, кг/(ч·м^2), через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь); определяется согласно п. 5.3.4.

c_a – удельная теплоемкость воздуха, принимается $c_a = 1{,}006$ кДж/(кг·°С).

A – площадь рассматриваемого воздухопроницаемого элемента, м^2.

$t_в$ *и* $t_н^p$ – то же, что и в формуле (2).

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимается равным:

- k = 0,7 – для окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами.
- k = 0,8 – для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами.
- k = 0,9 – для окон и балконных дверей со спаренными переплетами.
- k = 1 – для окон и балконных дверей с одинарными переплетами.

5.3.4. Расход инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$, кг/(ч·м^2), через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь) рассчитывается по формулам (5) и (6):

- через окна, витражи, витрины, зенитные фонари, балконные двери – по формуле (5):

$$G_{инф} = (1/R_{инф.ок})\cdot(\Delta P/\Delta P_o)^{2/3}. \quad (5)$$

- через входные двери и ворота – по формуле (6):

$$G_{инф} = (1/R_{инф.дв})\cdot(\Delta P/\Delta P_o)^{1/2}. \quad (6)$$

где $R_{инф.ок}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, м^2·ч/кг, при ΔР = 10 Па; принимается по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию. При отсутствии данных можно принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101. Для балконных дверей лестничных клеток и лифтовых холлов в переходах через наружную воздушную зону принимается:

- $R_{инф.дв}$ = 0,47 м^2·ч/кг – для одинарной двери.
- $R_{инф.дв}$ = 0,7 м^2·ч/кг – для двойной двери с тамбуром при ΔР = 10 Па.
- $R_{инф.дв}$ = 0,85 м^2·ч/кг – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними.

$R_{инф.дв}$ – сопротивление воздухопроницанию входных дверей или ворот, м^2·ч/кг, при ΔР = 10 Па. Принимается:

- $R_{инф.дв}$ = 0,14 м^2·ч/кг – для входов в муниципальные жилые здания, продуктовые магазины и другие объекты с массовым проходом людей.
- $R_{инф.дв}$ = 0,16 м^2·ч/кг – для жилых домов повышенной комфортности.
- $R_{инф.дв}$ = 0,14 м^2·ч/кг – для вращающихся дверей с тремя перегородками.
- $R_{инф.дв}$ = 0,16 м^2·ч/кг – для вращающихся дверей с четырьмя перегородками.

ΔP – разность давлений, Па, по обе стороны воздухопроницаемого элемента, принимается согласно п. 7.5.

ΔP_o – разность давлений, Па, принятая для определения требуемого сопротивления воздухопроницанию; ΔP_o = 10 Па.

5.3.5 Расчетная разность давлений ΔР, Па, по разные стороны воздухопроницаемого элемента здания складывается из гравитационного и

ветрового давлений за вычетом внутреннего давления в помещении и определяется по формуле (7) при расчетных температурах наружного $t_н$ и внутреннего $t_в$ воздуха и скорости ветра v, м/с:

$$\Delta P = (H - h)\cdot(\gamma_н - \gamma_в) + (\rho_н \cdot v^2/2)\cdot k_{дин}\cdot(c_н - c_з) - P_в. \quad (7)$$

где H – высота здания от пола нижнего входа в здание до обреза вытяжной шахты или середины воздуховыбросной решетки (при выбросе удаляемого воздуха в плоскости фасада), м.

h – высота от пола нижнего входа в здание до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании (окна, балконной двери, входной двери в здание, ворот, витража, витрины, вертикального или наклонного зенитного фонаря), м.

$\gamma_н$, $\gamma_в$ – удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3, определяемые по формулам (8):

$$\gamma_н = \frac{3463}{273 + t_н}; \qquad \gamma_в = \frac{3463}{273 + t_в} \quad (8)$$

$\rho_н$ – плотность воздуха при расчетной температуре наружного воздуха, кг/м^3, определяется по формуле: $\rho_н = 353 / (273 + t_н)$ (8а)

$k_{дин}$ – коэффициент, посредством которого учитывается изменение динамических свойств ветра (ветрового давления) в застройке в зависимости от высоты Н и типа местности; принимается по табл. 1, где значения $k_{дин}$ приведены в зависимости от типа местности:

- А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра.
- В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м.
- С – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Таблица 1 - Значения коэффициентов $K_{дин}$, посредством которых учитывается изменение ветрового давления по высоте Н от уровня пола входа в здание

Высота от уровня пола нижнего входа в здание до центра воздухопроницаемого элемента, Н, м	Коэффициент $K_{дин}$ для типов местности:		
	А	В	С
≤ 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8

250	2,65	2,3	2,0
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
≥ 480	2,75	2,75	2,75

Примечание. Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии:

- 30·Н – при высоте сооружения Н до 60 м.
- 2 км – при большей высоте.

$c_н$, $c_з$ – аэродинамические коэффициенты на наветренном и заветренном фасадах, для большинства зданий:

- $c_н = 0,8$ – на наветренном фасаде.
- $c_з = -0,6$ – на заветренном фасаде.

Для зданий со сложным фасадом аэродинамические коэффициенты определяются с помощью моделирования или специального расчета.

$P_в$ – внутреннее давление в расчетном помещении, Па, определяется расчетом системы уравнений баланса воздуха в каждом помещении здания. При расчете теплопотерь упрощенно принимается согласно п. 5.3.6.

5.3.6. Приближенное значение внутреннего давления $P_в$, Па, принимается равным:

- по формуле (9) – для зданий со сбалансированной механической вентиляцией и равномерно распределенными по фасадам воздухопроницаемыми элементами как половине полного гравитационного давления в здании и половине ветрового давления:

$$P_в = 0,5 \cdot H(\gamma_н - \gamma_в) + 0,25 \cdot (\rho_н \cdot v^2) \cdot k_{дин} \cdot (c_н - c_з). \quad (9)$$

- по формуле (10) – для зданий со сбалансированной вентиляцией и неравномерно распределенными по фасадам воздухопроницаемыми элементами как половине полного гравитационного давления здания и усредненной величине ветровых давлений по площадям наветренного, заветренного и боковых фасадов:

$$P_в = 0,5 \cdot H \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0,5 \cdot \rho_н \cdot v^2 \cdot k_{дин} \cdot [(c_н - c_з) \cdot A_н + (c_б - c_з) \cdot A_б] / (A_н + A_б + A_з). \quad (10)$$

где H, $\gamma_н$, $\gamma_в$, $\rho_н$, v, $k_{дин}$, $c_н$, $c_з$ – то же, что в формуле (7).

$c_б$ – аэродинамический коэффициент на боковом фасаде, принимается как $c_б = -0,4$.

$A_н$, $A_б$, $A_з$ – площади воздухопроницаемых элементов, м^2, соответственно наветренного, бокового и заветренного фасадов.

- по формуле (11) – для помещений, оборудованных только вытяжной вентиляцией. Величина аэродинамического сопротивления, которое преодолевает вытяжной воздух из этого помещения, приближенно можно считать равным располагаемому давлению систем естественной вентиляции:

$$P_в = (H - h) \cdot (\gamma_5 - \gamma_в) \quad (11)$$

где H, h, $\gamma_в$ – то же, что в формуле (7);

γ_5 – удельный вес наружного воздуха при температуре +5°С, Н/м^3.

5.3.7 Для незадымляемых лестничных клеток, помещений, оборудованных только вытяжной вентиляцией или в периоды выключения механической приточной вентиляции, в городских районах допускается расчетную разность давлений ΔP, Па, находить по формуле (12):

$$\Delta P = 0{,}55 \cdot (H - h) \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03 \cdot \gamma_н \cdot v^2. \quad (12)$$

где H, h, $\gamma_н$,$\gamma_в$, v – то же, что в формуле (7)

5.4 Расчетные вентиляционные теплопотери

5.4.1 Расход теплоты на нагревание вентиляционной нормы наружногоприточного воздуха $Q_{вент}$, Вт, определяется по формуле (13):

$$Q_{вент} = 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot (t_в - t_н^р) \quad (13)$$

где $L_{вент}$ – расход наружного приточного воздуха для вентиляции, м^3/ч, поступающего через специальные воздухопропускные клананы в наружных ограждениях, неплотности в них или путем открывания окон, определяется для жилых зданий согласно п. 5.4.2, для общественных – согласно п. 5.4.3;

$\rho_в$ – плотность воздуха при расчетной температуре внутреннего воздуха, кг/м^3, определяется по формуле:

$$\rho_в = \frac{353}{273 + t_в} \quad (14)$$

c_a – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); c_a = 1,006 кДж/(кг·°С);

$t_в$ *и* $t_н^р$ – то же, что и в формуле (2).

5.4.2 В жилых зданиях расход приточного воздуха $L_{вент}$, м^3/ч, определяется 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.

Количество жителей определяется по норме заселенности, которую указывает архитектор проекта, с округлением до целого числа.

Нормируемый объем вытяжки из квартиры принимается по сумме вытяжек:

- из кухни – 60 м^3/ч при электрической плите или 90 м^3/ч при газовой 4-конфорной плите.
- из всех ванных комнат и санузлов – по 25 м^3/ч.
- из совмещенных санузлов квартиры – по 50 м^3/ч
- из постирочной, гардеробной и кладовой – в объеме 1-кратного воздухообмена в 1 час.
  из помещения теплогенераторной (вне кухни) – в объеме 1-кратного воздухообмена в 1 час.

На указанные объемы вытяжек рассчитывается система вентиляции. Предполагается, что эти объемы необходимы для своевременного удаления образующихся от жизнедеятельности человека вредностей в период

выполнения процедуры. Эксплуатационная норма вытяжки определяется с учетом неодновременности выделения вредностей в указанных помещениях и, как правило, принимается равной объему притока, допуская при необходимости кратковременное увеличение его путем открывания окон или фрамуг.

В многоквартирных жилых домах, сопротивление воздухопроницанию окон которых более 0,9 $м^2 \cdot ч/кг$, не следует проводить расчет на возможную инфильтрацию через окна квартир, а принимать ее в объеме нормируемого воздухообмена для вентиляции, поскольку объем инфильтрующегося наружного воздуха через такие окна всегда меньше нормируемого воздухообмена для вентиляции квартир.

5.4.3 В общественных зданиях вентиляционная норма приточного наружного воздуха $L_{вент}$, $м^3/ч$, определяется расчетом, и обеспечивается, как правило, механической приточной вентиляцией или системой кондиционирования воздуха, и в нагрузку системы отопления не включается. В тех помещениях, где механическая приточная вентиляция с подогревом наружного воздуха отсутствует, приток осуществляется за счет инфильтрации и проветривания, и расход теплоты на нагрев поступающего наружного воздуха учитывается в теплопотерях, компенсируемых системой водяного отопления.

5.4.4 В системах воздушного отопления совмещенного с приточной вентиляцией объем воздуха, нагреваемого в системе, как правило, принимается из расчета вентиляционной нормы притока наружного воздуха, а температура его нагрева в расчетных условиях определяется исходя из компенсации трансмиссионных потерь отапливаемых помещений за вычетом внутренних тепловыделений по формуле:

$$t_{пр} = t_в + (Q_{огр.} - Q_{вн.})/(L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_а) \qquad (15)$$

где $t_{пр}$ – температура приточного воздуха (нагрева в калориферах);
$t_в$ – то же, что в формуле (2);
$Q_{огр.}$, $Q_{вн.}$ – то же , что в формуле (1);
$L_{вент}$, $\rho_в$, $c_а$ – то же, что в формуле (13).

5.4.5 При этом, исходя из санитарно-гигиенических условий температура приточного воздуха, подаваемого в помещения, не должна превышать 70°С. Поэтому, там, где она превышает это значение в формулу (15) подставляют $t_{пр}$ = 70°С и определяется $L_{вент.тр.}$, которое будет выше вентиляционной нормы. В многокомнатных помещениях, обслуживаемых одной установкой воздушного отопления, после нахождения по формуле (15) температуры приточного воздуха установки $t_{пр.тр}$ по сумме $\Sigma(Q_{огр.} - Q_{вн.})$ всех помещений, в каждом отдельном помещении, задаваясь этой единой температурой $t_{пр.тр.}$, пересчитывают $L_{вент.тр.}$ Затем, суммируют $L_{вент.тр.}$ по всем помещениям и, если сумма $L_{вент.тр.} \geq L_{вент.}$ более чем на 10%, повторяют расчет $t_{пр.тр.}$ и $L_{вент.тр.}$.

Примечание. Чтобы не увеличивать величину объема наружного приточного воздуха сверх вентиляционной нормы, в многоэтажных зданиях с

прямоточными системами приточной вентиляции там, где величина трансмиссионных теплопотерь на единицу площади пола помещения выше большинства помещений здания (например, на верхнем этаже за счет дополнительных теплопотерь через покрытие или в угловых помещениях по сравнению с рядовыми помещениями, имеющими одну наружную стену), целесообразно компенсировать эти дополнительные теплопотери устройством водяной системы отопления или применять системы с местной рециркуляцией.

6. Определение расчетных теплопотерь помещений квартиры, в том числе для вычисления теплоотдачи отопительных приборов.

6.1. При расчете теплопотерь отдельных помещений квартиры из расхода теплоты на нагревание наружного воздуха в целом на квартиру сначала вычитается величина бытовых тепловыделений в квартире, и оставшаяся разница распределяется пропорционально площади комнат квартиры, имеющих окна или воздухопропускные клапаны в стенах (кроме жилых комнат это могут быть кухни, ванные комнаты с окном) по формуле:

$$Q_{(вент.-вн)\ ком.\ №1} = (Q_{вент.\ кварт.} - Q_{вн.\ кварт.}) \cdot A_{ком.\ 1} / \Sigma A_{комнат\ с\ окном} \qquad (16)$$

где $Q_{(вент.-вн)\ ком.\ №1}$ – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в комнате № 1 за вычетом бытовых, внутренних теплопоступлений, приходящихся на эту комнату, Вт;

$Q_{вент.\ кварт.}$ – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена в квартире, исходя из п. 5.4.2, Вт;

$Q_{вн.\ кварт.}$ – внутренние теплопоступления в квартиру по п. 5.1, Вт;

$A_{ком.\ 1}$ – площадь пола рассчитываемой комнаты, м^2;

$\Sigma A_{комнат\ с\ окном}$ – сумма площадей всех комнат квартиры, имеющих окна или воздохопропускные клапаны наружного воздуха, м^2.

6.2. Расчетные теплопотери каждого помещения в квартире для определения площади нагрева отопительных приборов $Q_{тп.пр}$, Вт, находятся суммированием теплопотерь, полученных по формуле (16), и трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения по формуле (2), с учетом дополнительных потерь, связанных с подбором отопительных приборов, по следующей формуле:

$$Q_{тп.пр} = (Q_{(вент.-вн)} + Q_{огр}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \qquad (17)$$

где $Q_{(вент.-вн)}$ – то же, что в формуле (16) для n-ой комнаты, Вт;

$Q_{огр}$ – то же, что в формуле (1) для той же комнаты, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений; принимается по табл. 2;

Таблица 2 – Значение коэффициента β_1, учитывающего дополнительные теплопотери отопительными приборами

Отопительный прибор	Коэффициент β_1 при установке приборов	
	у наружной стены, в том числе под световым проемом	у остекления светового проема
Радиаторы - чугунный секционный - стальной панельный	1,02 1,04	1,07 1,10
Конвекторы - с кожухом - без кожуха	1,02 1,03	1,05 1,07

β_2 – коэффициент запаса в поверхности нагрева отопительных приборов на возможность компенсации теплопотерь через внутренние ограждения смежных помещений, в которых термостаты выставлены на режим сниженного отопления или для возможности интенсивного прогрева помещений перед началом рабочего дня при режиме ночного снижения в общественных зданиях (как правило, β_2 = 1,0 - 1,2), а также – на прогрев помещений для «сушки» стен в первые годы эксплуатации дома после окончания строительства.

6.3. В общественных зданиях с механической системой приточной вентиляции внутренние теплопоступления при расчете теплопотерь и площади поверхности нагрева отопительных приборов водяной системы отопления не учитываются. Расчетные теплопотери каждого помещения для определения площади нагрева отопительных приборов, $Q_{тп.пр}$, Вт, определяются трансмиссионными теплопотерями через наружные ограждения по следующей формуле:

$$Q_{тп.пр} = Q_{огр} \cdot \beta_1 \qquad (18)$$

В период нерабочего времени расчетные теплопотери, $Q_{тп.н/раб}$, Вт, включают трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения и расход теплоты на нагрев инфильтрующегося при выключенных системах механической вентиляции наружного воздуха в объеме, рассчитанном по п. 5.3.4:

$$Q_{тп.н/раб} = Q_{огр} \cdot \beta_1 + Q_{инф} \qquad (19)$$

где $Q_{инф}$ – расход теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха $Q_{инф}$, Вт. Определяется по формуле (4) с подставлением, как и в формуле (2) определения $Q_{огр}$, вместо $t_в$ значение не минимальной оптимальной температуры, а минимальной из допустимых температур по ГОСТ 30494.

6.4. При выборе площади поверхности нагрева отопительных приборов водяной системы отопления жилых зданий принимается максимальная величина расчетных теплопотерь, $Q_{тп.пр}$, Вт, по формуле 17 с коэффициентом запаса β_2 = 1,2:

7. Определение расчетной тепловой нагрузки на систему отопления.

7.1. Расчетная тепловая нагрузка на систему водяного отопления $Q_{от}^{р}$, кВт, складывается из расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений при коэффициенте запаса β_2 = 1,0 и включает потери теплоты трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях (техподполье, «теплый» чердак и т.д.), и дополнительные потери, связанные с округлением сверх расчетной величины площади нагрева отопительных приборов, следует определять по формуле:

$$Q_{от}^{р} = (\Sigma Q_{тп.пр.} / \beta_2) \cdot 10^{-3} \cdot \beta_3 + Q_{тп.доп} \qquad (20)$$

где $\Sigma Q_{тп.пр.}$ – сумма расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений без запаса, Вт (поэтому в формуле 20 эта величина делится на принятый в расчетах коэффициент запаса β_2);

β_3 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимается по табл. 3 при отсутствии термостатов на отопительных приборах; при наличии β_3=1.

Таблица 3 - Значение коэффициента β_3, учитывающего дополнительный тепловой поток устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, кВт	Коэффициент β_3
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,3	1,13

Примечание. Для отопительных приборов помещения с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо β_3 коэффициент $\beta_3^{*} = 0,5 \cdot (1 + \beta_3)$.

$Q_{тп.доп}$ – дополнительные потери теплоты при остывании теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых частях здания от места установки домового узла учета тепловой энергии, кВт, следует определять расчетом.

Примечание: при выборе теплопроизводительности водонагревателя отопления и диаметра подводящих трубопроводов теплосети и системы отопления расчетная тепловая нагрузка отопления, $Q_{от.вод}^{р}$, кВт, принимается

с учетом принятого при определении площади нагрева отопительных приборов коэффициента запаса β_2 и будет равна:

$$Q_{от.вод}^{\ p} = (Q_{от}^{\ p} - Q_{тп.доп}) \cdot \beta_2 + Q_{тп.доп}. \quad (21)$$

Все обозначения из формулы (20).

7.2. Расчетную тепловую нагрузку на систему воздушного отопления совмещенного с приточной вентиляцией $Q_{от}^{\ p}$, кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{от}^{\ p} = 0{,}28 \cdot L_{вент.тр} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot (t_{пр} - t_н^{\ p}) + Q_{тп.доп}, \quad (22)$$

где $t_{пр}$ – то же, что в формуле (15);

$L_{вент.тр}$ – то же, что в формуле (15);

$\rho_в$; c_a – то же, что в формуле (13);

$t_н^{\ p}$ – то же, что в формуле (2);

$Q_{тп.доп}$ – потери теплоты на остывание приточного воздуха в воздуховодах и с утечками, кВт, определяют расчетом с учетом параметров теплоизоляции этих воздуховодов и их плотности.

7.3. В общественных зданиях с механической системой приточной вентиляции и периодическим режимом эксплуатации (выключение отопления после окончания рабочего дня, «натоп» перед началом работы для восстановления температуры воздуха в помещениях до комфортных показателей и умеренное отопление в течение рабочего дня с использованием режима «фрикулинга» – понижения температуры приточного воздуха системы вентиляции, но не ниже наружной, в периоды наружных температур выше температуры начала/окончания отопительного периода), либо с периодическим режимом эксплуатации в рабочее и нерабочее время, но с непрерывным отоплением, расчетная тепловая нагрузка на водяную систему отопления, кВт, определяется в период рабочего времени путем вычитания из суммы расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений ($\Sigma Q_{тп.пр}$) внутренних теплопоступлений в них $Q_{вн}$:

$$Q_{от}^{\ p} = (\Sigma Q_{тп.пр.} - Q_{вн}) \cdot 10^{-3} + Q_{тп.доп} \quad (23)$$

где $Q_{вн} = q_{вн} \cdot A_{пол}$; (24)

$q_{вн}$ – удельная величина внутренних теплопоступлений в помещениях, Вт/м^2, принимается в зависимости от назначения здания и плотности размещения людей по табл.4;

$A_{пол}$ – полезная площадь отапливаемых помещений общественного здания, м^2;

Остальные обозначение те же, что в формуле (20).

Натоп, если предусмотрено режимом эксплуатации, осуществляется в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений:

$$K_{зап} = \Sigma Q_{тп.пр} / (Q_{от}^{\ p} - Q_{тп.доп}) \quad (25)$$

Примечание. Таблица 4 – это дополненная и частично измененная для российских условий табл. G.12 ISO 13790:2008 (красным шрифтом), обоснование изменений приведено в Приложении Б.

Табл. 4. Стандартные входные данные, относящиеся к пользователям зданий.

Тип здания	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п
Категория здания / Входные данные	Одноквартирный дом	Многоквартирный дом класс I	Многоквартирный дом класс II	Офисное здание кл.I	Офисное здание кл.II	Образование	Больница класс I	Больница класс II	Поликлиники	Рестораны	Здание торговли	Спортивные сооружения	Зал собраний, зрелищные учреждения	Производственные здания. технопарки	Склады
Внутренняя заданная температура зимой, °С	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	18	20	18	18
Внутренняя заданная температура летом, °С	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Площадь на человека (заселенность), A_P, м^2/чел.	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	20	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека, Q_P, Вт/ чел.	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100	100
Метаболические притоки на общую кондиционируемую площадь *), Q_P/A_P, Вт/ м^2	1,2	1,8	3,5	4,0	10	7,0	4,0	8,0	8,0	20	9	5	16	5	1,0
Время использования метабо личес. притока в день, $t_{мет}$, ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6	6
Рабочее время использовани в день (средне-месячное), t, ч	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6	6
Годовое потребление электроэнергии на общую кондиционируемую площадь *) q_E, кВт·ч/м^2 в год	20	30	40	20	30	10	30	35	20	30	30	10	20	20	6
Часть потребления эл/эн в кондицион. части здания, f_E	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9
Удельные среднечасовые за рабочее время внутренние теплопритоки **), включая: от людей, электроприборов, освещения, (для жилых домов и от гвс), $q_{вн.от}$, Вт/ м^2 ***)	10	11,4	17	14,2	25,3	13,1	8,5	14,0	14,0	13,1	9,8	6,1	20,6	15,2	4,1
Величина воздушного потока наружного воздуха на человека, $q_{вент/чел}$, м^3/(ч·чел)	42	28	28	14	14	7	30	30	20	6	7	14	5	14	30
Величина воздушного потока наружного воздуха на общую кондиционируемую площадь *), $q_{вент/м2}$, м^3/(ч·м^2)	0,7	0,7	1,4	0,7	1,8	0,7	1,5	3,0	2,0	1,2	0,7	0,7	1,0	0,7	0,3
Потребности для нагрева в системе гвс *), кВт·ч/м^2 в год (вверху ИСО, внизу СП 30)	10 25	20 40	40 80	10 7	25 18	10 20	30 158	30 181	20 87	60 350	10 8	80 145	10 14	10 13	1,4 2,4

Примечания: *) под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений $A_{кв}$, для общественных и производственных зданий – полезная площадь всех помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол.}$, м^2;
**) $q_{вн.от} = (Q_P/A_P)\cdot t_{мет}/t + 3{,}4\cdot q_E\cdot f_E/t$, где 3,4 = 1,25·10^3/365, а 1,25 – коэффициент увеличения электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению; остальные

обозначения – в тексте таблицы.

***) для жилых домов – на м^2 жилой площади, составляющей как правило 0,55 от общей площади квартир, для остальных зданий – на м^2 полезной площади помещений.

8 Отопительный период, учет внутренних теплопоступлений в режиме регулирования подачи теплоты на отопление.

8.1 В соответствии с п. 7.4 СП 124.13330 в системах централизованного теплоснабжения начало и конец отопительного периода принимается при среднесуточной температуре наружного воздуха +8 °С в течение пяти суток. Такое значение следует принимать для всех жилых и общественных зданий с постоянным режимом эксплуатации систем отопления, за исключением (согласно СП 50.13330) лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, для которых начало и конец отопительного периода принимается при среднесуточной температуре наружного воздуха +10 °С.

8.2 Величина градусо-суток отопительного периода, ГСОП, в зависимости от длительности его и среднесуточной температуры наружного воздуха за этот период, которые для того или иного региона приводятся в табл.1 СП 131.13330, находится по формуле:

$$ГСОП = (t_в - t_{н.от.п}) \cdot z_{от.п} \qquad (26)$$

где: $t_{н.от.п}$, $z_{от.п}$ - среднесуточная температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, в сутках, отопительного периода, по п.8.1;

$t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С, по п.4.1.

8.3 В зависимости от доли внутренних теплопоступлений в отапливаемых помещениях по отношению к расчетной нагрузке на систему отопления здания, рассчитанной с учетом внутренних теплопоступлений, от назначения здания и режима эксплуатации температура начала/окончания отопительного периода может отличаться от указанной в п. 8.1 и должна определяться по формуле (вывод и обоснование формулы дано в Приложении В):

$$t_{н.\,при\ \overline{Q}_{от.вн}\,=\,0} = (t_в + t_н^р \cdot Q_{вн} / Q_{от}^р) / (1 + Q_{вн} / Q_{от}^р) \qquad (27)$$

где $\overline{Q}_{от.вн}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха, определенный с учетом постоянной величины внутренних теплопоступлений в течение отопительного периода, по отношению к расчетному расходу тепловой энергии на отопление $Q_{от}^р$;

$t_{н\ при\ \overline{Q}_{от.вн}\,=\,0}$ – температура наружного воздуха, при которой следует прекращать отопление, когда относительный расход тепловой энергии на отопление равен нулю;

$t_в$ и $t_н^р$ – то же, что в формуле (2);

$Q_{вн}$ – расчетная величина внутренних (бытовых) теплопоступлений в целом по дому, кВт, определяется для жилых зданий по формуле (1а), для

общественных – (24) с понижающим коэффициентом 0,85 на неполное использование внутренних теплопритоков;

$Q_{от}^{р}$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н}^{р}$, кВт, определяется для жилых домов по формуле (20), для общественных зданий по формуле (21 и 23).

Если температура наружного воздуха при $\overline{Q}_{от.вн} = 0$ окажется более чем на 3°С ниже расчетной температуры начала/окончания стандартного отопительного периода 8°С, то для таких объектов при расчете годового теплопотребления необходимо принимать ГСОП отопительного периода по новым значениям его длительности, определяемой из климатического справочника данного региона времени стояния наружных температур ниже полученной по уравнению (27) и соответствующей средней температуры этого периода.

Примечание. Солнечные теплопоступления на стадии расчетных условий как для определения тепловой нагрузки системы отопления, так и начала/окончания отопительного периода не учитываются, поскольку они имеют направленное действие не на все фасады и не стабильны во времени.

8.4 Относительный расход теплоты на отопление, $\overline{Q}_{от.вн}$, в зависимости от изменения которого выполняется автоматическое регулирование подачи теплоты на отопление, для температур наружного воздуха $t_{н}$ ниже расчетной температуры начала/окончания отопительного периода находится из уравнения теплового баланса помещений отапливаемого здания (формула 1) по следующей зависимости:

$$\overline{Q}_{от.вн} = (1 + Q_{вн} / Q_{от}^{р})\cdot(t_{в} - t_{н})/(t_{в} - t_{н}^{р}) - Q_{вн} / Q_{от}^{р} \qquad (28)$$

Из формулы следует, что внутренние теплопоступления, оставаясь практически постоянными в течение каждых суток, с повышением температуры наружного воздуха их доля в тепловом балансе увеличивается. За счет этого возможно сокращение подачи теплоты на отопление по сравнению с отпуском его по температурному графику центрального регулирования на источнике, осуществляемом по зависимости:

$$\overline{Q}_{от} = Q_{от}/Q_{от}^{р} = (t_{в} - t_{н})/(t_{в} - t_{н}^{р}) \qquad (28а)$$

8.5 Для зданий с периодическим режимом эксплуатации целесообразно осуществлять режим периодического отопления по п. 7.3. При этом рассчитываются отдельно градусо-сутки отопительного периода рабочего и нерабочего времени, по следующей методике:

1) сначала определяется средняя температура отопительного периода для рабочего времени, $t_{н.от.п.раб}$, исходя из нормативной величины стандартного отопительного периода для данного региона $t_{н.от.п}$:

$$t_{н.от.п.раб} = t_{н.от.п} + \Delta t_{от.п} = -3,1 + 0,72\cdot 6,5 = +1,6\ ^{\circ}\text{С}, \qquad (29)$$

где $\Delta t_{от.п}$ – разность между значениями средней температуры отопительного или охладительного периода для суток в целом и для части суток, °С. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного

значения) температуры наружного воздуха, A_{tn}, °С, в течение отопительного или охладительного периодов, принимаемая по имеющимся климатическим данным в зависимости от района строительства (для условий московского региона в отопительном периоде $A_{tn.от.п} = 6{,}5$°С, в охладительном $A_{tn.ох.п} = 10{,}5$°С). В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00, $\Delta t_{от.п} = 0{,}72 \cdot A_{tn.от.п} = 0{,}72 \cdot 6{,}5 = 4{,}68$°С (обоснование в Приложении В);

$t_{н.от.п.}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, за отопительный период при круглосуточной работе, из СП 131.13330.

2) Тогда, средняя температура наружного воздуха в нерабочее время за отопительный период $t_{н.от.п.н/раб}$, °С:

$$t_{н.от.п.н/раб} = (t_{н.от.п} \cdot 24 - t_{от.п.\,раб} \cdot 6) / 18 \qquad (30)$$

3) Градусо-сутки отопительного периода в течение нерабочего времени при длительности стандартного отопительного периода $z_{от.п}$:

$$ГСОП_{оп.н/раб} = (t_{в.н/раб} - t_{н.от.п.н/раб}) \cdot z_{от.п} \qquad (31)$$

где $t_{в.н/раб}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях в нерабочий период, принимается как минимальная из допустимых температур по ГОСТ 30494;

4) Продолжительность отопительного периода по рабочему времени использования здания $z_{от.п.раб}$, сут., сокращенная за счет значительной величины относительных тепловыделений, определяется графиком стояния наружных температур в регионе по климатическому справочнику, исходя из количества дней стояния наружной температуры ниже $t'_{н.гр}$;

5) Средняя температура наружного воздуха в рабочее время за отопительный период $t'_{н.от.п.раб}$, °С, также рассчитывается по графику стояния наружных температур.

6) Градусо-сутки отопительного периода в течение рабочего времени $ГСОП_{оп.раб}$ – по формуле (26), подставляя вместо $t_{н.от.}$ - $t'_{н.от.п.раб}$, а вместо $z_{от.п}$ - $z_{от.п.раб}$. Примеры расчета начала и длительности отопительного периода для разных зданий и различного соотношения $Q_{вн} / Q_{от}^{\,p}$ – в Приложении В.

8.6 Температурные графики в подающем и обратном трубопроводах системы отопления в зависимости от относительного расхода тепловой энергии на отопление строятся по уравнениям:

$$t_{1ТР} = 18 + 0{,}5\left(t_1^{\,p} - t_2^{\,p}\right)\overline{Q_{о.вн}} + \left(\frac{t_1^{\,p} + t_2^{\,p}}{2} - 18\right)\left(\overline{Q_{о.вн}}\right)^{\frac{1}{1+m}} \qquad (32)$$

$$t_{2ТР} = t_{1ТР} - \left(t_1^{\,p} - t_2^{\,p}\right)\left(\overline{Q_{о.вн}}\right) \qquad (33)$$

где $t_{1тр}$, $t_{2тр}$ – требуемые температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, определяемые в зависимости от изменения $\overline{Q}_{о.вн}$,

$\overline{Q}_{от.вн}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха $t_н$, определяемый по формуле (28),

t_1^p, t_2^p – расчетные температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления без учета запаса в поверхности нагрева отопительных приборов (из проекта);

m – показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора, как правило, принимают m = 0,25 или по приложению 18 СП 41-101.

8.7 При наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, заложенного при проектировании в соответствии с п.п. 6.2, 6.3 и 7.3 настоящего СП (при $\beta_2 \geq 1{,}05$, в этом случае $K_{зап} = \beta_2$), или при выявлении его по результатам энергоаудита, для исключения перерасхода тепловой энергии на отопление в процессе эксплуатации следует пересчитать расчетные параметры температур теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, исходя из этого запаса ($K_{зап}$ – есть отношение проектного расчетного расхода тепловой энергии на отопление существующих зданий, проект которых выполнен не по предлагаемой методике $Q_{от.пр}^p$, к проектному требуемому расходу тепловой энергии по результатам энергоаудита $Q_{от.тр}^p$: $K_{зап} = Q_{от.пр}^p / Q_{от.тр}^p$). Требуемые значения температур воды в подающем $t_{1ТР}$ и обратном $t_{2ТР}$ трубопроводах системы отопления находят соответственно по формулам (34) и (35):

$$t_{1ТР} = 18 + 0{,}5\left(t_1^p - t_2^p\right)\frac{\overline{Q_{о\cdot вн}}}{K_{зап}} + \left(\frac{t_1^p + t_2^p}{2} - 18\right)\left(\frac{\overline{Q_{о.вн}}}{K_{зап}}\right)^{\frac{1}{1+m}} \qquad (34)$$

$$t_{2ТР} = t_{1ТР} - \left(t_1^p - t_2^p\right)\left(\frac{\overline{Q_{о.вн}}}{K_{зап}}\right) \qquad (35)$$

где $K_{зап} = \beta_2$ – то же, что и в формулах (17) и (20), $K_{зап}$ – в формуле (25);

t_1^p, t_2^p – расчетные температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления без учета запаса в поверхности нагрева отопительных приборов (из проекта).

Для определения требуемых с учетом запаса расчетных температур теплоносителя при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха в формулы (34) и (35) необходимо подставить $\overline{Q}_{от.} = 1$. Тогда, например, при запасе поверхности нагрева отопительных приборов $K_{зап}$ = 1,2 и расчетных температурах теплоносителя без запаса t_1^p = 95°С и t_2^p = 70°С и m = 0,25, требуемые значения температур при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха будут:

$t_{1\,тр.}^p = 18 + 0{,}5\cdot(95\text{-}70)\cdot 1/1{,}2 + [(95+70)/2 - 18]\cdot(1/1{,}2)^{1/(1+0{,}25)} = 84$ °С,

$t_{2\,тр.}^p = 84 - (95\text{-}70)\cdot 1/1{,}2 = 63$ °С.

8.8 Расчетный расход теплоносителя, кг/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (36):

$$G_{от}^p = 3600\cdot Q_{от}^p/(t_{1тр.}^p - t_{2тр}^p)/c_w, \qquad (36)$$

где $G_{от}^p$ – расчетный расход теплоносителя, кг/ч,

$Q_{от}^p$ – расчетная тепловая нагрузка на систему отопления, кВт, то же, что и в формулах (20, 23),

$t_{1\,тр.}^{\,p}$, $t_{2\,тр.}^{\,p}$ – то же, что и в формулах (34) и (35) при подстановке $\overline{Q}_{от.} = 1$,

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж/(кг·°С).

9 Потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период жилых зданий при непрерывном и постоянном режиме отопления и общественных зданий для оценки их энергоэффективности.

9.1 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода $Q_{от}^{год}$ кВт·ч, при непрерывном и постоянном режиме отопления следует определять по формуле (37):

$$Q_{от}^{год} = \left[Q_{тп}^{год} - \left(Q_{быт}^{год} + Q_{инж}^{год}\right)\nu\,\zeta\right]\beta_{тп}\left(1-\xi\right), \qquad (37)$$

где $Q_{от}^{год}$ общие теплопотери здания за отопительный период, кВт·ч, — определяемые по 9.2;

$Q_{вн}^{год}$ — Бытовые, внутренние теплопоступления в течение отопительного периода, кВт·ч, определяемые по 9.6;

$Q_{инс}^{год}$ — теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, кВт·ч, определяемые по 9.7;

ν — коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемые значения определяются по формуле

$$\nu = 0{,}7 + 0{,}000025(ГСОП - 1000); \qquad (38)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода.

ζ — коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

$\zeta = 1{,}0$ — в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

$\zeta = 0{,}95$ — в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

$\zeta = 0{,}9$ — 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;

$\zeta = 0{,}85$ — в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0{,}7$ — в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\zeta = 0,5$ — в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе — регулирование центральное в ЦТП или котельной;

$\beta_{тп}$ — коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, равный для:

многосекционных и других протяженных зданий $\beta_{тп} = 1,13$;

зданий башенного типа $\beta_{тп} = 1,11$;

зданий с отапливаемыми подвалами или чердаками $\beta_{тп} = 1,07$;

зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты $\beta_{тп} = 1,05$.

ξ - коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения $\xi = 0,1$ для центральных систем отопления с измерением теплоотдачи на отопительном приборе или на стояке и $\xi = 0,15$ для квартирных систем отопления с измерением теплосчетчиком в целом на квартиру.

9.2 Общие теплопотери здания $Q_{тп}^{год}$, кВт·ч, за отопительный период следует определять по формуле

$$Q_{тп}^{год} = Q_{огр}^{год} + Q_{инф}^{год} \qquad (39)$$

где $Q_{огр}^{год}$ – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, кВт·ч, определяемые по 9.3;

$Q_{инф}^{год}$ – теплопотери за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, кВт·ч, определяемые по 9.4.

9.3 Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения, $Q_{огр}^{год}$, кВт·ч, следует определять по формуле

$$Q_{огр}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} \qquad (40)$$

где $K_{тр}$ - общий коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_{тр} = \left(nA_{ст} / R_{о,ст}^{пр} + nA_{ок} / R_{о,ок}^{пр} + nA_{дв} / R_{о,дв}^{пр} + n A_{покр} / R_{о,покр}^{пр} + nA_{черд} / R_{о,черд}^{пр} + nA_{цок} / R_{о,цок}^{пр} + nA_{пр} / R_{о,пр}^{пр}\right) / A_{огр}^{сум} \qquad (41)$$

$A_{ст}$, $R_{о,ст}^{пр}$ 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 светопроемов (окон, витражей, фонарей);

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

$A_{покр}$, то же, совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

СП проект $R^{пр}_{о,покр}$

$A_{черд}$, $R^{пр}_{о,черд}$ то же, чердачных перекрытий;

$A_{цок}$, $R^{пр}_{о,мок}$ то же, цокольных перекрытий или пола по лагам, по грунту;

$A_{проезд}$, $R^{пр}_{о,проезд}$ то же, перекрытий над проездами и под эркерами.

n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху: для наружных стен, покрытий и перекрытий, контактирующих с наружным воздухом $n=1$; для чердачных перекрытий холодных чердаков и перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом $n=0,9$; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий техподполий и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения по формуле $n = (t_в - t_в^*)/(t_в - t_н^р)$, обозначения из формулы (2), $t_в^*$ - температура воздуха в чердаке или техподполье;

$A_{огр.сум}$ сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания, м^2;

$ГСОП$ - то же, что и в формуле (26), °С·сут;

При проектировании полов по грунту или отапливаемых подвалов вместо $A_{цок}$, и $R^{пр}_{о,мок}$ перекрытий над цокольным этажом в формуле (40) подставляют площади $A_{цок}$, и приведенные сопротивления теплопередаче $R^{пр}_{о,мок}$ стен, контактирующих с грунтом, и полов по грунту, разделенных по зонам согласно п.5.2.4.5, и определяют соответствующие этим зонам $A_{цок}$ и $R^{пр}_{о,мок}$;

9.4 Теплопотери за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, $Q_{инф}^{год}$, кВт·ч, следует определять по формуле (42):

$$Q_{инф}^{год} = 0,04 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{вент} \cdot \rho_в \cdot n_{вент} + G_{инф} \cdot k \cdot n_{инф}) \cdot c_a \cdot ГСОП \quad (42)$$

где $L_{вент}$ - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, либо нормируемое значение при механической вентиляции, м^3/ч, равное для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м^2 общей площади на человека — 3 $A_ж$;

б) других жилых зданий — 0,35·$h_{эт}$·($A_ж$), но не менее 30 m; где m — расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов – $4A_p$; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок – $5A_p$; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений – $7A_p$; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов – $10A_p$,

$A_ж$; A_p — для жилых зданий — жилая площадь ($A_ж$), для общественных и административных зданий — расчетная площадь (A_p), м^2;

$h_{эт}$ - высота этажа от пола до потолка, м;

$\rho_в$ - плотность внутреннего воздуха, кг/м^3, определяемая по п. 5.4.1

$n_{вент}$ — число часов работы механической вентиляции в течение недели;

$G_{инф}$ — количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для жилых зданий — воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно 9.5;

k — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, определяемый по п. 5.3.3;

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

c_a - удельная теплоемкость воздуха, равная 1,006 кДж/(кг·°С);

ГСОП - то же, что и в формуле (26), °С·сут;

0,04 - = 0,28·24/168, здесь 24 - число часов в сутках; 168 - число часов в неделю.

9.5 Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания, $G_{инф}$, кг/ч, через неплотности заполнений проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле

$$G_{инф} = \left(A_{ок}/R_{в.ок}\right)\cdot\left(\Delta P_{ок}/10\right)^{2/3} + \left(A_{дв}/R_{в.дв}\right)\cdot\left(\Delta P_{дв}/10\right)^{1/2} \qquad (43)$$

где $A_{ок}$ и $A_{дв}$ - соответственно суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м^2;

$R_{в.ок}$ и $R_{в.дв}$ - соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей, по п.5.3.4

$\Delta P_{ок}$ и $\Delta P_{дв}$ - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяемые по п. 5.3.4.

9.6 Внутренние, бытовые теплопоступления в течение отопительного периода $Q_{вн}^{год}$, кВт·ч, следует определять по формуле

$$Q_{вн}^{год} = 24\cdot10^{-3}\cdot q_{вн.от}\cdot z_{от.п}\cdot A_ж, \qquad (44)$$

где $q_{вн.от}$ - Удельная величина внутренних, бытовых теплопоступлений на 1 м^2 жилой площади ($A_ж$) или полезной площади помещений общественного здания ($A_{пол}$) за отопительный период, Вт/м^2, принимаемая для жилых зданий по п. 5.1, а для общественных и административных зданий внутренние теплопоступления учитываются по расчетному числу людей, находящихся в здании, от освещения (по установочной мощности) и оргтехники с учетом рабочих часов в неделю, в зависимости от назначения здания и плотности расселения по табл.4;

$Z_{от.п}$ — то же, что и в формуле (26), сут.

9.7 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода $Q_{инс}^{год}$, кВт·ч, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле

$$Q_{инс}^{год} = \left[\tau_{1ок}\tau_{2ок}\left(A_{ок1}I_1 + A_{ок2}I_2 + A_{ок3}I_3 + A_{ок4}I_4\right) + \tau_{1фон}\tau_{2фон}A_{фон}I_{гор}\right] \qquad (45)$$

$\tau_{1ок}$, $\tau_{1фон}$ — коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по своду правил; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° — как зенитные фонари;

$\tau_{2ок}$, $\tau_{2фон}$ — коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по своду правил;

$A_{ок1}$, $A_{ок2}$, $A_{ок3}$, $A_{ок4}$ — площадь светопроемов фасадов здания (глухая часть балконных дверей исключается), соответственно ориентированных по четырем направлениям (возможно по восьми), м^2;

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

I_1, I_2, I_3, I_4 — средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, кВт·ч/м^2, определяется по методике свода правил;

$I_{гор}$ — средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, кВт·ч/м^2, определяется по своду правил.

10. Потребление тепловой энергии на отопление и механическую приточную вентиляцию жилых и обществен-

ных зданий за отопительный период с учетом проектного значения принятого воздухообмена.

10.1 Условный объем приточного воздуха $L_{v.y}$, м^3/ч, исходя из проектных значений расчетных расходов тепловой энергии на системы приточной вентиляции и кондиционирования воздуха с учетом эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха $\eta_{ут}$ (или по натурным замерам при выполнении энергетического обследования существующих зданий), определяется по формуле (46):

$$L_{\text{v}y} = \frac{[Q_{\text{v}1} + Q_{\text{v}2}(1 - \eta_{ут})]10^3}{0{,}28c\rho_{\text{a}}^{\text{ht}}(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}, \qquad (46)$$

где $Q_{\text{v}1}$ – расчетный расход тепловой энергии (*установленная мощность*) систем приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, кВт, из раздела отопление и вентиляция проекта здания, приведенный в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация»; при наличии воздушного отопления расчетную нагрузку делят на две части пропорционально разности температур приточного воздуха и 20°С, – она прибавляется к расчетной нагрузке отопления; разность в 20°С и расчетной температуры наружного воздуха прибавляется к вентиляционной нагрузке;

Q_{v2} – то же, что и Q_{v1}, но с утилизацией теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного;

$\eta_{ут}$ – коэффициент эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха, назначает разработчик или по таблице 5.

Таблица 5 Эффективность систем утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного

№№ п/п	Тип утилизатора	$\eta_{ут}$
1.	Роторный с аккумулирующей насадкой	0,8
2.	Пластинчатый противоточный	0,8
3.	Пластинчатый перекрестно-точный	0,6
4.	С промежуточным теплоносителем	0,45

c, ρ_a^{ht} – то же, что c_a, $\rho_в$ в формуле (42);

t_{int} – то же, что $t_в$ в формуле (2);

t_{ext} – то же, что $t_н^р$ в формуле (2).

10.2 Расход тепловой энергии на нагрев этого условного объема воздуха с учетом инфильтрации за отопительный период, Q_{v+inf}^{y}, кВт·ч:

$$Q_{v+inf}^{y} = 0{,}04 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{v.y} \cdot \rho_в \cdot n_{вент} + G_{inf} \cdot k \cdot n_{инф}) \cdot c_a \cdot ГСОП_{от} \qquad (47)$$

где $L_{v.y}$ – то же, что в формуле (46);

остальные обозначения те же, что и в формуле (42).

10.3 Потребность в тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха за отопительный период $Q_{от+вент.}^{год}$, кВт·ч, с использованием формулу (37) без увеличения на бесполезные потери, так как

они уже учтены при определении проектной величины расчетного расхода тепловой энергии на вентиляцию, и раскрывая $Q_{тп}^{год}$ на трансмиссионные теплопотери через ограждения $Q_{огр}^{год}$ и вентиляционные с инфильтрующимся воздухом $Q_{инф.}^{год}$:

$$Q_{от+вент.}^{год} = \{(Q_{огр}^{год} + Q_{инф.}^{год}) - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год})\nu\zeta\} \cdot \beta_{тп} \qquad (48)$$

где $Q_{огр}^{год}$ – теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВт·ч, из (40);

$Q_{инф.}^{год}$ – то же, что Q_{v+inf}^{y} в формуле (47) или (42);

$Q_{быт}^{год}$ – то же, что в формуле (37);

$Q_{инс}^{год}$ – то же, что в формуле (37);

ν, ζ, $\beta_{тп}$ – то же, что в формуле (37);

10.4 Расход тепловой энергии на тепловые завесы $Q_{тз}^{год}$, кВт·ч, за отопительный период (за исключением электрических тепловых завес) определяют по формуле:

$$Q_{тз}^{год} = Q_{\text{h.c}} n_{\text{h.c}} \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ht}})}{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}, \qquad (49)$$

где $Q_{h.c}$ – проектный расчетный расход тепловой энергии (*установленная мощность*) на тепловые завесы, кВт, из раздела отопление и вентиляция проекта здания, приведенный в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация»;

$n_{h.c}$ – число часов работы тепловой завесы за отопительный период;

t_{int}, t_{ext} – то же, что в формуле (46);

t_{ht} – то же, что $t_{н.от.п}$ в формуле (26).

При применении электрических тепловых завес величину $Q_{тз}^{год}$ определяют по формуле (49):

$$Q_{тз}^{год} = N_{\text{h.c}} \bullet 2{,}5 n_{\text{h.c}}, \qquad (50)$$

где $N_{h.c}$ – электрическая мощность тепловой завесы, кВт; из проекта;

$n_{h.c}$ – то же, что в формуле (49).

10.5 Суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы за отопительный период, $Q_{вент+инф+тз.}^{год}$, кВт·ч, находят по формуле (51):

$$Q_{вент+инф+тз.}^{год} = Q_{вент+инф.}^{год} + Q_{тз}^{год} \qquad (51)$$

10.6 Удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы общественного здания за отопительный период $q_{от+вент.}^{год.расч}$, кВт·ч/м^2, определяют по формуле (52):

$$q_{от+вент.}^{год.расч} = (Q_{от+вент.}^{год} + Q_{тз}^{год}) / A_{пол} \qquad (52)$$

где $Q_{от+вент.}^{год}$ – расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха общественных зданий за отопительный период, кВт·ч; принимают согласно (48);

$Q_{тз}^{год}$ – потребность в тепловой энергии на тепловые завесы, кВт·ч; определяют согласно (50);

$A_{пол}$ – то же, что в формуле (24).

Если полученная величина удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы здания превышает указанные в таблицах раздела 14 для $q_{от+вент.}^{год.норм}$ соответствующего года строительства, то система вентиляции здания имеет недостаточную энергетическую эффективность. В этом случае следует либо предусмотреть дополнительные энергосберегающие мероприятия и повторить расчет при новых значениях Q_v и $\eta_{ут}$ или выбрать систему отопления с более высоким коэффициентом эффективности авторегулирования ζ, либо применить другие энергосберегающие решения.

11. Потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий за отопительный период при непрерывном отоплении с периодическим изменением теплового режима

11.1 В соответствии с п. 8.5 для общественных зданий с периодическим режимом эксплуатации градусо-сутки отопительного периода определяются отдельно для рабочего ($ГСОП_{от.раб}$) и нерабочего ($ГСОП_{от.н/р}$) времени. Годовой расход тепловой энергии на отопление также находится отдельно для каждого периода с использованием общей формулы (37), принимая коэффициент, относящийся только к жилым зданиям, ξ = 0, а теплопотери здания в рабочее время $Q_{тп.раб}^{год}$, кВт·ч, равными только теплопотерям через наружные ограждения:

$$Q_{тп.раб}^{год} = Q_{огр}^{год} = K_{тр} \cdot ГСОП_{от.раб} \cdot A_{огр.сум} \cdot n_{вент} \cdot 10^{-3}/7 ; \qquad (53)$$

в нерабочее время при непрерывном отоплении теплопотери здания принимаются равными сумме теплопотерь через наружные ограждения и расходу теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при отключенных системах механической вентиляции (теплопоступления при этом отсутствуют):

$$Q_{тп.н/р}^{год} = Q_{огр}^{год} + Q_{инф}^{год} = (K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0{,}28 \cdot G_{инф} \cdot k \cdot c_a) \cdot ГСОП_{от.н/р} \cdot n_{инф} \cdot 10^{-3}/7 ; \qquad (54)$$

Соответственно, расход тепловой энергии за отопительный период при непрерывном отоплении и с периодическим изменением теплового режима будет:

$$Q_{от}^{год} = \{Q_{тп.н/р}^{год} + [Q_{тп.раб}^{год} - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год})\nu\zeta]\} \cdot \beta_{тп} \qquad (55)$$

Все обозначения из формул 39, 40 и 42.

11.2 Расход тепловой энергии за отопительный период на вентиляцию (на нагрев приточного воздуха в объеме нормативного воздухообмена) разделяется на две части:

а) нагрев наружного воздуха до расчетной температуры приточного воздуха, равной расчетной температуре воздуха в помещении, при наружной температуре ниже, рассчитанной по п. 8.5, температуры начала/окончания отопительного периода для данного здания;

б) нагрев наружного воздуха до такой температуры приточного воздуха, при которой недогрев до расчетной температуры плюс теплопотери через наружные ограждения при данной температуре наружного воздуха будут компенсировать внутренние теплопоступления. Критическая температура наружного воздуха $t_н$, при которой нет необходимости нагрева приточного воздуха выводится из следующего равенства:

$$(K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a) \cdot (t_в - t_н) = q_{вн.от} \cdot A_{пол}\,. \qquad (56)$$

Если вычисленная из уравнения (56) температура наружного воздуха окажется выше расчетной температуры начала/окончания отопительного периода ($t_{н.гр}$ = +8 или +10°С), то тогда принимается $t_н = t_{н.гр}$, правая часть равенства уравнения (56) переносится в левую часть, и полученная разность приравнивается к недогреву приточного воздуха по сравнению с наружным:

$$(K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a) \cdot (t_в - t_{н.гр}) - q_{вн.от} \cdot A_{пол} = 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot (t_{пр} - t_{н.гр}). \qquad (57)$$

Из уравнения (57) находится $t_{пр}$, и тогда расход тепловой энергии на вентиляцию за отопительный период $Q_{вент}^{год}$, кВт·ч, определяется из следующей формулы:

$$Q_{вент}^{год} = (0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot n_{вент} \cdot 10^{-3}/7) \cdot [(t_в - t'_{н.от.п.раб}) \cdot z_{от.п.раб} + [((t_в + t_{пр})/2 - (t'_{н.гр} + t_{н.гр})/2) \cdot (z_{от.п} - z_{от.п.раб})]. \qquad (58)$$

Если вычисленная из уравнения (56) температура наружного воздуха $t_н$ окажется ниже расчетной температуры начала/окончания отопительного периода $t_{н.гр}$, то при ней прекращается нагрев приточного воздуха – приточная вентиляцию подает в помещения наружный воздух без подогрева. Из климатических данных определяется период стояния в сутках среднесуточной температуры наружного воздуха ниже вычисленной – $z_{от.п.вент}$, и тогда расход тепловой энергии на вентиляцию за отопительный период $Q_{вент}^{год}$, кВт·ч, будет равен:

$$Q_{вент}^{год} = (0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot n_{вент} \cdot 10^{-3}/7) \cdot [(t_в - t'_{н.от.п.раб}) \cdot z_{от.п.раб} + [((t_в + t_н)/2 - (t'_{н.гр} + t_н)/2) \cdot (z_{от.п.вент} - z_{от.п.раб})]. \qquad (59)$$

где $z_{от.п}$, $z_{от.п.раб}$, $z_{от.п.н/р}$, $z_{от.п.вент}$ – длительность отопительного периода в сутках, соответственно стандартного, в рабочее, нерабочее время и периода работы приточной вентиляции с подогревом наружного воздуха, остальные обозначения из формул 39, 40 и 42 и формул п. 8.5.

11.3 Суммарный расход тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию при непрерывном отоплении с периодическим изменением теплового режима:

$$Q_{от+вент.}^{год} = Q_{от}^{год} + Q_{вент}^{год} \qquad (60)$$

Примечания 1. Выключение системы отопления при отрицательных температурах наружного воздуха может вызвать нежелательный эффект от-

рицательной радиации от окон. С целью сокращения из-за этого дискомфортной зоны целесообразно продолжить отопление в период до расчетной температуры начала/окончания отопительного периода ($t_{н.гр}$ = +8°С) по линейному графику в зависимости от изменения наружной температуры, построенному с учетом реального запаса в системе, а систематический перегрев, возникающий при этом, снимать понижением температуры приточного воздуха также в зависимости от изменения этой наружной температуры, вместо общепринятого решения о поддержании ее на постоянном уровне (режим «фрикулинг»*). Это не изменит суммарного теплопотребления на отопление и вентиляцию за отопительный период, а только перераспределит соотношение расходов тепловой энергии на каждую из систем, и позволит расширить более полное использование теплопоступлений с солнечной радиацией для экономии тепловой энергии с помощью термостатов.

2. С целью повышения энергоэффективности следует использовать режим периодического отопления, охлаждения и вентиляции таких зданий с выключением отопления после окончания рабочего дня, «натоп» перед началом работы, чтобы восстановить температуру воздуха в помещениях до комфортных показателей в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений, и умеренное отопление в течение рабочего дня с использованием режима «фрикулинга». При этом следует осуществлять контроль температуры воздуха в помещениях, чтобы при снижении ее ниже допустимой на длительный период отключения, особенно в выходные дни, также автоматически происходило включение отопления, пока температура воздуха не восстановится до заданного значения.

*фрикулинг – дословный перевод свободное охлаждение, то есть охлаждение без затрат энергии на производство холода, например, охлаждение наружным воздухом, когда его температура ниже температуры воздуха охлаждаемого помещения.

12. Охладительный период. Годовые затраты холода на охлаждение помещений

12.1 Теплопоступления и климатические параметры охладительного периода

12.1.1 В охладительный период удельные внутренние теплопоступления в общественных зданиях снизятся за счет меньших теплопоступлений от освещения из-за увеличения светового дня по сравнению отопительным периодом до величины:

$$q_{вн.ох.н/ж} = (Q_{Р}/A_{Р})\cdot t_{мет}/t + 1{,}8\cdot q_{Е}\cdot f_{Е}/t, \qquad (61)$$

где 1,8 = $0{,}65\cdot 10^{3}/365$, а $к_{л}$ = 0,65 – понижающий коэффициент на снижение теплопоступлений от освещения в охладительный период, остальные обозначения и их значения приводятся в табл.4.

12.1.2 Теплопоступления с солнечной радиацией в охладительный период возрастают из-за увеличения длительности светового дня и

интенсивности солнечного излучения. Эти теплопоступления оказывают воздействие на помещения каждого фасада здания в разное время дня с разной интенсивностью. Поэтому условно теплопоступления разделяются на внешние с солнечной радиацией и внутренние теплопоступления, а также на теплопоступления за счет повышения температуры наружного воздуха выше расчетной для поддержания в помещениях.

12.1.3 В общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации в нерабочее время отсутствует необходимость в охлаждении помещений (за исключением, когда этот период используется для понижения пиковых нарузок), так как нет внутренних и внешних теплопритоков, а температура ночью, как правило, ниже дневной. Поэтому охладительные системы включены только в течение рабочего времени объекта и влиянием на режим их работы предшествующего нерабочего периода можно пренебречь.

12.1.4 Параметры микроклимата при кондиционировании помещений в охладительный период следует предусматривать для обеспечения параметров внутреннего воздуха в пределах верхних значений оптимальных норм по ГОСТ 30494 (формулировка СП 60.13330).

12.2 Температура наружного воздуха начала/окончания охладительного периода соответствует такой величине $t_{н.ох}$, при которой теплопотери через наружные ограждения в сумме с недогревом приточного воздуха от этой температуры до внутренней расчетной для охладительного периода $t_{в.ох}$, будут равны внутренним теплопоступлениям этого периода (формула 56 с заменой показателя $t_в$ на $t_{в.ох}$). Тогда искомая величина будет равна:

$$t_{н.ох} = t_{в.ох} - q_{вн.ох} \cdot A_{пол} / (K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a) \qquad (62)$$

12.3 Длительность охладительного периода находится в соответствии с положением п. 12.1.3 и методикой, изложенной в п. 8.5:

1) Сначала определяется средняя температура каждого летнего и примыкающих к ним месяцев для рабочего времени (условно принимая длительность рабочего дня с 9.00 до 18.00), используя формулу (29), исходя из средней температуры месяца и среднесуточной амплитуды температуры воздуха наиболее теплого месяца;

2) далее следует определить количество суток $z_{ох.вн}$ с временем стояния средней температуры наружного воздуха в рабочее время выше температуры, определенной по формуле (62), и это будут дни, когда внутренние теплопоступления будут компенсироваться переохлаждением приточного наружного воздуха по отношению к расчетной внутренней температуре помещений;

3) помимо, указанного в 2), будут иметь место теплопоступления через наружные ограждающие конструкции, когда средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток превышает расчетную температуру воздуха внутри помещений, и на доохлаждение приточного воздуха с температуры наружного воздуха до температуры воздуха помещений – необходимо также

определить количество таких суток $z_{ох.кл.п} = z_{ох.при\ t_н > t_{в.ох}}$, это и будет длительность климатического охладительного периода.

12.4 Градусо-сутки климатического охладительного периода находятся суммированием произведений разности средних температур наружного воздуха рабочего времени суток, превышающих расчетную температуру воздуха внутри помещений, и этой расчетной температуры на количество таких суток в смежных месяцах из климатологических данных региона (примеры расчета длительности и величины градусо-суток охладительных периодов – в Приложении Г):

$$ГСОП_{ох.кл.п.раб} = \Sigma(t_н - t_{в.ох}) \cdot z_{ох.кл.п} \qquad (63)$$

12.5 Количество теплопоступлений, исключая солнечные притоки, за охладительный период, которые могут устраняться центральными системами охлаждения:

а) внутренние теплопоступления, кВт·ч:

$$Q_{вн.ох.п}^{год} = 1{,}0 \cdot q_{вн.ох} \cdot A_{пол} \cdot z_{ох.вн} \cdot t \cdot 10^{-3}; \qquad (64)$$

б) теплопоступления через ограждения, кВт·ч:

$$Q_{ох.п.огр}^{год} = K_{тр} \cdot A_{огр.сум} \cdot ГСОП_{ох.п.раб} \cdot t \cdot 10^{-3}; \qquad (65)$$

в) теплопоступления с приточной вентиляцией из-за того, что температура наружного воздуха выше расчетной температуры воздуха в помещении, кВт·ч:

$$Q_{ох.п.вент}^{год} = 0{,}28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_{вн} \cdot c_a \cdot ГСОП_{ох.п.раб} \cdot t \cdot 10^{-3}, \qquad (66)$$

здесь все обозначения из формул 39, 40, 42, 63, табл.4 и пояснений из п. 12.3; t – время использования помещений в день (среднее месячное), ч, по табл.4.

12.6 Количество теплопоступлений с солнечной радиацией за охладительный период $Q_{ох.п.инс}^{год}$, кВт·ч, которые могут устраняться локальными системами охлаждения, для всех фасадов зданий, ориентированных по разным направлениям, следует определять по формуле (67):

$$Q_{ох.п.инс}^{год} = \sum \eta_{ок,i} \cdot \tau_{ок,i} \cdot k_{ок,i} \cdot A_{ок,i} \cdot I_i + \sum \eta_{ф,i} \cdot \tau_{ф,i} \cdot k_{ф,i} \cdot A_{ф,i} \cdot I_{гор}, \qquad (67)$$

где $\tau_{ок}$, $\tau_ф$ – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон (витрин, витражей) и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по данным производителя;

$k_{ок}$, $k_ф$ – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по данным производителя;

η – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации через солнцезащитные устройства; при отсутствии данных допускается принимать по таблице 6.

$A_{окi}$ – площадь окон или витражей на фасадах здания, ориентированных по разным i направлениям, м^2, исключая площадь окон, витражей и прозрачной части балконных дверей лестнично-лифтовых узлов;

$A_{фi}$ – площадь зенитных фонарей здания, м^2;

I_i, $I_{гор}$ – средняя за отопительный период величина интенсивности солнечной радиации на вертикальные и горизонтальную поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по разным фасадам здания, кВт·ч /м^2, определяется по СП 23-101; интенсивность солнечной радиации, падающей на мансардные окна и световые фонари, расположенные под углом к горизонту следует рассчитывать в зависимости от угла наклона пропорционально между интенсивностью на горизонтальную и соответствующую вертикальную поверхности.

При помесячном расчете интенсивность суммарной солнечной радиации соответственно принимается для каждого месяца поочередно.

Таблица 6. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств
А. Наружные	
1. Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2. Штора или маркиза из темной ткани	0,2
3. Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,1/0,15
4. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,2
Б. Межстекольные (непроветриваемые)	
5. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,3/0,35
6. Штора из светлой ткани	0,25
7. Штора из темной ткани	0,4
В. Внутренние	
8. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,6/0,7
9. Штора из светлой ткани	0,4
10. Штора из темной ткани	0,6

Примечания: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: до черты – для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты – под углом 90° к плоскости проема.

2. Коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством принимаются в 2 раза меньше.

12.7 Годовые затраты холода на охлаждение помещений здания $Q_{охл}^{год}$, кВт·ч, находятся сложением теплопоступлений через наружные ограждения и с вентиляционным воздухом, бытовых (внутренних) теплопоступлений и теплопоступлений от солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции по формуле (68):

$$Q_{охл}^{год} = Q_{вн.ох.п}^{год} + Q_{ох.п.огр}^{год} + Q_{ох.п.вент}^{год} + Q_{ох.п.инс}^{год} \qquad (68)$$

Поскольку, как правило, производство холода обеспечивается за счет использования электрической энергии в расчетах потребления тепловой энергии эта составляющая энергозатрат не участвует.

13. Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение зданий

В СП 30.13330 приводятся таблицы А.2 и А.3 расчетных (удельных) средних за год суточных расходов воды, в том числе горячей, л/сут, на 1 жителя в жилых домах и на 1 потребителя в зданиях общественного и производственного назначения. Для определения годового теплопотребления на горячее водоснабжение эти показатели должны быть пересчитаны на средние за отопительный период расчетные расходы воды.

13.1 Средний расчетный за сутки отопительного периода расход горячей воды на одного жителя в жилом здании $g_{гв.ср.от.п.ж}$, л/сут, определяется по формуле:

$$g_{гв.ср.от.п.ж.} = a_{гв.табл.А.2} \cdot 365 / [\, z_{от} + \alpha \cdot (351 - z_{от})]; \quad (69)$$

То же в общественном и производственном зданиях:

$$g_{гв.ср.от.п.н/ж} = a_{гв.табл.А.3} \cdot 365/351, \quad (70)$$

где $a_{гв.табл.А.2 \text{ или } А.3}$ – расчетный средний за год суточный расход горячей воды на 1 жителя из табл. А.2 или 1 потребителя общественного и производственного здания из табл. А.3 СП 30.13330;

365 – количество суток в году;

351 – продолжительность пользования централизованным горячим водоснабжением в течение года с учетом выключения на ремонт, сут.;

$z_{от.}$ – длительность отопительного периода;

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

13.2 Удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв}$, Вт/м^2, определяется по формуле:

$$q_{гв} = [g_{гв.ср.от.n} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{hl}) \rho_w c_w] / (3{,}6 \cdot 24 \cdot A_h), \quad (71)$$

где $g_{гв.ср.от.n}$ – то же, что в формуле (69) или (70);

$t_{гв}$ – температура горячей воды, принимаемая в местах водоразбора равной 60°С в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496;

$t_{хв}$ – температура холодной воды, принимаемая равной 5°С;

k_{hl} – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; принимается согласно нижеследующей таблицы 7, для ИТП жилых домов с централизованной системой гвс $k_{hl} = 0{,}2$; для ИТП общественных зданий и для жилых домов с квартирными водонагревателями $k_{hl} = 0{,}1$;

ρ_w – плотность воды, равная 1 кг/л;

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С);

A_h – норма общей площади квартир на 1 жителя или полезной площади помещений на 1 пользователя в общественных и производственных зданиях, принятое значение в зависимости от назначения здания приведено в табл.8.

Пример расчета показателей табл.8 – в Приложении Д.

Таблица 7. Значение коэффициента k_{hl}, учитывающего потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения

Тип системы горячего	Коэффициент k_{hl}

водоснабжения	при наличии сетей гвс после ЦТП	без сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками без полотенцесушителей	0,15	0,1
То же, с полотенцесушителями	0,25	0,2
С неизолированными стояками и полотенцесушителями	0,35	0,3

Таблица 8. Нормы суточного расхода горячей воды потребителями и удельной часовой величины тепловой энергии на ее нагрев в средние за отопительный период сутки, а также значения удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, исходя из нормативной площади на 1-го измерителя для центрального региона с $z_{от.}$= 214 суток.

№ п/п	*Потребители*	*Измеритель*	*Норма расхода горячей воды из табл.А.2 СП 30.13330.2012 за год* $a_{гвс}$, *л/сутки*	*Норма общей, полезной площади на 1 измеритель* Sa, $м^2$/*чел.*	*Удельный среднечасовой расход тепловой энергии на гвс за отопител. период* $q_{гв}$, $Вт/м^2$	*Удельный годовой расход тепловой энергии на гвс* $q_{гв.}^{год}$, $кВт{\cdot}ч/м^2$ *общей площади*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	**Жилые дома** независимо от этажности с централизованным горячим водоснабжением оборудованные умывальниками, мойками и ваннами, с квартирными регуляторми давления КРД	*1 житель*	*100*	*20*	*17,3*	*133/80**
	То же с умывальниками, мойками и душем с КРД	*То же*	*95*	*18*	*15,2*	*117/70**
	Жилые дома с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	*То же*	*85*	*18*	*13,2*	*100/60**
	То же с водонагревателями, работающими на твердом топливе	*То же*	*60*	*18*	*9,3*	*70/42**
2	**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*
3	**Больницы** с санитарными узлами, приближенными к палатам	*1больной*	*90*	*20*	*19,3*	*158*
	То же с общими ваннами и душами	*То же*	*75*	*10*	*22,9*	*181*
4	**Поликлиники и амбулатории** (10 $м^2$ на одного медработника, работа в 2 смены и 6 пациентов на 1 работника)	*1больной в смену*	*4*	-	-	
		1раб.в смену	*12*	*10*	*11*	*87*

5	**Детские ясли-сады** с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1ребенок	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
6	**Общеобразовательные школы** с душевыми при гимнастических за - лах и столовыми на п/фабрикатах	1учащ 1преподаватель	8	10	2,8	20
7	**Физкультурно-оздоровительные** комплексы со столовыми на полуфабрикатах	1 место	30	5	18,3	145
8	**Кинотеатры,** залы собраний // **театры,** клубы и досугово-развлекательные учреждения	1 зритель	3	5	1,8 // 3	14//24
		1 артист	25	-	-	
9	**Административные здания**	1работающ.	6	10	1,8	14
10	**Предприятияобщественного питания** для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	1блюдо на 1 место	4	5	44	350
11	**Магазины продовольственные**	1работающ.	12	30	1,2	10
12	**Магазины промтоварные**	то же	8	30	0,8	6
13	**Производственные** цеха и технопарки с тепловыдел. менее 84 кДж	1работающ.	11	20	1,6	13
14	**Склады**	то же	8	100	0,3	

Примечания: * - над чертой и без черты базовые значения, под чертой с учетом оснащенности квартир водосчетчиками и из условия, что при квартирном учете происходит 40% сокращение водопотребления.

1. Нормы расхода воды в графе 3 установлены для I и II климатических районов, для III и IV районов следует принимать с учетом коэффициента из табл. А.2 СП 30.13330.

2. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, посетителями, душевыми для обслуживающего персонала, на уборку помещений и т.п.). Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых помещениях производственных предприятий, на приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на водолечебные процедуры в водолечебницах и приготовление пищи, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, надлежит учитывать дополнительно.

3. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в таблице, нормы расхода воды следует принимать как для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.

4. На предприятиях общественного питания количество блюд (^), реализуемых за один рабочий день, допускается определять по формуле U = 2,2nmT□

где n - количество посадочных мест;

m - количество посадок, принимаемых для столовых открытого типа и кафе - 2; для столовых студенческих и при промышленных предприятиях - 3; для ресторанов -1,5;

T - время работы предприятия общественного питания, ч;

ψ - коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня, принимаемый: для столовых и кафе - 0,45; для ресторанов - 0,55; для других предприятий

общественного питания при обосновании допускается принимать 1,0.

5. В настоящей таблице удельный часовой норматив тепловой энергии q_{hw}, Вт/м^2 на нагрев нормы расхода горячей воды в средние сутки отопительного периода с учетом потерь теплоты в трубопроводах системы и полотенцесушителях соответствует указанной в соседнем столбце принятой величине общей площади квартиры в жилом доме на одного жителя или полезной площади помещений в общественном здании на одного больного, работающего, учащегося или ребенка, ***Sa***, м^2/чел.. Если в действительности окажется иная величина общей или полезной площади на одного человека, ***Sa.i***, то удельный норматив тепловой энергии данного конкретного дома $q_{hw.i}$ следует пересчитать по следующей зависимости: $q_{hw.i} = q_{hw} \cdot Sa / Sa.i$

13.3 Удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения на м^2 площади квартир или полезной площади помещений в общественном и производственных зданиях $q_{гв.}^{год}$, кВт·ч/м^2, рассчитывается по формуле (72) и приведен в табл.8 :

$$q_{гв}^{год} = \frac{0{,}024 q_{гв}}{1+k_{hl}} \left(351 k_{hl} + z_{от} + \frac{\alpha (351 - z_{от})(60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \qquad (72)$$

где $q_{гв}$, k_{hl}, $t_{хв}$ – то же, что в формуле (71)

$z_{от}$, α, – то же, что в формуле (69);

$t_{хв.л}$ – температура холодной воды в летний период, принимаемая равной 15 °С при водозаборе из открытых источников.

После подстановки в формулу (72) известных постоянных величин вместо обозначений, она будет иметь следующий вид.

а) для жилых домов с централизованной системой гвс и ИТП:

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}02 \cdot q_{гв} \cdot [(70{,}2 + z_{от}) + 0{,}74 \cdot (351 - z_{от})] \cdot S_a / S_{a.i}, \qquad (73)$$

б) для жилых домов с гвс от квартирных водонагревателей

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}024 \cdot q_{гв} \cdot [z_{от} + 0{,}74 \cdot (365 - z_{от})] \cdot S_a / S_{a.i}, \qquad (74)$$

в) для гостиниц с душами и полотенцесушителями в отдельных номерах и больниц с санитарными узлами, приближенными к палатам:

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}02 \cdot q_{гв} \cdot [(70{,}2 + z_{от}) + 0{,}82 \cdot (365 - z_{от})] \cdot S_a / S_{a.i}, \qquad (75)$$

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

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}022 \cdot q_{гв} \cdot [(35{,}1 + z_{от}) + 0{,}82 \cdot (351 - z_{от})] \cdot S_a / S_{a.i}, \qquad (76)$$

Примечания.

1. Уровень теплопотребления на 1 жителя в СП 30.13330.2012 выше, чем в предыдущей редакции СНиП 2.04.01-85*, из-за того, что в СП норма водопотребления принимается в среднем за год и при минимальной температуре в точках водоразбора 60°С, а в СНиП – за отопительный период и при минимальной температуре 55°С.

2. Расчеты показывают, что даже приведя нормируемое водопотребление к одинаковой заселенности жилых зданий и учитывая сокращение излишнего против нормируемого водопотребления на 40% при

расчете по квартирным водосчетчикам, удельное теплопотребление в нашей стране остается в 2 раза выше, чем принимается в странах Европы. Теплопотребление в офисных зданиях, залах собраний, торговых и производственных зданиях примерно совпадают, а в больницах, ресторанах, физкультурно-оздоровительных и досуговых комплексах расхождения очень большие с завышением в российских нормах. Поэтому в актуализированной таблице 4 исходных данных приведены 2 строки – рекомендуемые значения по ИСО 13790 и по результатам нашего расчета. Для установления истинного значения необходимо натурными измерениями уточнить исходные данные удельного водопотребления в таблицах А.2 и А.3 СП 30.13330.2012.

14. Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

14.1 Базовый и нормируемый уровень требований энергоэффективности для жилых и общественных зданий в зависимости от года строительства и к их элементам и конструкциям для обеспечения установленного уровня энергетической эффективности зданий, представлен в таблицах 9 - 12. Причем для многоквартирных домов, для которых обязательно установление класса энергетической эффективности по суммарной величине удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, приводятся значения этого суммарного расхода и отдельно на отопление и вентиляцию, потому что по последнему расходу оценивается энергетическая эффективность проекта.

Таблица 9. Базовый и нормируемый в зависимости от года строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов, кВт·ч/м^2

Наименование удельного показателя	°С·сут. отопит. периода	Удельный годовой расход тепловой энергии в зависимости от этажности здания, кВт·ч/м^2					
		2 эт.	4 эт.	6 эт	8 эт	10 эт	≥12 эт.
		Базовые значения					
на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	2000	209	201	197	194	192	190
	4000	255	235	227	222	218	214
	6000	297	270	262	255	249	243
	8000	328	297	289	281	273	265
	10000	360	323	311	302	293	284
	12000	390	349	333	323	313	303
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно	2000	60	52	48	45	43	41
	4000	120	100	92	87	83	79
	6000	162	135	127	120	114	108
	8000	190	159	151	143	135	127
	10000	222	185	173	164	155	146
	12000	252	211	195	185	175	165
		Нормируемые значения устанавливаемые со дня					

		вступления в силу требований энергоэффективности					
на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	2000	178	171	167	165	163	162
	4000	217	200	193	189	185	182
	6000	252	230	223	217	212	207
	8000	279	252	246	239	232	225
	10000	306	275	264	257	249	241
	12000	332	297	283	275	266	258
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно	2000	51	44	41	39	37	35
	4000	102	85	78	74	71	67
	6000	138	115	108	102	97	92
	8000	162	135	128	122	115	108
	10000	189	157	147	139	132	124
	12000	214	179	166	157	149	140
		Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2016					
на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	2000	146	141	138	136	134	133
	4000	179	165	159	156	153	150
	6000	208	189	183	179	174	170
	8000	230	208	202	197	191	186
	10000	252	226	218	211	205	199
	12000	273	244	233	226	219	212
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно	2000	42	36	34	32	30	29
	4000	84	70	64	61	58	55
	6000	113	95	89	84	80	76
	8000	133	111	106	100	95	89
	10000	155	130	121	115	109	102
	12000	176	148	137	130	123	116
		Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2020					
на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	2000	125	121	118	116	115	114
	4000	153	141	136	133	131	128
	6000	178	162	157	153	149	146
	8000	197	178	173	169	164	159
	10000	216	194	187	181	176	170
	12000	234	209	200	194	188	182
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно	2000	36	31	29	27	26	25
	4000	72	60	55	52	50	47
	6000	97	81	76	72	68	65
	8000	114	95	91	86	81	76
	10000	133	111	104	98	93	88
	12000	151	127	117	111	105	99

Примечание. При установлении базовых величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов было принято расчетное заселение 20 м^2 общей площади квартир на одного жителя. Исходя из этого в соответствии с п.п. 5.1 и 5.4 настоящего СП были приняты нормативный воздухообмен в квартирах 30 м^3/ч на человека и удельные внутренние теплопоступления 17 Вт/м^2 жилой площади квартир.

Таблица 10. Базовый и нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных одноквартирных (отдельно стоящих или блокированных) домов

Отапливаемая площадь домов, м^2	Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м^2·°С·сут)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
	Базовый			
60 и менее	42,0	–	–	–
100	34,7	37,5	–	–
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
1 000 и более	–	19,4	20,8	22,2
	Нормируемый с 2012 года			
60 и менее	35,7	–	–	–
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
1 000 и более	–	16,5	17,7	18,9
	Нормируемый с 2016 года			
60 и менее	29,4	–	–	–
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
1 000 и более	–	13,6	14,6	15,5

Примечания: 1. При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60–1000 м^2 значения $\theta_{эн/эф}$ должны определяться по линейной интерполяции.
2. Под отапливаемой площадью одноквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных домов – площадь квартиры, а для многоквартирных домов с общей лестничной клеткой – сумму площадей квартир без летних помещений.

Таблица 11. Базовый и нормируемый по годам строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м^2·°С·сут)

Типы зданий	Этажность зданий:							
	1	2	3,4	5	6, 7	8, 9	10,11	12 и выше
1. Административного (офисы) и общеобразовательного назначения*								
Базовый	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
Нормируемый с 2012г.	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
Нормируемый с 2016г.	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
2.Поликлиники и лечебные учреждения с 1,5-сменным режимом работы								
Базовый	33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9
Нормируемый с 2012г.	28,7	27,9	27,0	26,2	24,9	24,1	23,5	22,9
Нормируемый с 2016г.	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								
Базовый	37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0
Нормируемый с 2012г.	32,1	31,3	30,4	29,6	28,4	27,5	27,0	26,4
Нормируемый с 2016г.	26,5	25,8	25,1	24,4	23,4	22,7	22,3	21,7
4.Сервисного обслуживания, культурно-досуговой, физкультурно-оздоровительной и производственной направленности**								
Базовый при температуре: t_{int} = 20 °С	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]	
t_{int} = 18 °С	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]	
t_{int} = 13-17 °С	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]	
Нормируемый с 2012 при: t_{int} = 20 °С	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]	
t_{int} = 18 °С	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]	
t_{int} = 13-17 °С	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]	
Нормируемый с 2016 при: t_{int} = 20 °С	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]	
t_{int} = 18 °С	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]	
t_{int} = 13-17 °С	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]	

Примечания:

* Верхняя строка с односменным режимом работы, нижняя – 1,5-сменным режимом;

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

Для регионов, имеющих значение *ГСОП* = 8000 °С·сут и более, нормируемые значения снижаются на 5 %.

Таблица 12. Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций (из СП 50.13330)

Здания и помещения, коэффициенты *a* и *b*	Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$, м^2·°С/Вт, наружных ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами и эркерами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7

1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25

1	2	3	4	5	6	7
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимами	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	—	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами*	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
a	—	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	—	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечания

1 Значения R_o^{mp} для величин *ГСОП*, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_o^{mp} = a \cdot ГСОП + b,$$

где *ГСОП* — градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, для конкретного пункта;

a, *b* — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6, для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут/год: a = 0,000075, b = 0,15; для интервала 6000-8000 °С·сут/год: a = 0,00005, b = 0,3; для интервала 8000 °С·сут/год и более: a = 0,000025; b = 0,5.

2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3* Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м^3, нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, должны определяться для каждого конкретного здания.

14.2 Достижение показателей нормируемых по годам строительства в таблицах 9-11 обусловлено следующими обязательными требованиями к повышению тепловой защиты зданий по сравнению с табл.12 жилых, общественных и ряда производственных зданий:

- приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачных наружных ограждений должно быть увеличено по сравнению с базовым значением со дня вступления в силу требований энергетической эффективности на 15%, с 2016г. еще на 15% или в целом на 30% к базовому показателю;

- приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных ограждений (окон и витражей) должно составлять со дня вступления в силу

требований энергетической эффективности не менее 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ для местностей с величиной градусо-суток более 4000 и 0,55 для остальных, а с 2016 г. – соответственно не менее 1,0 $м^2 \cdot °С/Вт$ для местностей с величиной градусо-суток более 4000 и 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ для остальных.

Примечания.

1. Не допускается снижение сопротивления теплопередаче несветопрозрачных наружных ограждений, ниже нормируемых значений в предыдущий период требований, когда расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания ниже нормируемого для соответствующего периода времени. Например, в период до 2016г. сопротивление теплопередаче стен, покрытий и перекрытий не должно опускаться ниже базовых требований; в период с 2016 по 2020 г.г. – ниже требований до 2016г.; после 2020г. – ниже требований предыдущего периода 2016 – 2020 г.г. Для светопрозрачных ограждений допускается снижение сопротивления теплопередаче не более чем на 5% от требований текущего временного периода.

2. Обоснование величин базового и нормируемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России приводится в Приложении Д.

3. Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности, приводится в Приложении Е.

14.3 Обязательные требования к системам отопления, вентиляции и горячего водоснабжения:

- системы водяного отопления проектируются по методике, изложенной в данном СП с автоматическим регулированием подачи теплоты на вводе в дом, с термостатами на отопительных приборах и с поквартирным измерением потребления теплоты;
- системы горячего водоснабжения проектируются с приготовлением горячей воды непосредственно в доме (с индивидуальными тепловыми пунктами ИТП и общедомовым узлом учета количества тепловой энергии, поступающей в дом на все системы теплопотребления) и квартирными водосчетчиками и регуляторами давления;
- системы отопления и приточной механической вентиляции общественных и производственных зданий с периодическим режимом эксплуатации проектируются с разным режимом подачи теплоты в рабочее и нерабочее время и использованием режима «фрикулинг» - понижение температуры приточного воздуха, но не ниже температуры наружного (не догревая его) для компенсации внутренних теплопоступлений в рабочее время.

14.4 Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв.}^{год}$ одноэтажных жилых домов и общественных зданий не может складываться с удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенным к градусо-суткам отопительного периода $\theta_{эн/эф}$.

Он находится из формул (74-76) и табл.8 главы 13 настоящего СП и складывается с показателем удельного расхода данного региона $q_{от+вент.}^{год}$, квт·ч/м^2:

$$q_{от+вент+гв..}^{год.баз} = q_{от+вент.}^{год} + q_{гв.}^{год} \quad (77)$$

где $q_{от+вент.}^{год} = \theta_{эн/эф.}^{баз} \cdot ГСОП \cdot 10^{-3}$; (78)

$\theta_{эн/эф.}^{баз}$ – из таблиц 10 и 11.

После получения базового суммарного удельного теплопотребления, 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 рассчитанная в проекте величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение строящегося здания или установленная по результатам энергетического обследования эксплуатируемого здания.

Примечание. При установлении расчетных величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов на стадии проекта следует принимать нормативный воздухообмен в квартирах и удельные внутренние теплопоступления из расчета заселенности, как и при установлении базового теплопотребления - 20 м^2 общей площади квартир на одного жителя, независимо от расчетного количества жителей, назначаемых архитектором или административными органами. По расчетному количеству жителей определяется предполагаемое теплопотребление на горячее водоснабжение.

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 принимается по фактическому списочному составу, а нормативный воздухообмен и удельные внутренние теплопоступления из расчета фактической заселенности дома.

14.5 Расчетные удельные годовые суммарные расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование и горячее водоснабжение, $q_{от+вент+гв..}^{год.расч.}$, находятся путем деления суммарных расходов, включая отопление и вентиляцию для многоквартирных домов с притоком наружного воздуха через окна по формуле (37), то же с механической приточной вентиляцией и для общественных зданий с постоянным режимом работы по формуле (51), для общественных зданий с периодическим режимом работы по формуле (60), на площадь квартир здания $A_{кв}$ или полезную площадь помещений общественных и производственных зданий $A_{пол}$ или части их. Расчетные значения не должны превышать нормируемые для соответствующего года строительства с учетом 14.4.

$$q_{от+вент+гв.}^{год.расч} \le q_{от+вент+гв.}^{год.норм}. \quad (79)$$

14.6 На стадии проект оценка энергетической эффективности здания проводится сравнением расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование за отопительный период (с использованием годовых расходов из формул 37, 51, 60, отнесенных к площади $A_{кв}$ или $A_{пол}$, с учетом примечания к п.14.4) с нормируемым на год предположительного ввода в эксплуатацию здания расходом из табл. 9, 10 и 11:

$$q_{от+вент.}^{год.расч} \le q_{от+вент.}^{год.норм}. \quad (80)$$

Приложение А

Основные буквенные обозначения используемых величин

Общие данные

$t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимается согласно п. 4.1, например для жилых зданий в холодный период года $t_в$ = 20 °С, для помещений с кондиционированием воздуха в теплый период года – $t_{в.ох}$ = 22 °С, то же в нерабочий период, принимается как минимальная из допустимых температур по ГОСТ 30494 для жилых зданий в холодный период года $t_{в.от.н/раб}$ = 18 °С, для помещений с кондиционированием воздуха в теплый период года – $t_{в.ох.н/раб}$ = 24 °С;

$t_н^р$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции, °С, принимается согласно п. 4.4;

$t_{от.п}$ – среднесуточная температура наружного воздуха, °С, за отопительный период при круглосуточной работе, принимается из СП 131.13330.2012;

$t_{от.п.раб}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, за отопительный период для рабочего времени суток,

$t_{от.п.н/раб}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, за отопительный период для нерабочего времени суток,

$z_{от.п}$ – продолжительность, в сутках, отопительного периода, принимается согласно п.8.1 из СП 131.13330.2012;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, есть произведение разности расчетной внутренней и средней за отопительный период наружной температур на длительность отопительного периода, °С·сут.;

$t_{н.гр}$ – исходная граничная температура начала (окончания) стандартного отопительного периода (+8 или +10 °С), для которой принимались по климатическим данным значения $t_{от.п}$, $z_{от.п}$;

$t_{н.0}$ или $t_{н.\ при\ \overline{Q}_{от.вн}=0}$ – температура наружного воздуха начала/окончания отопительного периода, °С при заданном соотношении $Q_{вн}/Q_{от}^{р}$;

$\overline{Q}_{от.вн}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление с учетом внутренних теплопоступлений при построении графика подачи теплоты (отношение текущего расхода теплоты на отопление к расчетному значению);

$\overline{Q}_{от}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление при отсутствии внутренних теплопоступлений при построении центрального графика отпуска теплоты на источнике;

$K_{тр}$ – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м^2·°С); определяется из теплотехнического расчета в разделе 5.2;

$A_{ст}$; $A_{ок}$; $A_{покр}$; $A_{черд}$; $A_{цок}$; $A_{гр}$ – площади стен, окон и витражей, покрытий, чердачных и цокольных перекрытий, стен и полов по грунту, м^2;

$R_o^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемое по СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004;

$A_{огр.сум}$ – сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания, м^2;

$G_{инф}$ – удельный расход инфильтрующегося наружного воздуха, кг/(ч·м^2), через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь); определяется согласно п. 5.3.4;

c_a – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С). Принимается c_a = 1,006 кДж/(кг·°С);

A – площадь рассматриваемого воздухопроницаемого элемента, м^2;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимается по п.5.3.3;

$R_{инф.ок}$; $R_{инф.дв}$ – приведенное сопротивление воздухопроницанию окон, витражей, входных дверей или ворот, м^2·ч/кг, при ΔP_o = 10 Па; принимается по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию. При отсутствии данных можно принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101-2004;

ΔP – разность давлений, Па, по обе стороны воздухопроницаемого элемента, принимается согласно п. 7.5.

ΔP_o – разность давлений, Па, принятая для определения требуемого сопротивления воздухопроницанию; ΔP_o = 10 Па.

H – высота здания от пола нижнего входа в здание до обреза вытяжной шахты или середины воздуховыбросной решетки (при выбросе удаляемого воздуха в плоскости фасада), м.

h – высота от пола нижнего входа в здание до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании (окна, балконной двери, входной двери в здание, ворот, витража, витрины), м.

$\gamma_н$, $\gamma_в$ – удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3;

$\rho_н$, $\rho_в$ – плотность воздуха при расчетной температуре наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3;

$q_{вн.от.ж}$ = 17 - ($A_Р$ /N-20)·7/25, – удельные внутренние теплопоступления в квартирах жилого дома, Вт/ м², где $A_Р$ – общая площадь квартир без летних помещений; N – количество жителей в доме;

$q_{вн.от.н/ж}$ = 0,85· [($Q_Р$/$A_Р$)·$t_{мет}$ /t + 3,4·$q_Е$·$f_Е$ /t], – удельные внутренние теплопоступления в помещениях общественного и производственного здания, Вт/ м², в теплый период, где 0,85 – понижающий коэффициент на неполное использование; 3,4 = 1,25·10^3/365; остальные обозначения в табл.4;

$q_{вн.ох.н/ж}$ = ($Q_Р$/$A_Р$)·$t_{мет}$/t + 1,8·$q_Е$·$f_Е$/t, – удельные внутренние теплопоступления в помещениях общественного и производственного здания, Вт/ м², в холодный период, где 1,8 = 0,65·10^3/365, а $к_л$ = 0,65 – понижающий коэффициент на снижение теплопоступлений от освещения в охладительный период, остальные обозначения и их значения приводятся в табл.4;

$A_ж$ - жилая площадь дома (площадь жилых комнат), м^2;

$A_{кв}$ – общая площадь квартир без летних помещений в доме, м^2;

$A_{пол}$ – полезная площадь всех помещений здания, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, м^2;

Расчет теплопотерь помещений и нагрузки системы отопления

$Q_{огр}$ – трансмиссионные теплопотери за счет теплопередачи через наружные ограждения, Вт, рассчитываются согласно п. 5.2;

$Q_{инф/вент}$ – большая из величин потребности в теплоте на нагрев инфильтрующегося воздуха или на нагрев вентиляционной нормы наружного воздуха при отсутствии или выключенной механической приточной вентиляции в данном помещении, Вт, рассчитываются согласно п. 5.3;

$Q_{вент}$ – расход теплоты на нагревание вентиляционной нормы наружного воздуха, Вт, определяется согласно п. 5.4;

$L_{вент}$ – расход наружного воздуха, м^3/ч, определяется для жилых зданий согласно п. 5.4.2, для общественных зданий – согласно п. 5.4.3, в системах воздушного отопления совмещенного с приточной вентиляцией по п. 5.4.4;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха (нагрева в калориферах) в системах воздушного отопления, согласно п. 5.4.4;

$Q_{вн.}$ – внутренние теплопоступления в здание, учитываемые при построении графика подачи теплоты на отопление и холода при охлаждении, кВт, принимаются в зависимости от удельных среднечасовых за рабочее время внутренних теплопритоков, $q_{вн}$, включая людей, электроприборы, освещение, а для жилых домов и теплопоступления от системы ГВС, приведенных в табл.4 раздела 8.3, и умножаемых: в жилых домах на жилую площадь, $A_ж$, в соответствии с разделом 5.1, а в общественных и производственных зданиях – на полезную площадь помещений, $A_Р = A_{пол}$;

$Q_{тп}$ – расчетные теплопотери помещений, Вт, определяемые как разность теплопотерь через наружные ограждения и с инфильтрующимся наружным воздухом в объеме не менее нормативного воздухообмена и внутренних теплопоступлений (при расчете теплопотерь помещений общественных и производственных зданий внутренние теплопоступления не учитываются);

$Q_{тп.пр}$ – расчетные теплопотери каждого помещения для определения площади нагрева отопительных приборов, Вт,

β_1 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений; принимается по табл. 2 раздела 6.2;

β_2 – коэффициент запаса в поверхности нагрева отопительных приборов на возможность компенсации теплопотерь через внутренние ограждения смежных помещений, в которых термостаты выставлены на режим сниженного отопления или для возможности интенсивного прогрева помещений перед началом рабочего дня при режиме ночного снижения в общественных зда-

ниях (как правило, β_2 = 1,0 - 1,2), а также – на прогрев помещений для «сушки» стен в первые годы эксплуатации дома после окончания строительства;

$Q_{от}^{р}$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при $t_{н}^{р}$, кВт, в том числе: $Q_{от.пр}^{р}$ - расчетный расход тепловой энергии на отопление из проекта, когда при подборе площади нагрева отопительных приборов внутренние теплопоступления не учитывались или расчет выполнялся по методике, отличной от приведенной в данном СП, $Q_{от.тр}^{р}$ - когда расчетный расход тепловой энергии на отопление определялся по методике, изложенной в СП, по ф-ле (18) без запаса в поверхности нагрева отопительных приборов;

β_3 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимается по табл. 3 раздела 7.1 при отсутствии термостатов на отопительных приборах; при их наличии β_3=1;

$Q_{тп.доп}$ – дополнительные потери теплоты при остывании теплоносителя в подающих и обратных магистралях водяных систем отопления, проходящих в неотапливаемых частях здания от места установки домового узла учета тепловой энергии, а также на остывание приточного воздуха в воздуховодах и с утечками систем воздушного отопления и приточной вентиляции, кВт, определяют расчетом с учетом параметров теплоизоляции этих трубопроводов, воздуховодов и их плотности;

$t_{1тр}$, $t_{2тр}$ – требуемые температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, определяемые в зависимости от изменения $\overline{Q}_{от.вн}$;

$t_1^{р}$, $t_2^{р}$ – расчетные температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления без учета запаса в поверхности нагрева отопительных приборов (из проекта);

$t_{1\ тр.}^{р}$, $t_{2\ тр.}^{р}$ – расчетные температуры теплоносителя, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления с учетом запаса в поверхности нагрева отопительных приборов в формулах (34) и (35) при подстановке $\overline{Q}_{от.вн}$ = 1;

m – показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора, как правило, принимают m = 0,25 или по приложению 18 СП 41-101-95;

$G_{от}^{р}$ – расчетный расход теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, кг/ч;

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж/(кг·°С).

Теплопотребление на отопление, охлаждение и вентиляцию

$Q_{тп}^{год}$ – общие теплопотери здания за отопительный период, кВт·ч, определяемые по 9.2;

$Q_{огр}^{год}$ – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, кВт·ч, определяемые по 9.3;

$Q_{инф}^{год}$ – теплопотери за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, кВт·ч, определяемые по 9.4;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч, для жилых зданий – воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, согласно 9.5;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и в лестничных клетках жилого здания; (168 – $n_{вент}$) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, либо нормируемое значение при механической вентиляции, м3/ч,

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели,ч;

$Q_{вн}^{год}$ – внутренние, бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, кВт·ч, определяемые по 9.6;

$Q_{инс}^{год}$ – теплопоступления через окна и фонари с солнечной радиацией в течение отопительного периода, кВт·ч, определяемые по 9.7;

$Q_{от}^{год}$ – расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода, кВт·ч, при непрерывном и постоянном режиме отопления при отсутствии механической приточной вентиляции, определяется по разделу 9;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций при определении $Q_{от}^{год}$, согласно 9.1;

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, согласно 9.1;

$\beta_{тп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления здания, связанное с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, согласно 9.1;

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление (9.1);

$Q_{от+вент.}^{год}$ – расход тепловой энергии на отопление и механическую приточную вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период, кВт·ч, определяется по разделу 10 и 11;

$L_{v.y}$ – условный объем приточного воздуха, м^3/ч, исходя из проектных значений расчетных расходов тепловой энергии систем приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, Q_v, кВт, с учетом эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха, согласно 10.1;

$\eta_{ут}$ – коэффициент эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха, назначает разработчик или по табл.5 (10.1);

$Q_{тз}^{год}$ - расход тепловой энергии на тепловые завесы за отопительный период , кВт·ч, определяемые по 10.4;

$n_{h.c}$ – число часов работы тепловой завесы за отопительный период;

$Q_{тп.раб}^{год}$ – теплопотери в рабочее время за отопительный период общественных зданий с периодическим режимом эксплуатации, кВт·ч, принимаемые равными только теплопотерям через наружные ограждения;

$Q_{тп.н/р}^{год}$ – теплопотери в нерабочее время за отопительный период общественных зданий с периодическим режимом эксплуатации, кВт·ч, принимаемые равными сумме теплопотерь через наружные ограждения и расходу теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при отключенных системах механической вентиляции, согласно 11.1;

$Q_{вент.}^{год}$ – расход тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию общественных зданий с периодическим режимом эксплуатации за отопительный период, кВт·ч, определяется по 11.2;

$t_{н.ох}$ – температура наружного воздуха начала/окончания охладительного периода, при которой теплопотери через наружные ограждения в сумме с недогревом приточного воздуха от этой температуры до $t_{в.ох}$, будут равны внутренним теплопоступлениям, согласно 12.2;

$t_{в.ох}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимается для помещений с кондиционированием воздуха в теплый период года – $t_{в.ох}$ = 22;

$z_{ох.п}$ – продолжительность, в сутках, охладительного периода, средняя температура наружного воздуха которого за период с 9.00 до 18.00 превышает $t_{н.ох}$, принимается согласно 12.3;

$z_{ох.кл..п}$ – продолжительность, в сутках, климатического охладительного периода, принимается согласно 12.4 по количеству суток, средняя температура наружного воздуха которых за период с 9.00 до 18.00 превышает $t_{в.ох}$;

$Q_{вн.ох.п}^{год}$ – количество теплопоступлений в здание, исключая солнечные притоки, за охладительный период, которые устраняются центральными системами охлаждения, кВт·ч, определяется по 12.5;

$Q_{ох.п.огр}^{год}$ – количество теплопоступлений через наружные ограждения за климатический охладительный период, кВт·ч, определяется по 12.5;

$Q_{ох.п.вент}^{год}$ – количество теплопоступлений с наружным воздухом системы приточной вентиляции из-за превышения температуры наружного воздуха над $t_{в.ох}$ в климатический охладительный период, кВт·ч, определяется по 12.5;

$Q_{ох.п.инс}^{год}$ – количество теплопоступлений с солнечной радиацией за охладительный период, кВт·ч, определяется по 12.6;

$Q_{охл}^{год}$ - годовые затраты холода на охлаждение помещений здания за охладительный период, кВт·ч, определяется по 12.7.

Теплопотребление на горячее водоснабжение.

$a_{гв.табл.А.2 \text{ или } А.3}$ – расчетный средний за год суточный расход горячей воды на 1 жителя из табл. А.2 или 1 потребителя общественного и производственного здания из табл. А.3 СП 30.13330.2012, приводятся в табл.8;

$g_{гв.ср.от.п.ж}$ – средний расчетный за сутки отопительного периода расход горячей воды на одного жителя в жилом здании, л/сут, определяется по 13.1;

$g_{гв.ср.от.п.н/ж}$ – то же на одного потребителя в общественном и производственном зданиях, л/сут, определяется по 13.1;

$q_{гв}$ – удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, Вт/м^2, определяется по 13.2 и приводится в табл.8;

$t_{гв}$ – температура горячей воды, принимаемая в местах водоразбора равной 60°С в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»;

$t_{хв}$ – температура холодной воды, принимаемая равной 5°С;

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

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

k_{hl} – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; принимается согласно табл.7, для ИТП жилых домов с централизованной системой гвс $k_{hl} = 0{,}2$; для ИТП общественных зданий и для жилых домов с квартирными водонагревателями $k_{hl} = 0{,}1$;

ρ_w – плотность воды, равная 1 кг/л;

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С);

$q_{гв.}^{год}$ – удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения на м^2 общей площади квартир или полезной площади помещений в общественном и производственных зданиях, определяется по 13.3 и приводится в табл.8.

<u>Показатели энергетической эффективности зданий.</u>

$q_{h.}^{y.bas}$ – базовый показатель энергетической эффективности здания, численно равный суммарному удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоэтажных многоквартирных домов, кВт·ч/м^2, в сравнении с которым устанавливается класс энергоэффективности эксплуатируемого дома; в том числе на отопление и вентиляцию отдельной строкой для оценки класса энергоэффективности строящегося дома на стадии разработки проектной документации, приводится в табл.9 раздела 14 в зависимости от градусо-суток региона строительства;

$q_{h.}^{y.req}$ – нормируемый в зависимости от года строительства показатель энергетической эффективности здания, численно равный суммарному удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоэтажных многоквартирных домов, кВт·ч/м^2, в сравнении с которым устанавливается соответствие эксплуатируемого дома требованиям энергоэффективности, определенных постановлением Правите-

льства РФ №18 от 25.01.2011г.; в том числе на отопление и вентиляцию отдельной строкой для оценки соответствия требованиям энергоэффективности на стадии разработки проектной документации, приводится в табл.9 раздела 14 в зависимости от градусо-суток региона и года строительства;

$\theta_{эн/эф}$ – базовый и нормируемый в зависимости от года строительства показатель энергетической эффективности малоэтажных жилых домов, включая одноквартирные отдельно стоящие или блокированные, а также общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м^2·^{o}С·сут), численно равный суммарному удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию также отнесенному к градусо-суткам отопительного периода, приводится в табл.10 и 11 раздела 14; перед использованием этого показателя для сравнения с расчетным необходимо умножить его на градусо-сутки ОП региона строительства;

$q_h^{y.des}$ – расчетный показатель энергетической эффективности здания, численно равный суммарному удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, либо только на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м^2, который сравнивается с базовым и нормируемым в зависимости от года строительства для установления класса энергоэффективности и соответствия требованиям энергоэффективности;

$q_{от.}^{год.расч}$ – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий в течение отопительного периода, кВт·ч/м^2, при отсутствии механической приточной вентиляции (нагрев наружного воздуха для вентиляции в объеме нормативного воздухообмена осуществляется водяной системой отопления согласно раздела 9), отнесенный к общей площади квартир или полезной площади помещений;

$q_{от+вент.}^{год.расч}$ – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы общественного здания за отопительный период, отнесенный к общей площади квартир или полезной площади помещений общественного здания, кВт·ч/м^2, а при высоте этажа от пола до потолка более 3,6 м – к отапливаемому объему полезной площади помещений здания, кВт·ч/м^3,определяется с учетом годового теплопотребления согласно разделам 10 и 11;

$q_{от+вент+гв..}^{год.расч}$ – расчетный суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3], применяется согласно 14.4.

$q_{от+вент+гв..}^{год.баз}$ – базовый показатель энергетической эффективности малоэтажных жилых домов, включая одноквартирные отдельно стоящие или блокированные, а также общественных зданий, кВт·ч/м^2 [кВт·ч/м^3], получается суммированием базового показателя из табл. 10 и 11, умноженного на ГСОП региона строительства, с удельным годовым расходом тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения из табл.8;

$q_{от+вент+гв.}^{год.норм}$ – нормируемый по годам строительства показатель энергетической эффективности зданий.

Приложение Б

Анализ положений ISO 13790 об учете внутренних теплопоступлений в зданиях и предложения по актуализации к российским условиям.

При определении удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, охлаждение (кондиционирование), вентиляцию и горячее водоснабжение, по которым устанавливается класс энергетической эффективности зданий, важно не ошибиться с заданием исходных данных для расчета. Одним из спорных показателей является величина внутренних теплопоступлений от людей, пищеприготовления, освещения, пользования электрическими приборами, компьютерами, которая существенным образом влияет на экономию энергии при отоплении и охлаждении как жилых, так и общественных зданий.

В нашей стране впервые в начале 70-х годов прошлого столетия, как результат [11, 12] многочисленных длительных натурных испытаний теплового баланса ряда жилых зданий, по инициативе МНИИТЭП (М.М.Грудзинский и В.И.Ливчак) учет внутренних теплопоступлений был включен в СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование» при расчете систем отопления жилых зданий. В [13] было показано, как в каждой новой редакции разработчики СНиП пытались принизить удельную величину этих теплопоступлений, исключив, наконец, в актуализированной редакции этого документа СП 60.13330.2012 как численное значение, но не как состав-ляющую теплового баланса здания. И это вопреки тому, что в натурных испытаниях в сезоне 2009-10 г.г. при реализации по заданию Мэра г. Москва авторегулирования подачи теплоты на отопление в АУУ жилых 12-ти этажных домов была подтверждена [14] величина внутренних теплопоступ-лений, обозначенная в СНиП 23-02-2003 [1], а вместе с ней и достигнутая экономия теплоты в 40% по сравнению с аналогичными домами, в которых эти теплопоступления не учитывались.

Сравним, как производится учет внутренних теплопоступлений в странах Европы. Согласно ISO 13790:2008 [2] в п. 10.3 указаны следующие элементы внутренних притоков теплоты, которые следует учитывать при проектировании жилых, общественных и ряда производственных зданий:

--- от пользователей здания (метаболические тепловыделения от человеа) $\Phi_{int,Oc}$, определяемые в соответствии с п.10.4.2.

— от приспособлений (пользования электрическими приборами) $\Phi_{int,A,}$ определяемые в соответствии с п.10.4.2.

— от освещения $\Phi_{int,L}$, определяемые в соответствии с п.10.4.3.

— от систем водоснабжения и канализации $\Phi_{int,WA}$, определяемые в соответствии с п.10.4.4.

— от систем отопления, охлаждения и вентиляции $\Phi_{int,HVAK}$, определяемые в соответствии с п.10.4.5.

— от технологических процессов и товаров, $\Phi_{int,Proc}$, определяемые в соответствии с п.10.4.6.

В приложении G к ISO имеется таблица G.12 (это табл.4 в тексте СП), где приводятся рекомендуемые значения внутренних теплопритоков от пользователей здания, годовое потребление электроэнергии на освещение и пользование электроприборами и время использования их за средний день месяца. В частности, для многоквартирных домов годовое потребление электроэнергии с учетом освещения и пользования электроприборами – 30 кВт·ч/м^2 кондиционируемой площади с понижающим коэффициентом 0,7, что означает отнесение этих теплопоступлений к общей площади квартир.

Подтверждением этого служит ранее приводимая таблица G.8 Величин теплового потока от пользователей и от электрических приборов, исключая освещение, в которой к кондиционируемым помещениям отнесены только помещения квартиры.

В пересчете на среднечасовое за отопительный период значение (с учетом повышающего коэффициента 1,25 на увеличение электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению) тепловые притоки от освещения и пользования электроприборами составят 1,25·30·0,7·1000/365/24 = 3,0 Вт/м^2. Прибавив метаболические притоки от жителя 1,8·12/24 = 0,9 Вт/м^2 и переведя с кондиционированной площади на отнесение к м^2 жилой площади (как принято в российских нормах СНиП 41-01-2003 и СНиП 23-02-2003), получим: (3+0,9)·1,36/0,59 = 9,0 Вт/м^2 (величины пересчета площадей приняты из конкретного примера расчета в табл.12 Приложения Ж).

Но эта величина еще не включает теплопоступления от полотенцесушителя и трубопроводов системы горячего водоснабжения (гвс), к которой он подключен, и от пользования горячей водой в квартире. На основании приведенных расчетов можно констатировать, что рекомендованные в табл. G.12 значения внутренних тепловых притоков в жилых домах (9,0 Вт/м^2 жилой площади без учета теплопоступлений от гвс) совпадают с нашими нормами [1] – 11,4 Вт/м^2 жилой площади при заселенности 40 м^2 общей площади квартир на одного жителя:

$q_{вн.от.ж}$ = 17 - (A_P /N-20)·7/25 Вт/ м², где A_P – общая площадь квартир без летних помещений; N – количество жителей в доме.

Проанализируем рекомендуемые табл. G.12 значения внутренних притоков теплоты для общественных и производственных зданий. В таблице приводятся для разного типа зданий средняя величина теплового потока от метаболических тепловыделений человека – Q_P, Вт/ человека и, исходя из заданной приходящейся площади пола помещений на человека – A_P, м², приводится величина метаболических теплопритоков на общую кондиционируемую площадь, – Q_P/A_P, Вт/м².

Далее приводится величина годового потребления электроэнергии на общую кондиционируемую площадь от освещения и пользования электроприборами – q_E, кВт*ч/м^2 и доля от этого потребления, превращающаяся в тепловые притоки непосредственно в кондиционируемой части здания, – f_E,

а также время использования этих теплопритоков в день в среднем за месяц – *t*, часов, то-есть с учетом нерабочих часов в рабочие дни и в выходные, сколько приходится рабочих часов в среднем на каждый день месяца. Например, принимается, что в офисах 8-ми часовой рабочий день пять дней в неделю, но если разделить 8*5=40 рабочих часов на 7 дней в неделю, то в каждом дне месяца получится около 6 рабочих часов – такое количество и записано в строке «время использования в день (среднее месячное)».

Получается, что в таблице приводятся величины всех внутренних теплопритоков в помещениях, где работают люди – метаболические от людей, пользования электроприборами и от искусственного освещения, за исключением теплопоступлений от систем горячего водоснабжения, но в рассматриваемых зданиях в отличие от жилых они настолько малы, что ими можно пренебречь. Поэтому, чтобы можно было объединить теплопоступления от людей, от пользования электроприборами и от освещения вслед за таблицей в ISO 13790 приводится формула определения «Среднего объема внутренних тепловых притоков», Q_{int} (все обозначения даны в тексте):

$$Q_{\text{int}} = A_{\text{f}}\left(\frac{Q_{\text{P}}}{A_{\text{P}}} + f_{\text{E}} q_{\text{E}}\right) \qquad \text{(G.7 в ISO 13790)}$$

Но эта формула не правильная, нельзя складывать Вт или кВт и кВт*ч. Более того, считаю, что должны быть внесены изменения в строку времени использования в день для зданий торговли, ресторанов, спортивных сооружений, крытых бассейнов, залов собраний и приравненных им зрелищных учреждений, работающих без выходных. Часы работы их, в течение которых включено освещение, используются электрические приборы, значительно больше, чем 3-4 часа, указанные в таблице. Эти здания имеют нестабильную заполняемость, и указанное количество часов соответствует длительности максимального заполнения зданий людьми в часах за целые сутки, и относится к длительности теплопритоков от метаболических тепловыделений находящихся в помещениях людей.

В связи с изложенным в таблицу добавлена строка «Время использования метаболических теплопритоков в средний день месяца – $t_{мет}$, ч.», значения которых перекочевали из строки «время использования в день», а последняя строка совпадает по значениям с добавленной для зданий, которые имеют практически постоянную заполняемость в течение рабочего дня (офисы, учреждения образования и здравоохранения, производственные здания, близкие к технопаркам, и склады), а для зданий с нестабильной заполняемостью время использования в день соответствует времени работы этого здания. Применительно к нашим российским условиям увеличено число часов использования школ с 4 до 5 ч. в день.

Тогда, формул объединения теплопоступлений от людей, от пользования электроприборами и от освещения за отопительный период будут:

$$Q_{\text{int}}{}^{\text{y}} = [(Q_{\text{P}}/A_{\text{P}}) \cdot t \cdot z_{от}] \cdot 10^{-3} + (q_{\text{E}} \cdot f_{\text{E}}) \cdot (1{,}25 \cdot z_{от} / 365),$$

где A_{P} – полезная площадь помещений общественного и производственного здания;

$z_{от}$ – длительность отопительного периода в регионе, сут.;

1,25 – коэффициент увеличения электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению;

остальные обозначения – в вышеприведенном тексте.

Удельные внутренние тепловые притоки в течение часа рабочего времени за средние сутки отопительного периода составят:

$q_{вн.от.н/ж} = (Q_P/A_P)\cdot t_{мет}/t + 3{,}4\cdot q_E\cdot f_E/t,$ где $3{,}4 = 1{,}25\cdot 10^3/365$.

На основании расчетов по последней формуле добавлена еще одна строка в таблицу – «Удельные среднечасовые за рабочее время внутренние теплопритоки, включая людей, электроприборы, освещение (для жилых домов и теплопоступления от системы ГВС), $q_{вн.от.}$, Вт/м²».

Теперь об «общей кондиционируемой площади» – в примечании к табл. G.12 приводится пояснение, что она рассчитывается с учетом внешних размеров здания. Эта площадь включает все кондиционируемые помещения со слоем тепловой изоляции. Например, внутренние неотапливаемые (при этом косвенно отапливаемые) лестничные клетки включены, кроме неотапливаемых подвала и чердака. В соответствие с нашими СП 118.13330 "Общественные здания и сооружения" и СП 56.13330 "Производственные здания" – это сумма площадей всех отапливаемых этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен. Но она включает не только кондиционируемые помещения, но и перегородки между ними, которые не могут входить в кондиционируемые помещения, как и внутренние лестницы и лифтовые шахты, где люди находятся временно, и эти сооружения не являются их рабочим местом.

Более логично к общей кондиционируемой площади относить **полезную площадь здания**, которая в СП 118.13330 характеризуется как «сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов»; применительно к задаче оценки энергетической эффективности зданий, которая указана в названии ISO 13790, следует добавить «за исключением технических этажей и гаражей», как это приводится в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», поскольку эти отапливаемые помещения резко отличаются по тепловому режиму и использованию от основных.

Между прочим, это же предлагается в Примечании 4 к п. **3.2.6** ISO 13790: «Кондиционируемая площадь может учитываться как полезная площадь в Разделах 5, 6 и 7 EPBD [26], если иное не определено государственными нормативными документами». А в Приложении К, где приводится пример расчета энергопотребления для отопления и охлаждения помещения с помощью простого часового и месячного методов, общая кондиционируемая площадь приравнена даже не к полезной, а к расчетной площади (за вычетом из полезной площади коридоров, тамбуров, переходов, помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей). Внутренние тепловые притоки собирают, ориентируясь на эту площадь, что, конечно, не соответствует рекомендациям табл. G.12.

СП
проект

Отнесение нормы занимаемой площади на человека и всех энергетических показателей к полезной площади помещений здания, как рекомендовано СНиП 23-02-2003, ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности», ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения» и приказе Минэнерго РФ № 577, не только логичней, но и несколько снизит расчетные внутренние теплопритоки (что многими будет одобрено, ибо большинство склоняется к тому, что они всегда завышены – «пар костей не ломит», «запас карман не тянет», но, как показывает практика, приводит к перерасходу энергии [14]), поскольку они устанавливались, вероятно, из накопленного опыта, а умножение заданной удельной величины на меньшую площадь приведет к понижению абсолютного значения внутренних теплопоступлений.

Применительно к условиям России рассматриваемая таблица должна быть расширена, в связи с тем, что заселенность квартир в 40 м^2 на жителя у нас больше исключение, чем правило, также как 20 м^2 на одного работающего в офисах. Поэтому, таким жилым и офисным зданиям присваивается 1-ый класс элитности и дополнительно вводится 2-ой класс с заселенностью в 20 м^2 общей площади квартир на жителя и 8 м^2 полезной площади помещений или примерно 6 м^2 расчетной площади на одного работающего в офисах, что соответствует норме заселенности существующих зданий. Параметры внутренних тепловых притоков при промежуточных значениях заселенности находятся интерполяцией. Далее учреждения здравоохранения разделены на больницы (с меньшей площадью помещения, приходящейся на одного присутствующего – 20 и 10 вместо 30 м^2 на человека, поскольку минимальная норма площади в палатах общей терапии согласно СНиП 2.08.02-89 – 3,5 м^2/чел., и в европейских больницах выздоравливающие проводят раза в три меньше времени, чем в российских) и поликлиники (с 10 м^2 на человека), отличающиеся режимом эксплуатации.

Все изменения табл.G.12 (в тексте табл.4) показаны красным шрифтом.

<u>В отношении объемов наружного воздуха для вентиляции помещений.</u>
По многоквартирным домам величины воздушного потока наружного воздуха на человека практически совпадают с российскими нормами: в табл. G.12 $q_{вент}$ = 28 м^3/(ч·чел.), по СП 60.13330 – 30 м^3/(ч·чел). В офисах по табл. G.12 $q_{вент}$ = 14 м^3/(ч·чел.), что не только ниже наших норм – 40-60 м^3/(ч·чел), но и рекомендаций табл. B.2 EN 15251:2007, где при средней величине загрязнения от самого здания и для II-ой категории требований (новые здания) воздухообмен должен составлять 50 м^3/(ч·чел.), а для III-ей категории требований (существующие здания) воздухообмен должен быть – 28 м^3/(ч·чел.).

Но европейские показатели выше американского стандарт ASHRAE 62–1–2004 «Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality», на что было указано в [15], по которому в офисах расход наружного воздуха принимается 20 м^3/(ч·чел.), включающий 9 м^3/ч (2,5 л/с) на человека плюс 1,08 м^3/ч (0,3 л/с) на м^2 площади пола помещений, или при той же норме 10 м^2/чел., составит 9 + 1,08·10 = 20 м^3/ч на человека. Обоснование такого разительного

расхождения в [16] представляется недостаточно убедительным. На наш взгляд противоречия заключаются в том, что определяющим вредным веществом в помещении является выдыхаемый людьми углекислый газ, CO^2, и он же принимается эквивалентом вредных веществ, генерируемых помещением (ограждения, мебель, ковры и т. п.).

Но, в отличие от тепловыделений, которые мы суммируем, поскольку они поступают от людей, освещения, пищеприготовления, пользования электроприборами в виде тепловых потоков, нельзя суммировать показатели выдыхаемого людьми углекислого газа с его эквивалентом, равным по вредности для здоровья человека, но представляющим собой различные газы, пары, микроорганизмы, табачный дым или некоторые аэрозоли, возникающие от продуктов жизнедеятельности людей, технологических процессов, мебели, ковров, строительных и декоративных материалов, поскольку нарушением является превышение заданной концентрации каждого вредоносного вещества. И то количество наружного приточного воздуха направляемого в помещение для разбавления до нужной концентрации углекислого газа, выдыхаемого людьми, может оказаться достаточным для разбавления других вредных веществ, например выделяемых от ограждений и мебели до безопасной концентрации.

В подтверждение сказанного и в [16] указывается, что «весомость углекислого газа в суммарном показателе токсичности не превышает 20–40 %. Помимо традиционного изучения содержания углекислоты целесообразно исследование: а) продуктов метаболизма организма человека; б) токсичных выделений из строительных материалов; в) запыленности; г) бактериальной обсемененности; д) ионного режима помещений».

По изложенному выше принципу построена методика определения нормы воздухообмена для жилых зданий, приведенная в [8] – при заселенности здания в 20 и более $м^2$ общей площади квартир на жителя принимается норма воздухообмена в 30 $м^3$/час на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема квартиры. До заселенности чуть больше 30 $м^2$/человека превалирующими являются выделения вредностей от людей, а при меньшей плотности заселения – от строительных материалов, мебели, ковров.

Вышеприведенный анализ свидетельствует об отсутствии единого достаточно обоснованного мнения у специалистов в области нормирования минимального значения воздухообмена для вентиляции помещений общественных и производственных зданий. Поэтому в табл.4 сохраняются нормы воздухообмена для вентиляции из табл. G.12, дополненные увеличенными значениями на $м^2$ общей площади при более плотном размещении сотрудников в офисах и пациентов в больницах, что позволяет методом интерполяции находить искомые значения с большей точностью. Видимо, обеспечение такой минимальной нормы воздухообмена предполагается приточными гравитационными системами вентиляции, поскольку и температура воздуха в помещениях большинства зданий в летнее время зада-

ется в таблице на допустимом уровне 26°С, а не как требуется при кондиционировании на верхнем значении оптимального комфортного уровня – 22°С.

В отношении потребности в нагреве воды, используемой на бытовые нужды данные табл. G.12 (табл.4 в тексте СП) дополнены строкой по результатам расчета с использованием уровня водопотребления из СП 30.13330, обоснование которых приведено в Приложении Д.

Приложение В

Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Пример расчета

В п.7.4 СНиП 124.13330 регламентируется: «При расчете графиков температур сетевой воды в системах централизованного теплоснабжения начало и конец отопительного периода принимается при среднесуточной температуре наружного воздуха +8 °С в течение пяти суток». Обоснованием возможности прекращения отопительного периода при достижении устойчивой температуры наружного воздуха +8 °С, а не при +20 °С, когда теплопотери через ограждения равны нулю, является наличие внутренних тепловыделений в отапливаемых помещениях, о которых подробно было написано в [17].

В расчетных условиях уравнение теплового баланса помещений отапливаемого жилого дома, при расчете системы отопления которого учитывались внутренние (бытовые) тепловыделения, представлено формулой (В.1):

$$Q_{от}{}^{р} = Q_{огр}{}^{р} + Q_{инф}{}^{р} - Q_{вн} \qquad (В.1)$$

или это уравнение можно представить, как:

$$Q_{от}{}^{р} + Q_{вн} = Q_{огр}{}^{р} + Q_{инф}{}^{р} \qquad (В.2)$$

где $Q_{от}{}^{р}$ – расчетный расход тепловой энергии в системе водяного отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н}^{р}$, Вт, определяется из [7];

$Q_{огр}{}^{р}$ – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения, Вт;

$Q_{инф}{}^{р}$ – расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена, Вт;

$Q_{вн}$ – расчетная величина бытовых тепловыделений в целом по дому, Вт, определяется по табл.1 в [1].

Решая уравнение (В.1) относительно текущей температуры наружного воздуха $t_{н}$, находим расход теплоты на отопление при $t_{н}$:

$$Q_{от} = (Q_{огр}{}^{р} + Q_{инф}{}^{р})\cdot(t_{в} - t_{н})/(t_{в} - t_{н}^{р}) - Q_{вн} \qquad (В.3)$$

Относительный расход тепловой энергии на отопление, по которому строятся графики регулирования подачи теплоты на отопление, находится путем деления текущего расхода тепловой энергии на расчетный расход. Деля обе части равенства (В.3) и подставляя вместо ($Q_{огр}{}^{р} + Q_{инф}{}^{р}$) левую часть равенства из уравнения (В.2) получим (все обозначения :

$$\overline{Q}_{от.вн} = Q_{от} / Q_{от}{}^{р} = [(Q_{от}{}^{р} + Q_{вн})\cdot(t_{в} - t_{н})/(t_{в} - t_{н}^{р}) - Q_{вн}] / Q_{от}{}^{р} \qquad (В.4)$$

Раскрыв квадратную скобку получим уравнение, приведенное под номером (28) в разделе 8 основного текста СП (все обозначения в разделе 8):

$$\overline{Q}_{от.вн} = (1 + Q_{вн} / Q_{от}{}^{р})\cdot(t_{в} - t_{н})/(t_{в} - t_{н}^{р}) - Q_{вн} / Q_{от}{}^{р} \qquad (28)$$

Для того чтобы установить, при какой наружной температуре следует прекращать отопление с учетом конкретного для данного здания значения

внутренних тепловыделений, необходимо приравнять уравнение (28) нулю и извлечь из него $t_н$. Тогда уравнение примет вид формулы (27) того же раздела.

Внутренние теплопоступления, $Q_{вн}$, оставаясь практически постоянными в течение каждых суток по абсолютной величине, с повышением наружной температуры их доля в тепловом балансе увеличивается, за счет чего возможно сокращение подачи теплоты на отопление по сравнению с отпуском его по температурному графику центрального регулирования на источнике, осуществляемом без учета внутренних теплопоступлений.

Решим это уравнение (27) с использованием примера повышения энергоэффективности многоквартирного 17-ти эт., 4-х секционного дома с 1-ым нежилым этажом типовой серии П3М/17Н1, результаты расчета которого приведены в табл.2 [30] и Приложения Е настоящего СП. Для этого определим расчетное значение величины бытовых тепловыделений в доме в час за средние сутки отопительного периода $Q_{вн.} = 863{,}7 \cdot 10^3/(214 \cdot 24) = 168$ кВт и отношение среднечасовых бытовых тепловыделений в доме к расчетному расходу теплоты на отопление $Q_{от}^{р}$ (тепловой нагрузки системы отопления):

а) построенного по СНиП 23-02-2003 $Q_{вн.}/Q_{от}^{р} = 168/800 =$ **0,21**,

б) по 1-му этапу постановления №18 $Q_{вн.}/Q_{от}^{р} = 168/694 =$ **0,24**.

в) по требованиям энергоэффективности с 2020г. = 155/560 = **0,28**

Соответственно, начало/конец отопительного периода, используя формулу (27) отношения часовых расходов, должны быть:

а) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от\,=\,0}} = (20\text{-}26 \cdot 0{,}21)/1{,}21 =$ **12,02**°С;

б) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от\,=\,0}} = (20\text{-}26 \cdot 0{,}24)/1{,}24 =$ **11,1**°С;

в) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от\,=\,0}} = (20\text{-}26 \cdot 0{,}28)/1{,}28 =$ **9,9**°С,

что выше принятой в СНиП, и поэтому не ставит под сомнение пересмотр длительности отопительного периода независимо от степени утепления наружных ограждений для подавляющего количества жилых домов с системой вентиляции без принудительного подогрева приточного наружного воздуха.

Расчет начала/конца отопительного периода исходя из годового теплопотребления на отопление.

Если воспользоваться формулой (21 из ГОСТ Р 13790 [3]),

$$t'_{н.гр} = t_{в.оп} - \frac{Q_{оп.пост}}{Q_{оп.от}}\left(t_{в.оп} - t_{оп}\right)$$

преобразованной из вышеприведенной формулы (1) при отсутствии внутренних теплопоступлений: $Q_{оп.от} \cdot (t_{в.оп} - t^{1}_{н.гр})/(t_{в.оп} - t_{оп}) = Q_{оп.пост}$ (формула 28а раздела 8 СП), то получается, что прекращение отопления должно быть при равенстве расхода теплоты на отопление внутренним, бытовым теплопоступлениям, что не правильно, так как бытовые теплопоступления должны быть равны теплопотерям помещений, а не расходу теплоты на отопление.

здесь обозначения приняты по ГОСТ Р 13790: $Q_{от.от}$ – расход теплоты на систему отопления за отопительный период, МВт·ч в год;

$Q_{от.пост}$ – внутренние теплопоступления в здании (бытовые тепловыделения в жилых домах) за отопительный период, МВт·ч в год;

$t_{в.от}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, в среднем по зданию или его зоне за отопительный период;

$t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, за отопительный период по имеющимся климатическим данным.

Как уже было показано ранее, уравнением (1), из которого получена эта формула, можно пользоваться только, если в здании нет внутренних теплопоступлений, а если они при расчете теплопотерь жилого дома и подборе отопительных приборов не учитываюся, то это не означает, что их нет в годовом теплопотреблении. Поэтому и получаются недостоверные результаты при подстановке в формулу (21 из ГОСТ Р 13790), исходных данных из примера:

а) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0} = t_{н.гр}{}^{1} = 20\text{-}(864/1635)(20+3{,}1) = \mathbf{7{,}8}$°С;

б) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0} = t_{н.гр}{}^{1} = 20\text{-}(864/1340)(20+3{,}1) = \mathbf{5{,}1}$°С.

Такое расхождение (в сравнении с 12,02 и 11,1°С) **вызвано тем, что вышеприведенная формула не правильно выведена**. Правильный вывод заключается в том, что нулевой расход теплоты в жилом доме достигается, когда теплопотери через наружные ограждения и с инфильтрующимся воздухом в объеме нормативного воздухообмена становятся равными бытовым тепловыделениям в квартирах.

А теплопотери, как видно из формулы (В.2) – это сумма расхода теплоты на отопление и бытовых теплопоступлений. Если при этом оперировать величинами годового теплопотребления, то в общем виде формула будет иметь следующий вид:

$$(Q_{от}{}^{год} + Q_{вн}{}^{год})\cdot(t_в - t_{н.0})/(t_в - t_{н.от}) = Q_{вн}{}^{год} \qquad (В.5)$$

Если поделить обе части равенства на $Q_{от}{}^{год}$ и решить уравнение через $t_{н.0}$ – температуру начала/конца отопительного периода, то будет:

$$t_{н.0} = (t_в + t_{н.от}\cdot Q_{вн}{}^{год}/Q_{от}{}^{год})/(1+ Q_{вн}{}^{год}/Q_{от}{}^{год}) \qquad (В.6)$$

Подставив из примера $Q_{вн}{}^{год}$ и $Q_{от}{}^{год}$ для обоих случаев, получим:

а) $t_{н.0} = (20\text{-}3{,}1\cdot 864/1635)/(1+864/1635) = \mathbf{12{,}01}$°С;

б) $t_{н.0} = (20\text{-}3{,}1\cdot 864/1340)/(1+864/1340) = \mathbf{10{,}95}$°С.

Практически то же, что при расчете по формуле (27) – по расчетным часовым значениям принятых параметров, что подтверждает неправильность формулы (21 из ГОСТ Р 13790). Между прочим, эти ошибки идут от неправильного мнения, что в расчетных условиях бытовые тепловыделения учитывать не надо, а в годовом разрезе нужно! Если отопительные приборы выбираются без учета внутренних теплопоступлений и при подаче тепла они не учитываются, но на самом деле есть, происходит перегрев здания, отсюда ошибочное представление, что начало/конец отопительного периода смещается в область более низких температур.

Потому же неправильна формула (30 из ГОСТ Р 13790) для определения начала/конца охладительного периода, и далее совсем не учитывается, что необходимость охлаждения распространяется только на рабочий период, если не используются решения по снижению пиковой нагрузки холодильного оборудования. А если охладительный период есть разность 365 дней и длительности отопительного периода с подстановкой $t_в$, обеспечиваемой для поддержания в летнее время, то почему внутренние тепловыделения определяются умножением удельной величины на весь охладительный период, когда их в нерабочее время нет, в отличие от жилых домов? Вообще, кем разработана эта методика, как она апробировалась и где была опубликована? Следует обратить внимание, что в аутентичном переводе ISO 13790 [2] расчет этих показателей выполняется совсем по другой методике с использованием динамических характеристик здания.

Полученные значения температур наружного воздуха начала/окончания отопительного периода для многоквартирного дома, отвечающего требованиям 1-го этапа повышения энергетической эффективности по постановлению Правительства России № 18, подтверждают сделанные в [6] выводы о том, что одновременное с энергоэффективностью повышение теплозащиты зданий не ставит под сомнение, правильность нормируемой в СП 124.13330.2012 длительности отопительного периода для жилых домов.

Проведем сопоставление заданного в таблице 1 из [17] значений внутренних теплопритоков с теплопотерями реальных зданий общественного назначения, расположенных в московском регионе.

В качестве примера принят 4-х этажный офис полезной площадью $A_{пол}$ = 1243 м^2; Количество работников – 124; Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр.}^{сум}$ = 2147 м^2; в том числе: площадь стен – 1072 м^2 (приведенное сопротивление теплопередаче – 2,68/3,08 м^2·°С/Вт, в числителе для домов построенных до 2012г., в знаменателе – после), площадь окон – 235 м^2 (0,54/0,8 м^2·°С/Вт), площадь покрытия – 376 м^2 (3,58/4,12 м^2·°С/Вт), площадь цокольного перекрытия – 376 м^2 (3,03/3,48 м^2·°С/Вт); Отапливаемый объем здания $V_{от}$ = 5900 м^3; Компактность здания $A_{огр.}^{сум}$ / $V_{от}$ = 0,36; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,18. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередаче здания – 0,514/0,407 Вт/(м^2·°С).

Сначала рассчитаем вариант без подачи вентиляционными системами нагретого наружного воздуха в помещения офиса, когда нагрев инфильтрующегося (через специальные устройства в стенах или оконных коробках, либо через фиксированные щели в притворах оконных фрамуг) наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена осуществляется нагревательными приборами системы отопления. За нормативный воздухообмен принимаем рекомендуемую в табл. G.12 [2] величину в 14 м^3/(ч·чел.), несмотря на то, что нормируемое в России значение для офисов составляет 40 м^3/ч на одного человека. Такой выбор вызван очевидно тем, что затруднительно, не нарушая условия комфортности, подать в помещение

расчетной площадью 18 м^2, где сидят за столами 3 работника, 40·3=120 м^3/ч наружного неподогретого воздуха без специальных устройств, используемых в механической системе приточной вентиляции.

Тогда удельные расчетные внутренние теплопритоки при принятой заселенности 10 м^2 полезной площади помещений на одного работника составят: $q_{вн.от} = (Q_Р/A_Р)\cdot t_{мет}/t + 3{,}4\cdot q_Е\cdot f_Е/t = (10\cdot 8/10)\cdot 6/6 + 3{,}4\cdot 28{,}3\cdot 0{,}9/6 =$ 22,45 Вт/м^2, а для рассматриваемого здания с учетом неполного их использования, оцениваемого понижающим коэффициентом 0,85: $Q_{вн} =$ $0{,}85\cdot 22{,}45\cdot 1243\cdot 10^{-3} =$ 23,7 кВт. Расчетный расход теплоты на отопление, равный расчетным теплопотерям через наружные ограждения (подобранных с учетом требований по теплозащите в соответствии со СНиП 23-02-2003) и на нагрев наружного воздуха (в объеме рекомендуемого ISO 13790 вентиляционного воздухообмена 14 м^3/(ч·чел.)), вместе с теплопотерями трубопроводами системы отопления, проложенными в неотапливаемых помещениях, и завышенными теплопотерями зарадиаторных участков стен ($\beta_{тп}$=1,11), составит $Q_{огр+шф}^{р} = [0{,}514\cdot 2147\cdot 1{,}1+0{,}28\cdot 14\cdot 124\cdot 1{,}2]\cdot 1{,}11\cdot(20+26)\cdot 10^{-3} =$ 91,8 кВт, а по требованиям постановления Правительства России № 18: $[0{,}407\cdot 2147\cdot 1{,}1+0{,}28\cdot 14\cdot 124\cdot 1{,}2]\cdot 1{,}11\cdot(20+26)\cdot 10^{-3} =$ 78,9 кВт.

В действительности, с учетом внутренних теплопоступлений в рабочее время в объеме $Q_{вн}$ = 23,7 кВт расчетный расход тепловой энергии на отопление, соответственно будет $Q_{от}^{р}$ = 91,8-23,7 = 68,1 кВт и – 55,2 кВт. Предыдущие цифры свидетельствуют не о том, какой требуется расход тепловой энергии на отопление, а о том на какую нагрузку подобраны отопительные приборы, о запасе в их поверхности нагрева: $К_{зап}$ = 91,8/68,1 = 1,35 и 78,9/55,2 = 1,43. С учетом этого запаса надо определять снижение расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления [19].

Отношение расчетных бытовых тепловыделений в здании к расчетному расходу теплоты на отопление (тепловой нагрузки системы отопления):

а) построенного по СНиП 23-02-2003 $Q_{вн.}/Q_{от}^{р}$ = 23,7/68,1 = **0,35**,

б) по 1-му этапу постановления №18 $Q_{вн.}/Q_{от}^{р}$ = 23,7/55,2 = **0,43**.

Соответственно, начало/конец отопительного периода, используя формулу (27) должны быть при:

а) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0}$ = (20-26·0,35)/1,35= **8,1**°С;

б) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0}$ = (20-26·0,43)/1,43 = **6,2**°С,

что корреспондируется с нормируемой в России величиной **+8°С.**

Отметим, мы приняли (см. табл.4 основного текста СП) здание с наибольшей величиной удельных внутренних теплопоступлений (q_{int} = 22,45 Вт/м^2), поэтому для других типов зданий расчетная температура начала/конца отопительного периода не должна выйти за пределы нормируемой величины. На практике имеются еще внешние теплопритоки с солнечной радиацией, но они не должны учитываться при определении начала/конца отопительного периода, так как они не постоянны изо дня в день, есть пасмурные дни, особенно осенью, когда эти теплопритоки отсутствуют и не

влияют на тепловой режим здания, поэтому и при определении тепловой нагрузки системы отопления они также не учитываются.

Во-вторых, чтобы можно было полезно использовать теплопоступления с солнечной радиацией система отопления должна быть определенным образом автоматизирована – использовано пофасадное автоматическое регулирование подачи тепловой энергии, которое через воздействие этих теплопоступлений на датчики температуры внутри помещений, входящих в систему авторегулирования, позволяло бы сокращать подачу теплоносителя в систему отопления, либо на отопительных приборах должны быть установлены термостаты, которые предположительно будут сокращать подачу теплоносителя в отопительный прибор, правда, как показано в [20], в нашей стране это пока не срабатывает.

И, в-третьих, бывают периоды, когда внутренние и внешние теплопоступления превышают по величине теплопотери, и не могут в полной мере использоваться, потому что система отопления уже отключена (здесь проявляются преимущества первого решения автоматизации, потому что система отопления централизованно действительно отключается полностью, а при термостатах в лучшем случае отключается только отопительный прибор, а стояк по-прежнему продолжает отдавать теплоту в помещения). Однако все вышесказанное не влияет на продолжительность отопительного периода, а учитывается понижающими коэффициентами эффективности системы авторегулирования отопления ζ и снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций ν, при определении расхода тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода [6].

При переводе вентиляционной нагрузки на отдельную систему механической приточной вентиляции с подогревом наружного воздуха, то-есть исключения этой нагрузки из теплопотерь, которые должны быть компенсированы системой отопления, расчетный расход теплоты на отопление того же здания будет соответственно при его строительстве до и после 2012г. 38 и 25,2 кВт. Отношение расчетных бытовых тепловыделений в здании к расчетному расходу теплоты на отопление, соответственно будут выше: 23,7/38 = **0,62** и 23,7/25,2 = **0,94**, а начало/конец отопительного периода должны быть при:

а) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0} = (20\text{-}26\cdot0{,}62)/1{,}62 = \mathbf{2{,}4}$°С;

б) $t_{н.при\ \overline{Q}_{от.вн}=0} = (20\text{-}26\cdot0{,}94)/1{,}94 = \mathbf{\text{-}2{,}3}$°С.

Но из этого не следует, как рекомендуется в ГОСТ Р 13790, считать, что охладительный период для систем кондиционирования наступит при температурах наружного воздуха, определенных по той же формуле, но с заменой заданной температуры для холодного период требуемой для теплого по верхнему значению в пределах оптимальных норм – **22**°С:

а) $t_{н.при\ \overline{Q}_{ох.вн}=0} = (22\text{-}26\cdot0{,}62)/1{,}62 = 2{,}8$°С;

б) $t_{н.при\ \overline{Q}_{ох.вн}=0} = (22\text{-}26\cdot0{,}94)/1{,}94 = 0{,}1$°С,

Всвязи с тем, что при температурах наружного воздуха 2,4 и -2,3°С должно прекращаться отопление только в рабочее время на период действия внутренних теплопоступлений, а в нерабочее время теплопотери через ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна под действием гравитационного разрежения в здании будут продолжаться, и потом даже в рабочее время нет целесообразности включать систему централизованного охлаждения при температурах наружного воздуха ниже 8-10 °С, потому что можно охладить помещения, подавая системой приточной вентиляции менее нагретый воздух вплоть до совсем без догрева.

При таких высоких относительных к нагрузке отопления внутренних теплопоступлениях с целью повышения энергетической эффективности в общественных зданиях следует шире использовать рекомендуемый в ИСО 13790 режим периодического отопления, охлаждения и вентиляции с отключением после окончания рабочего дня. Но с учетом более суровой зимы в России по сравнению даже с северными странами Европы – по величине градусо-суток отопительного периода в центральном районе России они в 1,5 раза выше, следует более серьезно отнестись к обоснованности натопа после периода отключения систем отопления и вентиляции здания для обеспечения комфортного микроклимата перед началом работы, и к контролю температуры воздуха в помещениях, чтобы при снижении ее ниже допустимой на длительный период отключения в выходные дни также автоматически происходило включение отопления, пока температура воздуха не восстановится до заданного значения.

Разработанная в НП «АВОК» программа автоматизированного расчета нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях [9] позволяет установить требуемый расход энергии на отопление за отопительный период и охлаждение за оставшийся период года общественного здания различного назначения в режиме нестационарных тепло/холодопоступлений. Ниже в табл.3 приводятся исходные данные для такого расчета из конкретных примеров проектирования.

Согласно ГОСТ Р 13790 [3] границы отопительного периода для рабочих часов устанавливаются следующим образом (цифровые значения приводятся для вышеприведенного офисного здания с механической системой приточной вентиляции и соотношением $Q_{вн.}/Q_{от}^{p} = 23,7/25,2 = \mathbf{0,94}$):

1) сначала определяется средняя температура отопительного периода для рабочего времени, $t_{оп.раб}$, исходя из нормативной величины стандартного отопительного периода для данного региона $t_{оп}$:

$$t_{оп.раб} = t_{оп} + \Delta t = -3,1 + 0,72 \cdot 6,5 = +1,6\ ^{\circ}\text{C}, \quad \text{(27 из ГОСТ Р 13790)}$$

где Δt – разность между значениями средней температуры отопительного или охладительного периода для суток в целом и для части суток, °С. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного значения) температуры наружного воздуха, $A_{тн}$, °С, в течение отопительного или охладительного периодов, принимаемая по имеющимся климатическим

данным в зависимости от района строительства (для условий московского региона в отопительном периоде $A_{тн.от.п} = 6,5\ ^{o}C$, в охладительном $A_{тн.ох.п} = 10,5\ ^{o}C$). В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00, $\Delta t = 0,72 \cdot A_{тн}$;

$t_{н.от.п}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, за отопительный период при круглосуточной работе, по имеющимся климатическим данным, для московского региона $t_{н.от.п}$= -3,1°С при начале (окончании) отопительного периода +8°С.

2) Тогда, средняя температура наружного воздуха <u>в нерабочее время</u> за отопительный период $t_{н.от.п.н/раб}$, °С:

$t_{н.от.п.н/раб} = (t_{н.от.п} \cdot 24 - t_{н.от.п.\ раб} \cdot 6) / 18 = (-3,1 \cdot 24 - 1,6 \cdot 6)/18 = -4,7\ ^{o}C$.

3) Градусо-сутки отопительного периода в течение <u>нерабочего времени</u> при длительности стандартного отопительного периода $z_{оп} = 214$ суток:

$ГСОП_{оп.н/раб} = (t_{в.н/раб} - t_{н.от.п.н/раб}) \cdot z_{оп} = (18+4,7) \cdot 214 = 4858\ ^{o}C \cdot сут$.

4) Средняя температура наружного воздуха <u>в рабочее время</u> за отопительный период $t'_{оп\ раб}$, °С, с учетом завышенной величины относительных внутренних теплопоступлений, определяется по формуле (22 ГОСТ Р 13790):

$$t'_{оп.раб} = t'_{н.гр} - \theta^{n}_{гр} \cdot \left(t_{н.гр} - t_{оп \cdot раб}\right) = -2,3 - 0,69^{0,9} \cdot (8-1,6) = -6,9\ ^{o}C \qquad (22)$$

где $t_{н.гр}^{\ 1} = -2,36\ ^{o}C$ – начало отопительного периода в рабочее время при $Q_{вн.}/Q_{от}^{\ p} = 0,94$, полученное с использованием формулы (7);

$t_{н.от.п.раб} = 1,6\ ^{o}C$ – то же, что в 1);

$t_{н.гр}$ – исходная граничная температура начала (окончания) отопительного периода (+8 или +10 °С), для которой принимались по климатическим данным значения $t_{оп}$, $z_{оп}$;

$t_{хм}$ – средняя температура наиболее холодного месяца (января) по климатическим данным из СНиП 23-01-99* = -10,2 °С;

$\theta_{гр}$ – безразмерный параметр, определяемый по формуле (23 ГОСТ):

$$\theta_{гр} = \frac{t'_{н.гр} - t_{хм}}{t_{н.гр} - t_{хм}} = (-2,3+10,2)/(8+10,2) = 0,69; \qquad (23)$$

n – показатель степени, определяемый по формуле (24 ГОСТ):

$$n = 1 + 0,01 \cdot t_{хм} = 1 - 0,01 \cdot 10,2 = 0,9. \qquad (24)$$

5) Продолжительность отопительного периода $z_{оп.раб}$, сут., сокращенная за счет значительной величины относительных тепловыделений принимается по климатическим данным, исходя из количества дней стояния наружной температуры ниже -2,3°С: из СНиП 23-01-99* средняя температура ноября -1,9°С, декабря -7,3 °С, следовательно -2,3°С будет 18 ноября, а средняя температура марта -4,3°С, апреля +4,4°С, следовательно -2,3°С будет 22 марта. Соответственно, отопительный период будет с 18 ноября по 22 марта и составит $z_{оп.раб} = 134$ суток.

6) Градусо-сутки отопительного периода в течение <u>рабочего времени</u>:

$ГСОП_{оп.раб} = (20+6,9) \cdot 134 = 3605\ ^{o}C \cdot сут$.

Требуемый расход тепловой энергии на отопление за отопительный период в рабочее время, принимая по табл.G12 из ISO 13790 среднемесячную в день длительность рабочего времени офисов (с учетом выходных дней и праздников) – 6 часов в средние сутки:

$Q_{от.раб.}^{год} = 0{,}407 \cdot 2146 \cdot 3605 \cdot 6 \cdot 1{,}11 \cdot 10^{-3} - 23{,}7 \cdot 134 \cdot 6 = 1860$ кВт·ч.

Но при этом получается, что внутренние теплопоступления за отопительный период практически равны теплопотерям здания, в то время как они равны им только в начале отопительного периода. Вероятно, такое громоздкое и нелогичное решение по определению средней температуры наружного воздуха не правильно, воспользуемся лучше наглядным графиком стояния наружных температур в г. Москве по климатическому справочнику, из которого следует, что средняя температура за период времени с температурами воздуха ниже -2,3°С будет равна $t_{оп\ раб}^{'}$ = -9,6 °С. Тогда, $ГСОП_{раб}$ = (20+9,6)·134 = 3966 °С·сут., а требуемый расход тепловой энергии на отопление за отопительный период в рабочее время будет:

$Q_{от.раб.}^{год} = 0{,}407 \cdot 2146 \cdot 3966 \cdot 6 \cdot 1{,}11 \cdot 10^{-3} - 23{,}7 \cdot 134 \cdot 6 = 3960$ кВт·ч.

То же, во внерабочее время (24-6=18 часов в средние сутки месяца) при $ГСОП_{н/раб}$ = 4858 °С·сут., компенсируя теплопотери через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при отключенных системах механической вентиляции ($K_{инф}$ = 0,042 Вт/(м^2·°С):

$Q_{от.н/раб.}^{год} = (0{,}407+0{,}042) \cdot 2146 \cdot 4858 \cdot 18 \cdot 1{,}11 \cdot 10^{-3} = 93320$ кВт·ч.

Годовое теплопотребление на приточную вентиляцию при работе ее 10 часов в рабочие сутки в течение стандартного отопительного периода в 214 суток с величиной градусо-суток $ГСОП_{вент}$ = (20-1,6)·214 = 3938, обеспечивая нагрев наружного приточного воздуха в объеме 40 м^3/ч на одного человека (с плотностью расселения 10 м^2 полезной площади помещений на сотрудника):

$Q_{вент.пост}^{год} = 0{,}28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1{,}2 \cdot 3938 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 39380$ кВт·ч.

Итого, годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию офиса при непрерывном отоплении с переменным режимом эксплуатации (рабочее/нерабочее время) составит:

$Q_{от+вент.}^{год} = 3960 + 93320 + 39380 = 136660$ кВт·ч,

а удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию:

$q_{от+вент.}^{год} = 136660 / 1243 =$ **109,9** кВт·ч/м^2,

что превышает современные требования энергетической эффективности для 4-х этажного офиса, строящегося после 2012г., принимая за базовое значение СНиП 23-02-2003 с пересчетом на м^2 полезной площади при высоте этажа 3,3 м и с кДж на кВт·ч – не более: 27·0,85·3,3·4943/3600 = **104** кВт·ч/м^2.

Из-за большой относительной величине внутренних теплопоступлений, при наружной температуре выше -2,3°С они превышают теплопотери через наружные ограждения, что приведет к перегреву здания. Чтобы не включать систему охлаждения, целесообразно перейти на режим «фрикулинга» – снизить температуру приточного воздуха системы вентиляции, не догревая его до стандартной температуры 20°С. Так, чтобы компенсировать перегрев от излишних внутренних теплопоступлений в начале/конце отопительного

периода при $t_н$ = +8°С, необходимо снизить температуру приточного воздуха до 12,8°С.

Тогда, недогрев с воздухом, предназначенным для вентиляции, составит: $Q_{вент}$ = 0,28·40·124·1,2·(20-12,8)·10^{-3} = 12,0 кВт; вместе с теплопотерями через наружные ограждения при $t_н$ = +8 °С: $Q_{огр}$ = 0,406·2146·(20-8)·1,11·10^{-3} = 11,7 кВт, суммарные теплопотери $Q_{тп}$ = 12 + 11,7 = 23,7 кВт, будут равны внутренним теплопоступлениям: $Q_{вн}$ = 23,7 кВт. Отсюда легко посчитать, что средняя температура приточного воздуха за период 214-134 = 80 суток должна быть: (20+12,8)/2 = +16,4 °С, и годовой расход тепловой энергии на вентиляцию в режиме регулирования на этот период температуры приточного воздуха в зависимости от изменения температуры наружного составит:

$Q_{вент.перем.}^{год}$ = 39380 - 0,28·40·124·1,2·(20-16,4)·80·6·10^{-3} = 36500 кВт·ч,

что на (39380-36500)·100/39380 = 7,3% ниже по затратам топлива по сравнению с режимом работы вентиляции с постоянной температурой приточного воздуха, и еще настолько же снизится холодильная нагрузка за счет применения режима «фрикулинг».

Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом «фрикулинга» будет:

$q_{от+вент.}^{год}$ = (3960 + 93320 + 36500) /1243 = **107,6** кВт·ч/м^2,

что уже только на 3,5% превышает требуемое значение, и оно легко перекроется внешними теплопоступлениями с солнечной радиацией, которые для упрощения расчетов здесь не учитывались.

Следует заметить, что отключение системы отопления с температуры наружного воздуха выше -2,3°С может отрицательно повлиять на расширение дискомфортной зоны вблизи окна, поэтому и в этот период желательно продолжать отопление на минимальном уровне, но дополнительно снизить температуру приточного воздуха для компенсации увеличенных суммарных теплопоступлений, что не скажется на изменении общего расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Высказываются опасения, что при таком режиме регулируемые системы отопления и вентиляции будут мешать друг другу, но этого не произойдет, потому что в системе приточной вентиляции будет автоматически поддерживаться, не как ранее постоянная температура приточного воздуха, а переменная в зависимости от изменения наружной температуры и с учетом перегрева системой отопления. В системе отопления на ИТП также автоматически в зависимости от изменения наружной температуры будет поддерживаться заданный график температуры теплоносителя, циркулирующего в системе, но с меньшим наклоном, чем ранее, а термостаты на отопительных приборах будут решать локальные задачи по доведению температуры воздуха в помещении до желательной пользователям и по использованию солнечных теплопоступлений для энергосбережения.

Аналогичные расчеты для 8-ми этажного офисного здания полезной площадью $A_{пол}$ = 9300 м^2, компактностью $A_{огр.}^{сум}$ / $V_{от}$ = 0,23, с отношением

площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,25 и приведенным трансмиссионным коэффициентом теплопередачи здания при строительстве до 2012г и после (через дробь) – 0,622/0,479 Вт/(м^2·°С), а также с той же заселенностью 10 м^2/человека, показывают, что начало/конец отопительного периода для такого здания смещаются к температурам наружного воздуха, соответственно к -7,4 и -15,6 °С (отношение расчетных внутренних теплопоступлений в здании к расчетному расходу теплоты на отопление составит, соответственно $Q_{вн.}/ Q_{от}^{\ р}$ = 189/128 = **1,47** и 189/55,4 = **3,4**).

Если же принять заселенность офиса по норме ISO 13790, что соответствует классу 1 в нашей табл.1 (измененная G.12 ISO 13790), – 20 м^2/человека, то удельная величина внутренних теплопоступлений в здании будет: $q_{вн.от}$ = 14,2 Вт/м^2, а абсолютное значение с учетом неполного их использования, оцениваемого понижающим коэффициентом 0,85: $Q_{вн}$ = 0,85·14,2·9300·10^{-3} = 112 кВт. Отношение к расчетному расходу теплоты на отопление для здания, построенного до 2012г. и после, соответственно будет: $Q_{вн.}/ Q_{от}^{\ р}$ = 112/205 = **0,55** и 112/132 = **0,85**, и начало/конец отопительного периода будет соответствовать температурам, соответственно **+3,7** и **-1,1 °С**.

По расчетам, выполненным согласно приведенной выше методике, средние температуры наружного воздуха и длительность отопительного периода составят, соответственно: -1,3 и -4,6 °С; 176 и 136 суток, а ГСОП = 3749 и 3340 °С·сут. Годовое удельное теплопотребление на отопление рассматриваемого офисного здания, определенное по аналогии с предыдущим, будет:

$Q_{от}^{\ год} = Q_{от.раб.}^{\ год} + Q_{от.н/раб.}^{\ год}$ = 1,1 + 52,1 = 53 МВт·ч. !

С учетом полученных результатов очевидно значительное влияние на нагрузку и режим работы системы отопления офисного здания плотности заполнения помещений людьми, компактности здания, отношения площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов и достигнутого уровня повышения теплозащиты наружных ограждений. Первая позиция существенно влияет на начало/конец отопительного периода, остальные – на величину общего теплопотребления на отопление – снижение с 76 до 53 МВт·ч. !

Расчеты подтверждают, что для дальнейшего снижения теплопотребления наиболее целесообразно осуществление периодического режима отопления здания – выключение после окончания рабочего дня, натоп перед началом работы для восстановления температуры воздуха в помещениях до комфортных условий в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений, как это принято в настоящее время, и умеренное отопление с пересчетом расчетных параметров теплоносителя на имеющийся запас в поверхности нагрева, а графика регулирования – с учетом увеличивающейся доли внутренних теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха.

Но для выполнения такого расчета уже следует учитывать нестационарность процесса. А вышеприведенный годовой расход тепловой

энергии на отопление и вентиляцию будет тем расходом, по отношению к которому следует определять энергосберегающий эффект при осуществлении режима периодического отопления с выключением в нерабочее время.

Приложение Г

Длительность охладительного периода для зданий общественного и производственного назначения. Пример расчета.

Для того чтобы оценить годовые затраты холода на охлаждение и вентиляцию помещений в общих энергозатратах на поддержание комфортных условий в закрытых помещениях, где находятся люди, необходимо знать длительность охладительного периода и его климатические параметры, а также объем теплопоступлений, которые предстоит нейтрализовать, чтобы обеспечить заданный комфортный уровень температуры воздуха в помещении и минимально необходимый воздухообмен для его вентиляции.

Сведения о годовом потреблении теплоты и холода офисным зданием, приведенные в [21], не позволяют выполнить такую оценку, поскольку они получены в результате задания каких-то абстрактных величин теплопоступлений в размере 30, 50 и 70 Вт/м^2, не привязанных к плотности заполнения помещений офиса сотрудниками, а только от количества м^2 площади помещений, приходящихся на человека, зависит величина внутренних теплопоступлений в здании. И потом, как можно в указанные величины включать теплопоступления с солнечной радиацией, когда они имеют не постоянный и однонаправленный характер – в пасмурные дни солнечная радиация весьма незначительная, как и в помещениях северного фасада здания при солнце.

В [21] без всяких обоснований приводится годовая потребность здания в теплоте и холоде, но как она рассчитывалась, как определялась продолжительность периодов отопления и охлаждения? В литературе нет однозначного ответа на эти вопросы. Если в расчет заложены формулы, приведенные в проекте ГОСТ Р 13790 [3], то в предыдущем Приложении СП доказано, что они не правильные – нельзя при определении начала/окончания отопительного периода приравнивать внутренние теплопоступления расходу теплоты на отопление, так как прекратить отопление можно только, когда они равны теплопотерям через наружные ограждения и на нагрев наружного воздуха для вентиляции. Нельзя начало периода охлаждения определять по той же формуле, что и для отопительного периода, но подставляя расчетную температуру воздуха, требуемую для периода охлаждения, потому что в эти дни наружный воздух имеет температуру ниже внутреннего воздуха, и помещение можно охладить за счет подачи приточного наружного воздуха без машинного охлаждения.

Как показывают расчеты теплового баланса здания без учета теплопоступлений от солнечной радиации, температура воздуха в помещениях для предыдущего примера 4-х этажного офиса и климатологических условий г. Москва может без включения системы охлаждения поддерживаться на заданном уровне до14,4°С на улице: охлаждение через наружные ограждения составит: $Q_{огр}$ = 0,407·2147·(22-14,4)·1,0·10^{-3} = 6,7 МВт (при отключенной системе отопления с $\beta_{тп}$=1,0); охлаждение при подаче приточной системой

вентиляции наружного воздуха: $Q_{вент}$ = 0,28·40·1,2·124·(22-14,4)·10^{-3} = 12,6 МВт; тогда, суммарные теплопотери при $t_н$ = +14,4 °С: $Q_{огр}$ + $Q_{вент}$ = 6,7+12,6 = 19,3 МВт, будут равны внутренним теплопоступлениям: $Q_{вн}$ = 15,64·1243·1,0·10^{-3} = 19,4 МВт (вместо понижающего коэффициента 0,85 принимается 1, потому что в охладительный период эти теплопоступления не используются, а с ними борятся; 15,64 Вт/$м^2$ – внутренние удельные теплопоступления в летний период, приведенные в разделе 12 с учетом табл.4: $q_{вн.ох.н/ж}$ = (10·8/10)·6/6+1,8·28,3·0,9/6 =15,64 Вт/$м^2$).

Таким образом, при температурах наружного воздуха от 8 до 14,4 °С. протекает переходный период, когда и система отопления, и система охлаждения отключены, а с $t_н$ =14,4 °С и выше начинается охладительный период, когда система охлаждения должна компенсировать теплопоступления внутренние и через наружные ограждения в периоды превышения температуры наружного воздуха над расчетной внутренней, и внешние теплопоступления от солнечной радиации.

Остается из графика времени стояния температур для рассматриваемого региона определить длительность охладительного периода, но учитывая, что в центральном регионе России средние температуры наружного воздуха в самые жаркие летние месяцы не превышают 18,1 °С, что свидетельствует о довольно низких ночных температурах, не требующих охлаждения, тем более для офисных зданий это нерабочее время, целесообразно вычислить длительность стояния средних температур наружного воздуха в течение рабочего времени по уже применяемой формуле (27 из ГОСТ Р 13790): $t_{оп.раб} = t_{оп} + \Delta t$.

Тогда, средняя температура наружного воздуха в летние и примыкающие к ним месяцы в рабочее время, используя климатические данные будет:
апрель 4,4+0,72·6,5 = 9,2 °С;
май 11,9+0,72·10,5 = 19,5 °С;
июнь 16,0+0,72·10,5 = 23,6 °С;
июль 18,1+0,72·10,5 = 25,7 °С;
август 16,3+0,72·10,5 = 23,9 °С;
сентябрь 10,7+0,72·10,5 = 18,3 °С;
октябрь 5,3+0,72·6,5 = 10,1 °С (апрель и октябрь – это месяцы отопительного периода, и в них средняя амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха составляет $A_{тн}$ = 6,5 °С, тогда как для охладительного периода $A_{тн}$ = 10,5 °С.

Результаты сложения – это средние температуры наружного воздуха в середине месяца; 1 июня и 31 августа средняя температура, соответственно, будет: (23,6+19,5)/2 = 21,5 °С и (23,9+18,3)/2 = 21,1 °С. А 1 мая и 30 сентября, соответственно: (19,5+9,2)/2 = 14,3 °С и (18,3+10,1)/2 = 14,2 °С. Очевидно, что в охладительный период по числу дней со средней температурой наружного воздуха в рабочее время чуть выше 14 °С, когда внутренние теплопоступления будут превышать теплопотери, вошли все 5 месяцев – всего 153 дня. Но в число дней, в которые будет иметь место еще и

теплопоступления в помещения через наружные ограждения и с наружным приточным воздухом, когда средняя температура наружного воздуха в рабочее время будет выше расчетной внутренней, равной 22 °С, помимо всех 31 дня июля будут 27 дней июня со средней температурой в рабочее время $t_{н.ср.раб.июнь}$ = 23,9 °С и 25 дней августа с $t_{н.ср.раб.авг}$ = 24,3 °С, всего – 83 дня. Поэтому, градусо-сутки охладительного периода в течение рабочего времени по климатологическим показателям данного региона будут:

$ГСОП_{ох.п.раб}$ = (23,9-22)·27+(25,7-22)·31+(24,3-22)·25 = 224 °С·сут.

Количество теплопоступлений, исключая солнечные притоки, за охладительный период находятся по следующим уравнениям (из раздела 12):

$Q_{охл.огр}^{год} = 0{,}407 \cdot 2147 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 224 = 1{,}17$ МВт·ч;

$Q_{охл.вент}^{год} = 0{,}28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1{,}2 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 224 = 2{,}24$ МВт·ч;

$Q_{вн.оп}^{год} = 15{,}64 \cdot 1243 \cdot 1{,}0 \cdot 153 \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 17{,}8$ МВт·ч.

Итого: $Q_{ох.без\ инс.}^{год} = 1{,}17 + 2{,}24 + 17{,}8 = 21{,}2$ МВт·ч.

Следует обратить внимание, что доля в этих теплопоступлениях через наружные ограждения не превышает 6%, поэтому, ни о каком влиянии на изменение нагрузки кондиционирования в летнее время из-за повышения теплозащиты в условиях отопительного периода говорить не приходится.

Количество теплопоступлений с солнечной радиацией за охладительный период $Q_{ох.п.инс}^{год}$, кВт·ч, для всех фасадов зданий, ориентированных по разным направлениям, следует определять по формуле (67) раздела 12 СП:

$$Q_{ох.п.инс}^{год} = \sum \eta_{ок,i} \cdot \tau_{ок,i} \cdot k_{ок,i} \cdot A_{ок,i} \cdot I_i + \sum \eta_{ф,i} \cdot \tau_{ф,i} \cdot k_{ф,i} \cdot A_{ф,i} \cdot I_{гор}$$

Для конкретно принятого примера с площадью оконных проемов, ориентированных на север – 80 м^2, на восток – 35 м^2, на юг – 85 м^2, на запад – 35 м^2, и средней за охладительный период интенсивностью солнечной радиации при действительных условиях облачности, характерной для московского региона из МГСН 4.19, соответственно 183, 359, 391 и 359 кВт·ч/м^2, (а для других регионов из СП 23-101), количество теплопоступлений с солнечной радиацией с учетом применения окон с эмиссионным покрытием стекла ($\tau_{ок}$ = 0,8; $k_{ок}$ = 0,54) и без солнцезащитных устройств составит:

$Q_{ох.п.инс}^{год} = (183 \cdot 80 + 359 \cdot 35 + 391 \cdot 85 + 359 \cdot 35) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}54 = 31540$ кВт·ч.

Годовые затраты холода на охлаждение помещений здания офиса по – (9):

$Q_{ох.п.}^{год} = Q_{охл.без\ инс.}^{год} + Q_{ох.п.инс}^{год} = 21{,}2 + 31540 \cdot 10^{-3} = 52{,}74$ МВт·ч,

а удельные годовые на м^2 полезной площади помещений ($A_{пол}$ = 1243 м^2):

$q_{ох.п.}^{год} = 52{,}74 \cdot 10^3 / 1243 = 42{,}4$ кВт·ч/м^2.

Приведенная методика расчета начала и длительности охладительного периода для общественных зданий, справедлива и для жилых домов. С учетом полученных в табл.4 СП удельных величин внутренних теплопоступлений и с учетом заданной интенсивности солнечной радиации при действительных условиях облачности, она позволяет оценить годовую потребность в холоде зданий, чтобы определить суммарные удельные годовые затраты энергии на них и установить класс энергетической эффективности здания.

Приложение Д

Примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

Для условий г. Москва с длительностью отопительного периода 214 суток, норма водопотребления за отопительный период для многоквартирного дома с централизованным горячим водоснабжением будет отличаться от приведенной в табл. А.2 СП 30.13330 – $a_{гвс.табл.А.2}$ = 100 л/сутки:

$a_{гвс.ср.сут.о.п.} = a_{гвс.табл.А.2} \cdot 365/[n_o + 0{,}9\cdot(351- n_o)] = 100\cdot 365/337 = 108$ л/сут. (1)

Среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, q_{hw}, Вт/м^2, из табл.1, находится по формуле:

$$q_{hw} = a_{гвс.табл.А.2,3} \cdot \{365/[n_o+\alpha\cdot(351-n_o)]/S_a\} \cdot \frac{(60-t_c)(1+k_{h1})\frac{\rho_w c_w}{3{,}6}}{24} \qquad (2)$$

Исходя из формулы (2) и с учетом СП 30.13330 выполним расчет для следующих основных зданий, строящихся, например, в г. Москве:

а) жилых домов с централизованной системой гвс (дается решение с $a_{гвс.табл.А.2}$ = 100 л/сут., при 20 и 25 м^2/человека, k_{hl}=0,2 и n_o=214 суток,), Вт/м^2

$q_{hw} = 100\cdot\{365/[214+0{,}9\cdot(351-214)]/20\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}2)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 17{,}4$;

$q_{hw} = 100\cdot\{365/[214+0{,}9\cdot(351-214)]/25\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}2)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 13{,}9$;

б) жилых домов при горячем водоснабжении от квартирных водонагревателей ($a_{гвс.табл.А.2}$ = 85 л/сут., k_{hl}=0, n_o=214 суток, нет отключения на ремонт), Вт/м^2

$q_{hw} = 85\cdot\{365/[214 + 0{,}9\cdot(365- 214)]/18\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 13{,}2$;

в) гостиниц и пансионатов с душами во всех отдельных номерах и полотенцесушителями ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 140 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,2)

$q_{hw} = (140/15)\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}2)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 30$ Вт/м^2;

г) гостиниц и пансионатов с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 70 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

$q_{hw} = 70\cdot\{365/[214 + 1\cdot(351- 214)]/12\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}1)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 17{,}8$;

д) больниц с санитарными узлами, приближенными к палатам и полотенцесушителями ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 90 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,2)

$q_{hw} = (90/15)\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}2)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 19{,}3$ Вт/м^2;

е) больниц с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 75 л/сут., α =*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

$q_{hw} = 75\cdot\{365/[214 + 1\cdot(351- 214)]/10\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}1)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 22{,}9$;

ж) поликлиник и амбулаторий ($a_{гвс.табл.А.3}$ =12+4·6=36 л/сут. на 1 медработника, α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

$q_{hw} = 36\cdot\{365/[214 + 1\cdot(351- 214)]/10\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}1)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 11{,}0$;

з) детских ясель-садов с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3}$= 20 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

$q_{hw} = 20\cdot\{365/[214 + 1\cdot(351- 214)]/10\}\cdot(60\text{-}5)\cdot(1+0{,}1)\cdot 1\cdot 4{,}2/(3{,}6\cdot 24) = 6{,}1$;

и) детских ясель-садов с круглосуточным пребыванием детей, прачечными и столовыми, работающими на сырье ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 40 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 40·{365/[214 + 1·(351– 214)]/10}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 12,2;

к) общеобразовательных школ с душевыми при гимнастических залах и столовыми на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 20 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1, n_o=214 суток, $n_{год}$=305 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 8·{365/[214 + 1·(305– 214)]/10}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 2,8;

л) физкультурно-оздоровительных комплексов со столовыми на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 30 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 30·{365/[214 + 1·(351– 214)]/5}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 18,3;

м) кинотеатров, залов собраний ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 3 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 3·{365/[214 + 1·(351– 214)]/5}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 1,8;

н) театров, клубов и досугово- развлекательных учреждений (при 10 зрителях на 1 артиста $a_{гвс.табл.А.3}$ = (3·10+1·25)/11=5 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 5·{365/[214 + 1·(351– 214)]/5}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 3,0;

о) административных зданий ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 6 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 6·{365/[214 + 1·(351– 214)]/10}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 1,8;

п) магазинов продовольственных ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 12л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 сут.), Вт/м^2

q_{hw} = 12·{365/[214 + 1·(351– 214)]/30}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 1,2;

р) магазинов промтоварных ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 8 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 8·{365/[214 + 1·(351– 214)]/30}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 0,8;

с) производственных цехов и технопарков с тепловыделениями менее 84 кДж на 1 место/ч ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 11 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 11·{365/[214 + 1·(351– 214)]/20}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 1,6;

т) складов ($a_{гвс.табл.А.3}$ = 11 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 суток), Вт/м^2

q_{hw} = 11·{365/[214 + 1·(351– 214)]/100}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 0,3;

ф) предприятий общественного питания с приготовлением пищи, реализуемой в обе-денном зале ($a_{гвс.рест.табл.А.3}$ =4·2,2·1,5·10·0,55 = 73 л/сут., α=*1*, k_{hl}=0,1 и n_o=214 сут.), Вт/м^2

q_{hw} = 73·{365/[214 + 1·(351– 214)]/5}·(60-5)·(1+0,1)·1·4,2/(3,6·24) = 44.

Например, в многоквартирных домах с нормой расхода горячей воды на одного жителя за отопительный период 108 л/сутки и заселенностью 20 и 40 м^2 жилой площади на человека базовое удельное годовое теплопотребление на горячее водоснабжение соответственно составит для г. Москва (n_o= 214 суток):

$q_{hw.ж.баз.Sa.i=20}{}^{y}$ = 0,02·17,4· [(70,2+214) + 0,74·(351-214)] ·20/20 = 133 кВт·ч/м^2;

$q_{hw.ж.баз.Sa.i=40}{}^{y}$ = 0,02·13,9· [(70,2+214) + 0,74·(351-214)] ·25/40 = 67 кВт·ч/м^2.

При оплате по квартирным водосчетчикам, полагая из опыта эксплуатации, что излишнее водопотребление сокращается в среднем на 40%, ожидаемое удельное годовое теплопотребление на горячее водоснабжение для тех же условий соответственно будет:

$q_{hw.ж.ож.Sa.i=20}^{y} = 133 \cdot (1-0,4) = 80$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.ж.ож.Sa.i=40}^{y} = 67 \cdot (1-0,4) = 40$ кВт·ч/м^2.

То же в многоквартирных домах, оборудованных только умывальниками, мойками и душем, с заселенностью 18 м^2 ожидаемое удельное годовое теплопотребление на горячее водоснабжение будет:

$q_{hw.ж.ож.Sa.i=18}^{y} = 0,02 \cdot 15,2 \cdot [(70,2+214)+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 70$ кВт·ч/м^2;

Для того же примера в многоквартирных домах с заселенностью 18 м^2 и газовыми водонагревателями или водонагревателями на твердом топливе ожидаемое удельное годовое теплопотребление на горячее водоснабжение соответственно будет:

$q_{hw.ж.ож.газ.вод.Sa.i=18}^{y} = 0,024 \cdot 13,2 \cdot [214+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 60$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.ж.ож.тв.т.вод.Sa.i=18}^{y} = 0,024 \cdot 9,3 \cdot [214 + 0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 42$ кВт·ч/м^2.

Искомые значения заносятся в графу 7 табл. П.3, туда же включены результаты расчетов по другим потребителям с использованием формул (6) и (7) и с учетом приведенной в таблице нормы общей, полезной площади на человека:

$q_{hw.гост.}^{y} = 0,02 \cdot 32,1 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 262$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.гост.}^{y} = 0,02 \cdot 30 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 245$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.гост.}^{y} = 0,022 \cdot 17,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 141$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.больн.}^{y} = 0,02 \cdot 19,3 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 158$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.больн.}^{y} = 0,022 \cdot 22,9 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 181$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.поликл.}^{y} = 0,022 \cdot 11 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 87$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.детсад.}^{y} = 0,022 \cdot 6,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 49$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.детсад.}^{y} = 0,022 \cdot 9,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 72$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.детсад.}^{y} = 0,022 \cdot 12,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 97$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.образ.}^{y} = 0,022 \cdot 2,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (305 - 214)] = 20$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.физк.}^{y} = 0,022 \cdot 18,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 145$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.кинот.}^{y} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.театр.}^{y} = 0,022 \cdot 3,0 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 24$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.адм.}^{y} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.рест.}^{y} = 0,022 \cdot 44 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 350$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.продмаг.}^{y} = 0,022 \cdot 1,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 10$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.промmаг.}^{y} = 0,022 \cdot 0,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 6$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.произв.}^{y} = 0,022 \cdot 1,6 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 13$ кВт·ч/м^2;

$q_{hw.склад.}^{y} = 0,022 \cdot 0,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 2,4$ кВт·ч/м^2;

Сопоставляя эти данные с приведенными в табл. Ж.12 ИСО 13790 следует разделить объекты на жилые дома и остальные здания. Для жилых домов исходные данные табл. Ж.12 не могут быть рекомендованы в наших условиях как из-за разных объемно-планировочных решений квартир, так и по разному менталитету жителей. Как может соотноситься с нашими условиями рекомендация, изложенная в примечании б) к табл. В.5 ЕН 15251:2007 «Число жителей в доме можно оценить по количеству ванных комнат»? Напоминаем, что средняя норма общей площади квартиры на человека достигнет по статистическим данным в России 22,5 м^2/человека, в европейских странах – 45, а в США и Канаде – 70 м^2/человека, а отсюда чисто механически норма потребления воды на м^2 площади квартир в России будет в 2 раза выше, чем в европейских странах. А еще выше потребление будет потому, что россияне моют руки и посуду в проточной воде, а европейцы в стоячей, затыкая пробкой слив.

Расчеты показывают, что даже приведя нормируемое водопотребление к одинаковой заселенности жилых зданий и учитывая сокращение излишнего против нормируемого водопотребления на 40% при расчете по квартирным водосчетчикам, удельное теплопотребление в нашей стране остается в 2 раза выше, чем принимается в странах Европы. Теплопотребление в офисных зданиях, залах собраний, торговых и производственных зданий примерно совпадают, а в больницах, ресторанах, физкультурно-оздоровительных и досуговых комплексах расхождения очень большие с завышением в российских нормах. Поэтому в актуализированной таблице 4 исходных данных приведены 2 строки – рекомендуемые значения по ИСО 13790 и по результатам нашего расчета. Для установления истинного значения необходимо натурными измерениями уточнить исходные данные удельного водопотребления в таблицах А.2 и А.3 СП 30.13330.

Приложение Е

Обоснование величин базового и нормируемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России

Свод правил предусматривает методические основы введения в стране требований энергетической эффективности к зданиям, системам отопления, вентиляции и внутреннего теплоснабжения.

В соответствии с указом Президента России № 889 от 4 июня 2008 г. "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики", где ставится задача снижения энергоемкости валового внутреннего продукта не менее чем на 15% с 2010г., на 30% с 2015г. и на 40% с 2020г. по сравнению с достигнутым в 2007г., и постановления Правительства РФ от 25 января 2011г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», по которому устанавливаются (также, как и в указе Президента, но уже непосредственно для зданий) такое же снижение по годам «нормируемых показателей суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (отдельной строкой).

За базовый уровень, относительно которого повышаются требования энергоэффективности, приняты табл. 8 и 9 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», действующего нормативного документа в 2007г., с пересчетом размерности показателей теплопотребления с кДж на Вт·ч – принятой в приказе Минэнерго РФ от 8 декабря 2011 г. N 577 «О внесение изменений в требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации…». Обоснование величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для жилых и общественных зданий разных регионов страны приведено в [22, 23] и в данном Приложении.

Для возможности охвата нормированием энергопотребления строящихся и эксплуатируемых зданий всех регионов России принято устанавливать показатели теплозащиты и энергоэффективности относительно величины градусо-суток отопительного периода ГСОП – это характеристика суровости зимы и рассчитывается как произведение разности расчетной внутренней ($t_в$) и средней наружной за отопительный период ($t_{н.ср}$) температур воздуха в градусах Цельсия (°С) на длительность отопительного периода ($z_{от}$) в сутках:

$$ГСОП = (t_{вн} - t_{н.ср}) \cdot z_{от}.$$

Продолжительность отопительного периода для жилых зданий, согласно СП 124.13330 и СП 131.13330, соответствует периоду, начинающегося после наступления устойчивой (в течение 5-ти суток) температуры воздуха равной и меньше +8°С и заканчивающегося после повышения средней за 5 суток температуры выше тех же +8°С; средняя температура наружного воздуха за отопительный период – это среднеарифметическое значение средних за каждые сутки температур этого периода.

Но, хотя такое механическое перемножение на градусо-сутки и было принято при определении удельного годового расхода тепловой энергии на отопление зданий, строящихся в разных регионах страны, в СНиП 23-02-2003 оно не учитывает, что в тепловом балансе здания, наряду с составляющими, зависящими от изменения наружной температуры (теплопотери через наружные ограждения и на нагрев воздуха, инфильтрующегося через оконные проемы), входят внутренние (бытовые) теплопоступления, которые не зависят от разных климатических условий регионов страны.

Это теплопоступления от людей, освещения, пользования электробытовыми приборами, компьютерами, от приготовления пищи и пользования горячей водой (для жилых домов). А посему, более правильно соотносить по разнице внутренних и наружных температур не расходы теплоты на отопление, а теплопотери через наружные ограждения и на нагрев необходимых для вентиляции объемов наружного воздуха (для жилых зданий с естественным притоком не менее нормативного воздухообмена для обеспечения вентиляции), а потом уже из величины пересчитанных теплопотерь вычитать внутренние тепловыделения, которые для всех регионов должны быть примерно одинаковы по абсолютной величине (при одной и той же заселенности квартир и географической широте около 50 градусов, которая влияет на длительность светового дня). Так было сделано при составлении таблицы удельных показателей расчетного расхода теплоты на отопление жилых зданий на 1 м^2 общей площади квартир, $q_{от.max}$ [1, 2], включенную СП 124.13330 (Приложение В).

Следует напомнить, что расчетные (нагрузочные) показатели находятся, используя данные о расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления ($t_{н.}^{р}$), которая приводится в СП 131.13330 как средняя температура самой холодной пятидневки за период наблюдения с 1960 по 2010 гг. с обеспеченностью 0,92. За такой период стояния наружных температур все инерционные и неинерционные составляющие теплопотерь через разные наружные ограждения (стены, окна) и на нагрев инфильтрующегося воздуха выравниваются по влиянию на температуру воздуха в помещении, и режим теплообмена рассматривается как стационарный.

В расчетах норм, действующих на все регионы страны, принято определять нормативные показатели других регионов путем пересчета норм установленных для центральных регионов, в зависимости от соотношения расчетных температур внутреннего воздуха отапливаемых помещений здания и наружного воздуха. Проанализируем, насколько нормативные документы

повышения теплозащиты и энергоэффективности жилых зданий, разработанные на базе климатических условий центральной России, соответствуют условиям других регионов страны при учете того, что бытовые теплопоступления практически постоянны для всех регионов, а это ранее не было принято во внимание.

Принимаем градусо-сутки для центрального региона: $ГСОП_{центр} = (20 + 3,8) \cdot 220 = 5000$ °С·сут.

Для более сурового региона севера европейской части России и Сибири на примере района вблизи г. Печоры: $ГСОП_{сев.} = (20 + 7,9) \cdot 287 = 8000$ °С·сут.;

Для региона юга европейской части России с более мягкой зимой региона в районе г. Владикавказа: $ГСОП_{юг} = (20 -1) \cdot 158 = 3000$ °С·сут.

Диапазон 5000-8000°С·сут. покрывает все основные города Сибири и Дальнего Востока. Так согласно СП 131.13330 для:

- г. Новосибирска ГСОП = (20+8,1)·221 = 6210 °С·сут.;
- г. Красноярска ГСОП = (20+6,7)·233 = 6220 °С·сут.;
- г. Хабаровска ГСОП = (20+9,5)·251 = 7400 °С·сут.;
- г. Магадана ГСОП = (20+7,5)·279 = 7670 °С·сут.

Расчет базового и нормируемого по годам удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов

Ориентируясь на соотношение теплового баланса типового многоквартирного 9-ти этажного 4-х секционного жилого дома, построенного в соответствии с требованиями СНиП П-3-79* «Строительная теплотехника» с изменениями на 2000 г. и СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» в климатических условиях центрально-европейского региона нашей страны [25], пересчитаем его показатели базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление для регионов северной и южной части страны (с градусо-сутками, соответственно, в 8000 и 3000) с учетом того, что бытовые тепловыделения практически постоянны для всех регионов страны.

Базовое соотношение расчетных теплопотерь (при $t_{н.}^{р} = -25$°С) из [26] принимается равным:

- относительные теплопотери через стены – 0,215 от суммарных при приведенном сопротивлении теплопередаче стен $R_W = 3,15$ м^2·°С/Вт (для ГСОП = 5000°С·сут.);
- относительные теплопотери через пол, потолок – 0,05;
- относительные теплопотери через окна – 0,265 при их приведенном сопротивлении теплопередаче $R_F = 0,54$ м^2·°С/Вт;
- относительные теплопотери на нагрев наружного воздуха при расчетном воздухообмене 30 м^3/ч на человека и заселенности 20 м^2 общей площади квартир без летних помещений на человека – 0,47:

$$\bar{q}_{тп.max\ 2000\ г.} = 0,215 + 0,05 + 0,265 + 0,47 = 1,0.$$

Доля бытовых тепловыделений при удельной величине 17 Вт/м^2 площади жилых комнат (при заселенности 20 м^2 площади жилых комнат в

доме на человека) – 0,19 $\bar{q}_{\text{тп.max 2000 г.}}$, относительный расчетный расход теплоты на отопление: $\bar{q}_{\text{от.max}}$= 1- 0,19 = 0,81.

Но, если за единицу принять относительный расход теплоты на отопление ($\bar{q}_{\text{от.max}}$ = 1), поскольку в дальнейших расчетах годового теплопотребления мы будем принимать долю бытовых тепловыделений по отношению к этому расходу ($\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}}$= 0,19/0,81 = 0,235), относительная величина расчетных теплопотерь тогда будет:

$\bar{q}_{\text{тп.max центр}} = \bar{q}_{\text{от.max}} + \bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}} = 1 + 0{,}235 = 1{,}235$.

Для северных регионов относительные теплопотери и относительный расчетный расход теплоты на отопление определяем с учетом увеличения приведенного сопротивления теплопередаче стен, согласно СНиП 23-02-2003 до R_W = 4,2 м^2·°С/Вт (для ГСОП = 8000°С·сут.), против 3,15 м^2·°С/Вт в центральном регионе, что снизит долю относительных теплопотерь (см. рис. Е.1) в 0,227/0,302 = 0,75 раза.

Объединив относительные теплопотери через стены, потолок и пол, принимая (как видно из рис. Е.1), что последние также изменятся, как и через стены, а относительные теплопотери через окна остались такими же, поскольку до 2010 г. окна с R_F>0,54 м^2·°С/Вт были редкостью, получим:

$\bar{q}_{\text{тп.max.сев.}}$=[(0,215+0,05)·0,75+0,265+0,47]· ($t_{\text{вн}}$-$t_{\text{н.о.сев.}}$)/($t_{\text{вн}}$-$t_{\text{н.о.центр}}$).

При $t_{\text{н.о.сев.}}$= -45°С: $\bar{q}_{\text{тп.max.сев.}}$= (0,2+0,265+0,47)· (20+45)/(20+25) = 1,348,

а $\bar{q}_{\text{от.max.сев.}}$= 1,348 - 0,19 = 1,158 и $\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}}$ = 0,19/1,158 = 0,164.

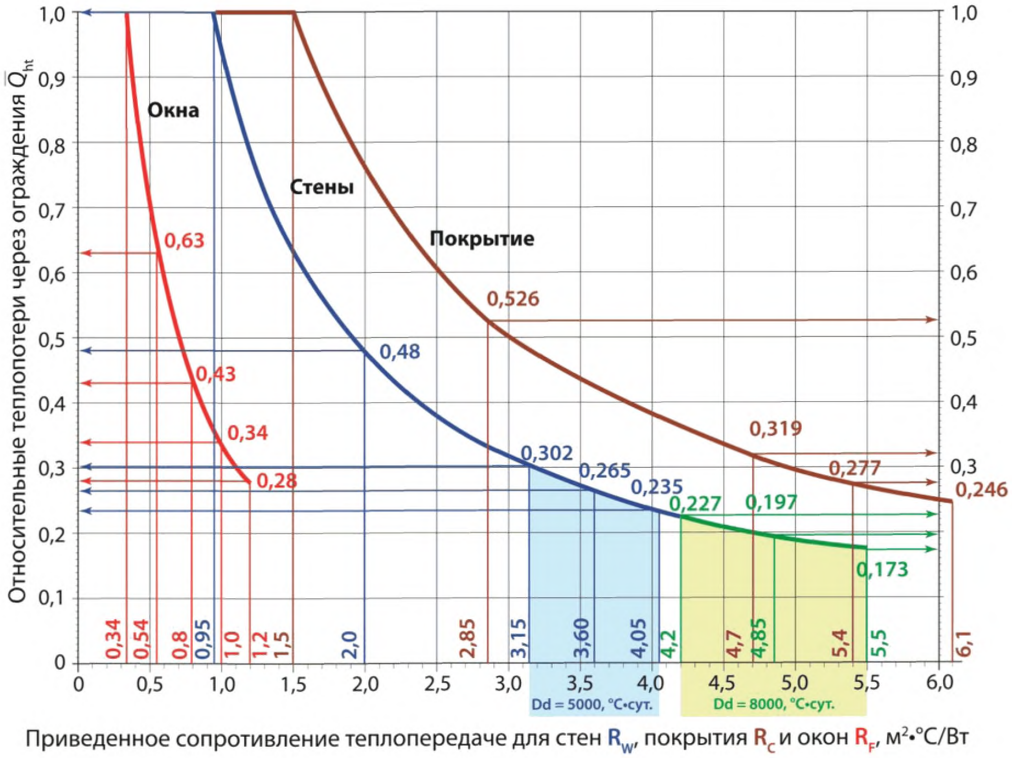


Рис. Е.1 Изменение относительных теплопотерь через ограждения здания при повышении их теплозащиты (голубая заливка – по стенам для центрального региона, салатовая – для северных регионов и Сибири)

Для южных регионов относительные теплопотери и относительный расчетный расход теплоты на отопление определяем с учетом уменьшения приведенного сопротивления теплопередаче стен и окон, согласно СНиП 23-02-2003, соответственно, стен до R_W = 2,45 м^2·°С/Вт, что увеличит долю относительных теплопотерь по сравнению с центральным регионом (см. рис. Е.1) в 0,388/0,302 = 1,286 раза, а окон до R_F = 0,34 м^2·°С/Вт, что увеличит долю их относительных теплопотерь в 1/0,63 = 1,587 раза.

Объединив теплопотери через стены, потолок и пол, полагая, что последние также изменятся, как и через стены, получим:

$\bar{q}_{\text{тп.max.юг.}}$=[(0,215+0,05)·1,286+0,265·1,587+0,47]· ($t_{\text{вн}}$-$t_{\text{н.о.юг}}$)/($t_{\text{вн}}$-$t_{\text{н.о.центр}}$).

При $t_{\text{н.о.юг}}$= - 15°С:$\bar{q}_{\text{тп.max.юг.}}$= (0,34+0,42+0,47)· (20+15)/(20+25) = 0,955,

а $\bar{q}_{\text{от.max.юг}}$= 0,955 - 0,19 = 0,765 и $\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}}$ = 0,19/0,765 = 0,248.

Для определения, как будет меняться относительная величина теплопотребления на отопление за расчетный отопительный период, воспользуемся следующей формулой:

$$\bar{q}_{\text{от}}^{\text{год}} = [(1+ \bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}})\cdot \text{ГСОП}/(t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о}}) - (\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}})\cdot n_{\text{о}}] \cdot \bar{q}_{\text{от.max}} \cdot 24\cdot 10^{-3} \quad \text{(Е.1)}$$

Подставив приведенные выше значения, получим относительное теплопотребление на отопление выбранного многоквартирного дома, построенного после 2000 г. по СНиП 23-02-2003, для выбранных регионов страны:

$\bar{q}_{\text{от.центр.}}^{\text{год}}$ = [(1+ 0,235)·5000/(20+25) –0,235·220]·1·24·10^{-3} = 2,05;

$\bar{q}_{\text{от.сев.}}^{\text{год}}$ = [(1+ 0,164)·8000/(20+45) –0,164·287] ·1,158·24·10^{-3} = 2,67;

$\bar{q}_{\text{от.юг.}}^{\text{год}}$ = [(1+ 0,248)·3000/(20+15) –0,248·158] ·0,765·24·10^{-3} = 1,25.

Базовые значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию получены пересчетом, указанных в табл. 9 СНиП 23-02-2003 величин с кДж/м^2 на Вт·ч/м^2 и умножением их на величину градусо-суток от 2000 до 12000. Нормируемые с 2011, 2016 и 2020 гг. показатели получены снижением базовых значений, соответственно, на 15, 30 и 40% согласно требованиям повышения энергетической эффективности зданий по постановлению Правительства РФ № 18 от 25.01.2011 г.

Если принять за исходную величину базового удельного годового теплопотребления на отопление 9-ти этажного многоквартирного дома для ГСОП = 5000 °С·сут. из табл. 9 СНиП 23-02-2003 $q_{\text{от.центр.}}^{\text{год}}$ = (76/3,6)·5000·10^{-3} = 106 кВт·ч/м^2, то для аналогичного дома в регионе с ГСОП = 8000 °С·сут. тот же показатель, определенный с учетом постоянства бытовых тепловыделений, будет: $q_{\text{от.сев.}}^{\text{год}}$ = 106·2,67/2,05 = 138 кВт·ч/м^2 (по таблице без учета – 76/3,6·8000·10^{-3} = 169 кВт·ч/м^2).

То же для дома в регионе с ГСОП = 3000°С·сут.: $q_{\text{от.юг.}}^{\text{год}}$ = 106·1,25/2,05 = 65 кВт·ч/м^2 (по таблице без учета – 76/3,6·3000·10^{-3} = 63 кВт·ч/м^2).

Результаты расчетов сведены в табл. 9 основного текста СП. Пересчет базовых показателей с 9-ти этажного дома на 5-ти осуществлен согласно СНиП 23-02-2003 с повышающим коэффициентом 1,12, а на 12-ти этажные с

коэффициентом 0,92; показатели для других значений градусо-суток определены интерполяцией в сторону снижения путем сравнения показателей для 5000 и 3000 °С·сут., и в сторону повышения – показателей для 5000 - 8000 и более °С·сут.

Расчет удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение многоквартирных домов для регионов

В соответствии с Приложением Д настоящего СП для многоквартирных домов с нормой расхода горячей воды на одного жителя 100 л/сутки и заселенности 20 м^2 жилой площади на человека базовое удельное годовое теплопотребление на горячее водоснабжение составит для центрального региона ($z_{от}$= 220 суток):

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}02 \cdot 17{,}4 \cdot [(70{,}2+220) + 0{,}74 \cdot (351-220)] \cdot 1 = 135 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

для региона севера европейской части и Сибири, если взять усредненное значение длительности отопительного периода в 260 суток, включая г. Якутск с ГСОП = (20+20,9)·252 = 10300°С·сут., $q_{гв.}^{год}$ = 138 кВт·ч/м^2;

юга европейской части России с учетом длительности отопительного периода в 160 суток и повышающего коэффициента 1,15 на потребление воды в III и IV климатических районах строительства согласно СП 30.13330:

$$q_{гв.}^{год} = 0{,}02 \cdot 17{,}4 \cdot [(70{,}2+160) + 0{,}74 \cdot (351-160)] \cdot 1{,}15 = 149 \text{ кВт·ч/м}^2.$$

Для получения базового нормируемого значения суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов прибавляем эти значения, с интерполяцией в зависимости от величины градусо-суток региона строительства, к установленным величинам удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (табл. 9, строки показателей суммарного теплопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение).

В сравнении с аналогичной таблицей, приведенной в [22], показатели суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов в табл. 9 выше, и связано это с тем, что в таблице А.2 СП 30.13330.2012 завышены против предыдущего СНиП 2.04.01-85* расчетные (удельные) средние за год суточные расходы воды в жилых зданиях на одного жителя. Оставаясь по абсолютной величине на том же уровне (100 л/сут.), они, во-первых, приводятся как средние за год, а ранее представлялись, как средние за отопительный период, и во-вторых, при расчетной температуре 60°С в месте потребления, в то время, как ранее эта температура принималась равной 55°С.

Повышение энергоэффективности отопления зданий на 15 и 30% по сравнению с базовым значением практически удовлетворяется за счет повышения теплозащиты многоквартирных домов.

Расчеты, выполненные для г. Москвы [27] показали, что требуемое по постановлению Правительства РФ № 18 от 25.01.2011 г. повышение энергоэффективности отопления зданий на 15% с 2011г. и всего на 30% с

2016г. по сравнению с базовым значением, достигнутым по СНиП 23-02–2003, удовлетворяется за счет увеличения сопротивления теплопередаче непрозрачных наружных ограждений также на 15 и 30 % и перехода на окна с сопротивлением теплопередаче 0,8 вместо 0,54 $м^2 \cdot °С/Вт$ с 2011г. (увеличение на (0,8-0,54)·100/0,54 = 48%) и до 1,0-1,05 $м^2 \cdot °С/Вт$ с 2016г.

Рассмотрим, сохранится ли такое распределение для северных регионов нашей страны. Воспользуемся для этого полученным соотношением относительных расчетных теплопотерь этого региона на базовом уровне:

- относительные теплопотери через непрозрачные наружные ограждения при сопротивлении теплопередаче стен $R_W = 4,2$ $м^2 \cdot °С/Вт$ – 0,2;
- то же относительных теплопотерь через окна (при R_F = 0,54 $м^2 \cdot °С/Вт$) – 0,256;
- относительные теплопотери на нагрев необходимого для вентиляции воздуха – 0,47.

Из рис. Е.1 видно, что при увеличении приведенного сопротивления теплопередаче стен на 15% с 4,2 до 4,85 $м^2 \cdot °С/Вт$ относительные теплопотери через стены сократятся с 0,227 до 0,197 , или составят 0,197/0,227 = 0,87 от предыдущего значения. Переход на окна с сопротивлением теплопередаче 0,8 вместо 0,54 $м^2 \cdot °С/Вт$ дает снижение теплопотерь на 0,43/0,63 = 0,68 от предыдущего значения. Принимая снижение относительных теплопотерь через покрытия и перекрытия, как через стены, а относительные теплопотери на нагрев инфильтрационного воздуха в прежнем объеме, из уравнения теплового баланса дома строительства с 2011 г. получим следующие относительные величины расчетных теплопотерь:

$\bar{q}_{тп.max.сев.2011} = (0,2 \cdot 0,87+0,265 \cdot 0,68+0,47) \cdot (20+45)/(20+25) = 1,19,$

расчетного относительного расхода теплоты на отопление

$\bar{q}_{от.max.сев.2011} = 1,47 - 0,19 = 1,0$ и соотношения $\bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.max} = 0,19/1,0 = 0,19.$

А по формуле (Е.1) – относительное теплопотребление на отопление за расчетный отопительный период:

$\bar{q}_{от.сев.2011}^{год} = [(1+\bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.max}) \cdot ГСОП/(t_{вн}-t_{н.о}) - (\bar{q}_{быт}/\bar{q}_{от.max}) \cdot z_{от}] \cdot \bar{q}_{от.max} \cdot 24 \cdot 10^{-3}$
$= [(1+ 0,19) \cdot 8000/(20+45) - 0,19 \cdot 287] \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 2,2.$

Базовое значение относительного теплопотребления на отопление за расчетный отопительный период составляло величину 2,67, соответственно снижение этого значения после повышения сопротивления теплопередаче непрозрачных наружных ограждений на 15% и окон с 0,54 до 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ составило: 2,2/2,67 = 0,82, т. е. энергоэффективность здания повысилась на 18%, при требуемых не менее 15%.

Дальнейшее повышения приведенного сопротивления теплопередаче стен жилого дома, с $R_W = 4,85$ до 5,5 $м^2 \cdot °С/Вт$ в 2016г. приводит к снижению относительных теплопотерь с 0,197 до 0,173 или составят 0,173/0,197 = 0,88 от предыдущего значения. Переход на окна с сопротивлением теплопередаче 1,0 вместо 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$ снизит относительные теплопотери на 0,34/0,43 = 0,79 от предыдущего значения.

Принимая снижение относительных теплопотерь через покрытия и перекрытия, как через стены, а относительные теплопотери на нагрев инфильтрационного воздуха в прежнем объеме, из уравнения теплового баланса дома строительства с 2016 г. получим следующие относительные величины расчетных теплопотерь:

$\bar{q}_{\text{тп.max.сев.2016}}=(0{,}2\cdot 0{,}87\cdot 0{,}88+0{,}265\cdot 0{,}68\cdot 0{,}79+0{,}47)\cdot(20+45)/(20+25)=1{,}105$,

расчетного относительного расхода теплоты на отопление $\bar{q}_{\text{от.max.сев.2016}}=$ 1,105 - 0,19 = 0,915 и соотношения $\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}} = 0{,}19/0{,}912 = 0{,}21$.

А по формуле (Е.1) – относительное теплопотребление на отопление за расчетный отопительный период:

$$\bar{q}_{\text{от.сев.2016}}^{\text{год}} = [(1+\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}})\cdot \text{ГСОП}/(t_{\text{вн}}-t_{\text{н.о}}) - (\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.max}})\cdot z_{\text{от}}]\cdot\bar{q}_{\text{от.max}}\cdot 24\cdot 10^{-3}$$
$$= [(1+ 0{,}21)\cdot 8000/(20+45) - 0{,}21\cdot 287]\cdot 0{,}915\cdot 24\cdot 10^{-3} = 1{,}95.$$

Соответственно снижение этого значения с 2016г. после повышения сопротивления теплопередаче непрозрачных наружных ограждений с 4,85 до 5,5 $м^2\cdot°С/Вт$ и окон с 0,8 до 1,0 $м^2\cdot°С/Вт$ составило по отношению к базовому 2011г.: 1,95/2,67 = 0,73, т. е. энергоэффективность здания повысилась на 27%, при требуемых не менее 30%, и практически позволяют выполнить требования ПП РФ № 18 о повышении энергетической эффективности только за счет повышения теплозащиты оболочки здания.

Повышение приведенного сопротивления теплопередаче стен жилого дома, с R_W = 4,85 до 5,5 $м^2\cdot°С/Вт$ в 2016г. приводит к снижению сопротивления теплопередаче на (0,197-0,173)·(18+45)/(18+25) = 0,035 или на 3,5% по отношению к исходному сопротивлению теплопередаче до начала повышения теплозащиты зданий в 1995г., что ставит под сомнение целесообразность еще большего увеличения приведенного сопротивления теплопередаче стен для региона с 8000°С·сут. сверх 5,5 $м^2\cdot°С/Вт$ без соответствующего экономического обоснования.

Следовательно, как и для центральных регионов требуемое по постановлению Правительства РФ №18 повышение энергоэффективности отопления не менее чем на 15% со дня выхода этого постановления и до 30% с 2016г для северных регионов практически удовлетворяется за счет повышения теплозащиты многоквартирных домов. Но оптимистичные выводы по результатам вышеприведенных расчетов предполагают, что в систему отопления будет подаваться такое количество теплоты, которое необходимо для обеспечения комфортных условий пребывания жителей – в соответствии со СНиП 41-01-2003 внутренняя температура 20°С и воздухообмен 30 $м^3$/ч на одного жителя при заселенности не менее 20 $м^2$ общей площади квартиры на человека. Такой режим должен поддерживаться независимо от изменения метеорологических условий, наличия или отсутствия запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, закладываемого при проектировании, и с учетом возможных отклонений фактической заселенности дома от расчетной. Все это достигается выбором оптимального метода автоматического регулирования потребляемой тепловой энергии на отопление [28-31].

Приложение Ж

Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности

Расчеты выполнены [32] на примере конкретного многоквартирного крупнопанельного дома типовой московской серии П3М/17Н1 – 17-ти этажный 4-х секционный жилой дом с 1-ым нежилым этажом на 256 квартир. Площадь отапливаемых этажей здания A_S = 23310 м^2; Общая площадь квартир без летних помещений $A_{кв}$ = 16262 м^2; Полезная площадь нежилых, арендуемых помещений $A_{пол}$ = 880 м^2; Общая площадь квартир, включая полезную площадь нежилых помещений $A_{кв+пол}$ = 17142 м^2; Жилая площадь (площадь жилых комнат) $A_{ж}$ = 9609 м^2; Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр.}^{сум}$ = 16795 м^2; Отапливаемый объем здания $V_{от}$ = 68500 м^3; Компактность здания $A_{огр.}^{сум}$ / $V_{от}$ = 0,25; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,17. Отношение A_S / $A_{кв+пол}$ = 23310/17142 = 1,36.

Строительство выполняется для региона с ГСОП = (20+3,1) · 214 = 4943 °С·сут. Согласно табл.9 СНиП 23-02-2003 базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный к м^2 площади пола квартир без летних помещений (70 кДж/(м^2·°С· сут)) с пересчетом на кВт·ч/м^2 должен быть $q_{h.}^{y.bas}$ = 70·4943/3600 = **96** кВт·ч/м^2. Принята заселенность дома 20 м^2 общей площади квартир на чело-века, тогда нормируемый воздухообмен в квартирах будет 30 м^3/ч на жителя, а удельная величина бытовых теплопоступлений 17 Вт/м^2 жилой площади.

Система отопления – вертикально-однотрубная с термостатами на отопительных приборах, присоединяется к внутриквартальным тепловым сетям от ЦТП через элеватор, коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления ζ = 0,85. Система вытяжной вентиляции с естественным побуждением и «теплым» чердаком, на двух последних этажах устанавливаются индивидуальные канальные вентиляторы; приток – через фрамуги с фиксированным открытием для обеспечения нормативного воздухообмена.

Расчеты выполняем по усовершенствованной методике, развивающей приведенную в Приложении Г СНиП 23-02-2003 в части упрощения расчета инфильтрационной составляющей теплопотерь, добавления коэффициента снижения теплопотребления на отопление при осуществлении поквартирного учета тепловой энергии в размере 10% при покомнатном учете и 15% при установке квартирных теплосчетчиков и перехода на размерность теплопотребления с кДж на кВт·ч, а удельного расхода тепловой энергии, как указано в приказе Минэнерго РФ N 577 от 08.12.11, на кВт·ч/м^2 общей

площади квартир без летних помещений. Эта методика в развернутом виде включена в проект настоящего СП (разделы 8, 9).

Сначала выполним расчет энергоэффективности данного дома по СНиП 23-02-2003, требования которого по показателям теплозащиты и удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию принимаются за базовые значения (таблица 12, колонка 3). Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составил $q_{h.}^{y.des}$ = **95,4** кВт·ч/м^2, что соответствует требуемому по СНиП 23-02-2003 – не более $q_{h.}^{y.bas}$ = **96** кВт·ч/м^2, и в соответствии с приказом МРР № 161 зданию может быть присвоен нормальный класс энергоэффективности «**С**».

Табл.12 Результаты расчета энергоэффективности многоквартирного 17-ти эт.,4-х секционного дома с 1-ым нежилым этажом типовой серии ПЗМ/17Н1

Показатель	Требования и результаты расчета				
	СП 50-13330-2012	СНиП 23-02-2003	Постановления РФ № 18		
			с 2011 года	с 2016 года	с 2020 года
1	2	3	4	5	6
Требуем.*) удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $q_{h.}^{y.req}$, кВт·ч/м^2	нет нормы	**96**	**81,6**	**67,2**	**57,6**
Приведенное сопротивление теплопередаче, м^2·°С/Вт:					
$R_{ст}^{r}$, стен площадью 11 414 м^2	1,97	3,13	3,5	4,0	4,0
$R_{ок}^{r}$,окон нежилых помещений (104 м^2)	0,51	0,54	0,8	1,0	1,0
$R_{ок}^{r}$, окон квартир (2 270 м^2)	0,51	0,54	0,8	1,0	1,0
$R_{ок}^{r}$, окон ЛЛУ (167 м^2)	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54
$R_{дв}^{r}$, входных дверей (36 м^2)	0,74	0,74	0,95	0,95	0,95
$R_{эр}^{r}$, перекрытий под эркер (16 м^2)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
$R_{ч.п}^{r}$, чердачных перекрытий (1 151 м^2)	3,3	4,12	4,74	5,35	5,35
$R_{пок}^{r}$, покрытий ЛЛУ (251 м^2)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$R_{ц.п}^{r}$, цокольных перекрытий (1 313 м^2)	3,3	4,12	4,74	5,35	5,35
$R_{п.г}^{r}$, полов по грунту входов (73 м^2)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи, $K_{тр}$, Вт/(м^2·°С)	0,698	0,545	0,432	0,369	0,369
Теплопотери через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП), $Q_{огр}^{год}$, МВт·ч	1391	1086	860,1	735,3	735,3
Теплопотери с инфильтрующимся воздухом за ОП**, $Q_{инф}^{год}$, МВт·ч	1080	1080	1080	1080	875,5
Заселенность квартир, м^2 общей площади квартир на человека	20	20	20	20	25
Удельная величина внутренних, бытовых теплопоступлений, $q_{вн}$, Вт/ м^2	17	17	17	17	15,6
Внутренние теплопоступления за отопительный период, $Q_{вн}^{год}$, МВт·ч	863,7	863,7	863,7	863,7	794,6
Теплопоступления через окна от солнечной радиации за ОП, $Q_{инс}^{год}$, МВт·ч	192,7	192,7	182,6	182,6	182,6
Коэффициент эффективности	0,85	0,85	0,9	0,9	0,9

авторегулирования отопления ζ					
Расчетное теплопотребление зданий на ОВ за ОП, $Q_{от}^{год}$, МВт·ч	1980	1635	1340	1078	922,6
Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $q_{h.}^{y.des}$, кВт·ч/м^2	**115,5**	**95,4**	**78,2**	**62,9**	**53,8**
Тепловая мощность системы отопления, $Q_{от}^{р}$, кВт	945	800	694	634	560
Удельная тепловая мощность системы отопления, $q_{от}^{р}$, Вт/м^2	55	47	40	37	33
Отношение $Q_{от}^{год}$ к $Q_{от}^{год}$ СНиП 23-02	1,21	1,00	0,82	0,66	0,56
Класс энергоэффективности, по приказу МРР №161 от 08.04.11г	**«D»**	**«C»**	**«B»**	**«B+»**	**«B++»**

Примечание к таблице: *) Требуемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (ОВ) – из постановления Правительства РФ №18 от 25.01.2011 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», принимая за базовое значение рекомендации СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» - действующего на момент принятия постановления нормативного в этой области документа.

Если принять такие же исходные данные при расчете по СП 50-13330-2012 и учесть, что истинное значение объема отапливаемого здания, отнесенное к площади отапливаемых этажей, как минимум, на 35% выше площади квартир в доме (что соответствует исходным данным примера A_S / $A_{кв+пол}$ = 23310/17142 = 1,36), то при одинаковом теплопотреблении со зданием, построенном по СНиП 23-02-2003, у здания по СП 50-13330-2012 удельный годовой расход тепловой энергии на отопление составит:

$$q_{h.}^{y.des} = Q_{от}^{год}/(1{,}35\cdot A_{кв+пол}) = 1635\cdot 10^3/(1{,}35\cdot 17142) = 70{,}6 \text{ кВт·ч/м}^2.$$

Поскольку величина $q_{h.}^{y.des}$ = 70,6 кВт·ч/м^2 ниже $q_{h.}^{y.req}$ = 96 кВт·ч/м^2 на (70,6-96)·100/96 = -26,5%, в соответствии с п. 5.2 СП 50-13330-2012 рекомендуется снижение приведенного сопротивления теплопередаче конструкций стен до $R_{o,ст}^{пр}$ = 3,13·0,63 = 1,97 м^2·°С/Вт; чердачных и цокольных перекрытий – 4,12·0,8 = 3,3 м^2·°С/Вт, окон – 0,54·0,95 = 0,51 м^2·°С/Вт, остальные ограждения остаются без изменения, сохраняются неизменными также теплопотери с инфильтрующимся наружным воздухом, теплопоступления от внутренних источников и с солнечной радиацией и эффективность авторегулирования системы отопления.

Расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 2, табл.12) составил 1980 МВт·ч, а удельный расход по СП 50-13330-2012 – $q_{h.}^{y.des.СП}$ = 1980·10^3/(1,35·17142) = 85,6 кВт·ч/м^2, что по-прежнему ниже требуемого $q_{h.}^{y.req}$ = 96 кВт·ч/м^2, и поэтому сниженные параметры тепловой защиты зданий по СП 50-13330-2012 правомерны. В размерности, принятой в СП 50-13330-2012, эти величины, соответственно будут: $q_{от.}^{р}$ = 85,6·10^3/(2,8·4943·24) = 0,257 Вт/(м^3·°С) и $q_{от.}^{тр}$ = 96·10^3/(2,8·4943·24) = 0,29

Вт/(м^3·°С). В колонке 2 табл.12 приведены истинные значения удельного расхода, отнесенного к площади квартир, – $q_{h.}^{y.des}$ = 1980·10^3/17142 = **115,5** кВт·ч/м^2 и соответствующий ему класс энергетической эффективности – пониженный «**D**». **В результате получается, что СП 50-13330-2012 рекомендует увеличение потребления тепловой энергии на отопление на (1980-1635)·100/1635 = 21% по сравнению с действующем до него СНиПом 2003г. – в чем же тогда его актуализация?**

Рассмотрим к каким результатам приведет реализуемое на примере Московского региона по требованиям постановления № 18 повышение энергоэффективности зданий за счет увеличения теплозащиты несветопрозрачных наружных ограждений на 15% по сравнению с требованиями СНиП 23-02-2003 (соответственно, $R_{o,cm}^{np}$ =3,13·1,15 = 3,6 м^2·°С/Вт, $R_{o,черд}^{np}$ = $R_{o,цок}^{np}$ = 4,12·1,15 = 4,74 м^2·°С/Вт), перехода на окна в квартирах и встроенных нежилых помещениях с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{o,ok}^{np}$ = 0,8 м^2·°С/Вт (окна и балконные двери ЛЛУ остаются прежними) и осуществления подключения системы отопления к тепловым сетям через автоматизированный узел управления (АУУ) вместо элеватора или через автоматизированный ИТП (ζ = 0,9). Остальные решения на прежнем уровне.

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 4, табл.12) составит $q_{h.}^{y.des}$ = **78,2** кВт·ч/м^2, что ниже требуемого по постановлению № 18 – $q_{h.}^{y.req}$ = **81,6** кВт·ч/м^2 и на -18% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «**B**». В сравнении с достигнутым по СП 50.13330.2012 на 115,5-78,2 = 37,3 кВт·ч на каждый м^2 площади квартиры или на 37,3·100/78,2 = 47,7%, почти в 1,5 раза. **Следовательно, при выполнении проекта здания по разрабатываемому СП ожидаемая экономия тепловой энергии по сравнению с проектом такого же здания по СП 50-13330-2012 составит, как минимум, 50%, соответственно и** жители будут платить за отопление в домах, построенных по СП 50-13330-2012, в 1,5 раза больше, чем по разрабатываемому СП.

Докажем, что последующее по постановлению №18 повышение энергоэффективности еще на 15% с 2016г. по отношению к базовому может быть осуществлено только за счет дальнейшего увеличения теплозащиты, как наименее затратного решения по сравнению с другими известными. Предполагается повысить теплозащиту несветопрозрачных наружных ограждений еще на 15% по сравнению с требованиями СНиП 23-02-2003 (соответственно, $R_{o,cm}^{np}$ =3,13·1,3 = 4,07 м^2·°С/Вт, $R_{o,черд}^{np}$ = $R_{o,цок}^{np}$ = 4,12·1,3 = 5,35 м^2·°С/Вт, и это все еще ниже, чем нормируется в скандинавских странах по глади, несмотря на то, что у них суровость зимы в 1,5 раза ниже, чем у нас в центральном регионе: у них – 6,67 м^2·°С/Вт, у нас – 4,07/0,67 = 6,07 м^2·°С/Вт), перейти на окна в квартирах и встроенных нежилых помещениях с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{o,ok}^{np}$ = 1,0 м^2·°С/Вт, что тоже не предел.

Кроме того, в соответствии с требованиями федерального закона № 261 «Об энергосбережении» «многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 года после осуществления строительства, реконструкции, должны быть оснащены дополнительно индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии», что, как оценивают специалисты, позволит, как минимум, на 10% сократить теплопотребление на отопление. С учетом изложенного, расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 5 табл. 12) составил **62,9** кВт·ч/м^2, что ниже требуемого по постановлению № 18 – не более **67,2** кВт·ч/м^2 и на -34% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «**В+**».

Таким образом, требования постановления Правительства России № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов на 15% сейчас и еще на 15% с 2016г. по сравнению с действующим с 2003г. СНиП 23-02-2003, закрываются таким же повышением теплозащиты наружных несветопрозрачных ограждений, переходом на окна с сопротивлением теплопередаче 0,8 и 1,0 м^2·°С/Вт и применением оптимальных решений по автоматическому регулированию теплоотдачи системы отопления и учету используемой энергии.

Интересно отметить, что требования постановления № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов всего на 40% с 2020г. не потребуют дополнительных мероприятий по энергосбережению, поскольку к этому году предполагается, что средняя норма общей площади квартиры на человека достигнет 25 м^2 (сейчас в России 22,5 м^2/чел., в европейских странах – 45, а в США и Канаде – 70 м^2/чел.). Вследствие этого, как показывают расчеты (колонка 6 табл.12), за счет уменьшения необходимого воздухообмена в квартирах из-за менее плотного заселения, а соответственно и инфильтрационной составляющей теплопотерь, несмотря на некоторое снижение теплопоступлений от внутренних источников (удельные бытовые теплопоступления снизятся с 17 до 15,6 Вт/м^2), расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составит **53,8** кВт·ч/м^2, что ниже требуемого по постановлению № 18 – не более **57,6** кВт·ч/м^2 и на -44% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «**В++**».

Выводы. 1. Ожидаемая экономическая эффективность по расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов от предлагаемых в разрабатываемом СП решений на период 2012г. в 1,5 раза выше по сравнению с требованиями СП 50.13330.2012.

2. Приведенные расчеты показывают, что требования повышения энергетической эффективности зданий по постановлению Правительства России №18 от 25.01.2011г. на 15% с 2011г., еще на 15% с 2016г. и всего на 40% с 2020г. могут быть удовлетворены только за счет повышения теплозащиты ограждающих конструкций (при этом еще оставаясь ниже

максимальных показателей, достигнутых в скандинавских странах Европы) и оптимизации авторегулирования и учета теплопотребления на отопление, как наименее затратных на сегодняшний день энергосберегающих мероприятий.

Библиография

1. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». 2003г.

2. ISO 13790:2008 Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling, Аутентичный перевод документа выполнен ВНИИНМАШ в 2009г: ИСО 13790:2008 «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения».

3. ГОСТ Р 13790-2011, проект, первая редакция) «Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений»;

4. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепло-водо-электроснабжения».

5. Стандарт АВОК «Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты взамен центральных тепловых пунктов». Р НП «АВОК» 3.2.2-2009.

6. Руководство АВОК-8–2011 «Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий». 2011г.

7. Рекомендации АВОК 2.3-2012 «Руководство по расчету теплопотерь помещений и тепловой нагрузки на систему отопления жилых и общественных зданий». 2012г.

8. Стандарт АВОК 1-2004, 2.1-2008. «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена».

9. Рекомендации НП «АВОК» 5.1–2012 «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях».

10. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М. Энергоиздат. 1982г.

11. Ливчак В.И. О температурном графике отпуска тепла для систем отопления жилых зданий. «Водоснабжение и санитарная техника», №12-1973г.

12. Грудзинский М.М., Ливчак В.И., Поз М.Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. М. Стройиздат. 1982г.

13. Ливчак В.И. О расчете систем отопления, энергосбережении и температуре воздуха в отапливаемых помещениях жилого дома. // АВОК–2010–№2.

14. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение –2011–№ 3.

15. Ливчак В.И. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения. «АВОК», №6-2007г.

16. Шилькрот Е.О., Губернский Ю.Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? // АВОК–2008–№4.

17. Ливчак В.И. Актуализация исходных данных европейских норм для расчета энергопотребления зданий.

18. Ливчак В.И. Обеспечение энергоэффективности многоквартирных домов. Повышение теплозащиты зданий и автоматизация отопления //АВОК.– 2012.– № 8.

19. Ливчак В.И., Табунщиков Ю.А. Экспресс-энергоаудит теплопотребления жилых зданий: особенности проведения. //Энергосбережение.– 2009.– № 2.

20. Ливчак В.И. Сомнения в обоснованности энергоэффективности некоторых принципов автоматизации систем водяного отопления. «Новости теплоснабжения». №6-2012г.

21. Малявина Е.Г и др. Теплозащита офисного здания // АВОК.– 2010. – №8.

22. Ливчак В.И. Установление уровней удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов и обеспечивающих их систем автоматизации теплопотребления. «ЭНЕРГОСОВЕТ» №4 (23)-2012г.

23. Ливчак В.И. Нормативно-правовое обеспечение повышения энергетической энергоэффективности строящихся зданий. «Энергосбережение», №8-2012г.

24. Ливчак В.И. О расчете систем отопления, энергосбережении и температуре воздуха в отапливаемых помещениях жилого дома. // АВОК–2010–№2.

25. Ливчак В.И. Обоснование расчета удельных показателей расхода тепла на отопление разноэтажных жилых зданий // АВОК.– 2005.– № 2.

26. Ливчак В.И. Определение нормативов потребления коммунальных услуг в жилых домах // АВОК».–2011.–№8.

27. Ливчак В.И. Еще один довод в пользу повышения тепловой защиты зданий. «Энергосбережение» // №6-2012г.

28. Ливчак В.И. Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения на новом этапе развития. «Энергосбережение». №2-2000г.

29. Карпов В.Н. Проблемы внедрения поквартирного учета расхода тепла в системах отопления // АВОК.– 2012.– № 4.

30. Ливчак В.И., Чугункин А.А., Оленев В.А. Энергоэффективность пофасадного автоматического регулирования систем отопления. Водоснабжение и сантехника, №5-1986 г.

31. Ливчак В.И. Фактическое теплопотребление зданий, как показатель качества и надежности проектирования. «АВОК», №2-2009г

32. Ливчак В.И. Энергетическая эффективность зданий. К чему приведет СП 50-13330-2012 «Тепловая защита» и как выполнить постановление Правительства России. «ЭНЕРГОСОВЕТ» №2 (27)-2013г.

УДК 697.1 ОКС 91.140.99

Ключевые слова: энергетическая эффективность зданий, потребление тепловой энергии, отопление, вентиляция, охлаждение, горячее водоснабжение.

Некоммерческое партнерство «АВОК»

	Исполнительный директор	_____	В.В. Потапов
Руководитель разработки	Вице-президент	_____	В.И. Ливчак
Исполнитель	Президент	_____	Ю.А. Табунщиков
Исполнитель	Вице-президент	_____	М.М. Бродач
Исполнитель	Руководитель отдела научно-исследовательских работ и новой техники	_____	Н.В. Шилкин
Исполнитель	Инженер отдела научно-исследовательских работ и новой техники	_____	Ю.В. Миллер

gost.e-ecolog.ru