



УТВЕРЖДЕНО
Решением Правления
НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов»

Протокол № 26/2012-ПР от «18» мая 2012 г.

Введено в действие приказом
Директора НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов»
Приказ № 7 от «18» мая 2012г.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТАНДАРТ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ЗДАНИЙ, СТРОЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СТО ГЭ 1.3.2-2012/1

СОГЛАСОВАНО

Экспертный комитет НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов»
Протокол № 3/2012-ЭК от «15» мая 2012 г.

Московская область, 2012 год

Реферат

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ, СТРОЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Приведено описание энергетического обследования жилых и общественных зданий, строений и сооружений. В стандарте указаны способы оценки эффективности работы систем теплоснабжения и потребления тепловой энергии теплопотребляющими энергоустановками, а также приведены типовые энергосберегающие мероприятия и пути экономии в системах отопления, вентиляции и ГВС для рационального и эффективного потребления энергетических ресурсов.

Содержание

Введение	4
1. Область применения	5
2. Нормативные ссылки	6
3. Термины и определения	8
4. Сокращения и обозначения	10
5. Методика проведения энергетического обследования жилых и общественных зданий, строений и сооружений	11
5.1. Система отопления	13
5.1.1. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по тепловому балансу здания	13
5.1.2. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по удельным отопительным характеристикам на 1 м ³ объема здания	15
5.1.3. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по удельным отопительным характеристикам на 1 м ² общей площади пола здания	19
5.1.4. Определение удельной отопительной характеристики q_0 , ккал/(м ³ ·ч·°С), для здания, его части или отдельного помещения в соответствии с характеристиками ограждающих конструкций	20
5.1.5. Определение удельной отопительной характеристики здания по установленной мощности отопительных приборов	27
5.1.6. Фактическое потребление тепловой энергии	30
5.2. Системы вентиляции	31
5.2.1. Определение количества теплоты на вентиляцию жилых, общественных и промышленных зданий	31
5.2.2. Определение фактического расхода тепла на вентиляцию	33
5.3. Система горячего водоснабжения	34
5.4. Потенциал энергосбережения	36
5.5. Энергосберегающие мероприятия	37
Приложение А. Примеры опросных форм	40
Приложение Б. Типовые энергосберегающие мероприятия	48
Приложение В. Переводные коэффициенты в международную систему единиц (СИ)	51
Приложение 1. Удельные отопительные характеристики зданий, строений и сооружений	52
Приложение 2. Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей	58
Приложение 3. Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций	60
Приложение 4. Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций	66
Приложение 5. Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов систем водяного отопления	67
Приложение 6. Нормы расхода горячей воды	70
Литература	73

Введение

В Стандарте изложены общие подходы при проведении энергетических обследований жилых и общественных зданий с целью повышения их энергоэффективности. Данный Стандарт устанавливает общий алгоритм проведения энергоаудита, который обеспечивает наиболее эффективную работу энергоаудитора. Методы расчета потребления тепловой энергии системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения при проведении энергетического обследования, описанные в данном Стандарте, являются общими для всех потребителей энергетических ресурсов.

Разработчик: Некоммерческое Партнерство - Саморегулируемая Организация «Гильдия Энергоаудиторов» Регистрационный номер СРО – Э- 007.

Руководитель проекта: Велентеенко Анатолий Михайлович

Исполнитель: Артюшин Александр Николаевич

1. Область применения

Настоящий Стандарт устанавливает:

- порядок проведения энергетических обследований (энергоаудита) потребителей энергетических ресурсов во всех сферах экономики Российской Федерации;
- последовательность подготовки, проведения и оформления результатов энергетических обследований (энергоаудита).

Положения настоящего Стандарта обязательны для следующих участников процесса энергетической паспортизации и энергосбережения:

- юридических лиц, входящих в НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов»;
- индивидуальных предпринимателей, входящих в НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов»;
- физических лиц, входящих в НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов».

2. Нормативные ссылки

1. Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года.
2. Приказ Минэкономразвития РФ от 17 февраля 2010 года №61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».
3. Приказ Министерства энергетики РФ от 19 апреля 2010 года №182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования».
4. Приказ Министерства регионального развития РФ от 07 июня 2010 г. № 273 «Методика расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях».
5. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 года №1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».
6. Постановление Правительства РФ от 15 мая 2010 года №340 «О порядке установления требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности».
7. Постановление Правительства РФ от 1 июня 2010 г. № 391 "О порядке создания государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и условий для ее функционирования".
8. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
9. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
10. ГОСТ 27322-87 Энергобаланс промышленного предприятия. Общие положения
11. ГОСТ Р 51379-1999 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов.
12. ГОСТ Р 51387-1999 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение.
13. ГОСТ Р 51388-1999 Энергосбережение. Информирование потребителей об энергетической эффективности изделий бытового и коммунального назначения.

14. ГОСТ Р 51541-1999 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей.
15. ГОСТ Р 51749-2001 Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного потребления. Показатели энергетической эффективности.
16. ГОСТ Р 51750-2001 Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции.
17. ГОСТ Р 51380—99. Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования.

3. Термины и определения

Энергетическое обследование (энергоаудит) - сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Энергосбережение – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

Энергетический ресурс – носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть использован в перспективе.

Эффективное использование энергетических ресурсов – достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды.

Энергетическая эффективность - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

Класс энергетической эффективности - характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность.

Показатель эффективности – абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами.

Потребитель топливно-энергетических ресурсов - физическое или юридическое лицо, осуществляющее пользование топливом, электрической энергией (мощностью) и (или) тепловой энергией (мощностью).

Топливо-энергетические ресурсы - совокупность природных и произведенных энергоносителей, запасенная энергия которых при существующем уровне развития техники и технологии доступна для использования в хозяйственной деятельности.

Энергетический объект – любое сооружение или группа сооружений, предназначенные для производства, транспорта и (или) преобразования энергии, а также ее использования для получения продукции или услуг.

Энергопотребление – физическая величина, отражающая количество потребляемого хозяйственным субъектом энергоресурса определенного качества, которая используется для расчета показателей энергоэффективности.

Сбор документальной информации – сбор данных о потреблении энергоресурсов, выпуске продукции, выполнении работ и оказании услуг, о технических параметрах, технико-экономических показателях, климатических наблюдениях и других данных, которые необходимо учитывать при расчете эффективности энергетического объекта.

Инструментальное обследование – измерение и регистрация характеристик энергопотребления с помощью стационарных и портативных приборов.

Анализ информации – определение показателей энергетической эффективности и резервов энергосбережения на основе собранной документальной информации и данных инструментального обследования.

Разработка рекомендаций по энергосбережению – обоснование экономических, организационных, технических и технологических усовершенствований, главным образом направленных на повышение энергоэффективности объекта, с обязательной оценкой возможностей их реализации, предполагаемых затрат и прогнозируемого эффекта в физическом и денежном выражении.

4. Сокращения и обозначения

- СТО** – стандарт организации;
- ГЭ** – Гильдия энергоаудиторов;
- СРО** – саморегулируемая организация;
- ТЗ** – техническое задание;
- ТЭР** – топливно-энергетические ресурсы;
- ЖКХ** – жилищно-коммунальное хозяйство;
- КПД** – коэффициент полезного действия;
- ЦТП** – центральный тепловой пункт;
- ГВС** – горячее водоснабжение;
- ОП** – отопительный прибор.

5. Методика проведения энергетического обследования зданий, строений, сооружений

Энергетическое обследование зданий, строений, сооружений заключается в определении фактических значений основных параметров с помощью измерительной техники, сопоставлении их с расчетными значениями и, при выявленных отклонениях от нормального функционирования зданий, строений, сооружений разработки энергосберегающих мероприятий в целях выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Основными расчетными показателями служат расход тепла и теплоносителя, давление и температура подающего и обратного трубопровода сетевой воды в системе теплоснабжения зданий и сооружений.

До проведения приборного обследования с целью определения фактических параметров следует определить расчетные тепловые нагрузки объекта. Как правило, это нагрузки систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Ниже приведены методы определения этих нагрузок.

Основными целями энергетического обследования зданий, строений, сооружений являются:

1. получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
2. определение показателей энергетической эффективности;
3. определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
4. разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Основными задачами энергетического обследования зданий, строений, сооружений являются:

1. оптимизация режимов работы систем теплоснабжения при сбалансированности графика отпуска и потребления энергетических ресурсов;
2. расчет динамики затрат на основе использования потенциала энергосбережения здания (сооружения);
3. определение режимов работы систем теплоснабжения зданий и сооружений с учетом прогнозируемых результатов ее реализации;
4. определение путей достижения качественно нового состояния режимов работы систем теплоснабжения зданий и сооружений;
5. улучшение режимов работы технологического и энергетического оборудования;
6. определение требований к организации и совершенствованию системы учета и контроля расхода энергоресурсов и энергоносителей;
7. разработку энергетических балансов систем теплоснабжения и их анализ в соответствии с установленными требованиями;
8. использование современных технологий и энергетического оборудования при оптимизации режимов работы систем теплоснабжения.

Перед началом работы по обследованию зданий (сооружений) аудиторы должны получить общее представление об объекте, разобраться в его структуре,

ознакомиться с технологическими процессами и получить перечень основного оборудования, выявить наиболее вероятные места потерь энергоресурсов, оценить заинтересованность руководства объекта в проведении энергоаудита.

Источниками информации являются:

- отчетная документация по учету энергоресурсов;
- договора с поставщиками энергоресурсов;
- схемы энергоснабжения и учета энергоресурсов;
- счета от поставщиков энергоресурсов;
- суточные, недельные и месячные графики нагрузки;
- техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические схемы, спецификации, режимные карты, регламенты и т.д.);
- отчетная документация по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;
- перспективные программы энергосбережения, проектная документация на технологические или организационные усовершенствования.

В сборе информации на подготовительном этапе участвуют как обследующая, так и обследуемая организация. Информация фиксируется в опросных формах, разработанных энергоаудиторами. За достоверность представляемых данных несет ответственность руководство обследуемой организации. Задача энергоаудиторов - выборочным контролем оценить достоверность представляемых сведений.

Далее приведен перечень вопросов, которые могут быть использованы при составлении опросных форм:

- отчетная документация по последнему проведенному энергетическому аудиту (отчет, энергетический паспорт);
- документация проведенных изменений (реконструкция, модернизация, изменение структуры потребления энергоресурсов, изменение штата персонала);
- перечень потребляемых энергетических ресурсов по видам теплового потребления. Балансы потребления тепловой энергии;
- копии договоров теплоснабжения со всеми приложениями;
- программа по энергосбережению за прошедший (отчетный) и плановый год;
- климатические условия и параметры за отопительные периоды в течение прошедших 5 лет;
- перечень зданий и сооружений с техническими характеристиками. Характеристика потребителей тепловой энергии с расчетными нагрузками. Данные о потреблении тепловой энергии с разбивкой по месяцам и годам и видам теплового потребления;
- сведения об энергопотребляющем оборудовании в системе теплоснабжения здания, сооружения (системы отопления, вентиляции, кондиционирования и ГВС);
- данные о количестве персонала с разбивкой на ИТР и рабочих по зданиям;
- данные о наличии приборов учета энергоресурсов (с указанием марки и класса точности);
- утвержденный температурный график тепловой сети; фактический график работы.

Опросные формы заполняются по каждому зданию, строению, сооружению отдельно. Пример опросных форм представлен в Приложении А.

5.1. Системы отопления

5.1.1. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по тепловому балансу здания.

Расчетные потери теплоты, возмещаемые отоплением, по данному методу следует определять из теплового баланса. Тепловой баланс здания, строения, сооружения можно представить уравнением [4]

$$Q_{от} = Q_{тр} + Q_{inf} - (Q_{быт} + Q_{ins})\varphi \quad (5.1)$$

где $Q_{тр}$ - расход теплоты на возмещение трансмиссионных потерь теплоты, кДж (ккал);

Q_{inf} - расход теплоты на подогрев инфильтрующегося воздуха в помещения, кДж (ккал);

$Q_{быт}$ - внутренние бытовые тепловыделения от технологического оборудования, людей и пр., кДж (ккал);

Q_{ins} - теплопоступления через остекленные проемы за счет инсоляции, кДж (ккал);

φ - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать теплоту, принимается равным 0,8.

Расход теплоты на возмещение трансмиссионных потерь ограждающими конструкциями и на нагрев инфильтрующегося воздуха (через остекленные поверхности, двери, неплотности и т.д.) зависит от температуры наружного воздуха, бытовые и инсоляционные теплопоступления - не зависят.

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода $Q_{быт}$, ккал, следует определять согласно приложения Г СНиП 23-02-2003.

Теплопоступления за счет солнечной радиации $Q_{инс}$ согласно [4] не рекомендуется учитывать в тепловом балансе при определении расчетной нагрузки системы отопления.

Расчет теплопотерь через наружные ограждающие конструкции производится согласно нижеизложенной методике раздела 5.1.4. При этом расчетные температуры воздуха помещений t_B принимаются в соответствии с [20] для жилых и общественных зданий и [30,31] для производственных помещений или табл. 5.2.

При расчете теплопотерь через внутренние ограждения жилых домов следует учитывать теплопередачу:

- а) через световые проемы;
- б) через чердачные перекрытия в домах с теплым чердаком;

в) через перекрытия над неотапливаемыми подвалами и подпольями (в том числе при размещении в них теплопроводов);

г) через внутренние ограждения лестничной клетки (в том числе незадымляемой).

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур в этих помещениях равна 3°C и менее.

Температуру воздуха в подвалах (подпольях) и теплых чердаках следует определять из теплового баланса этих помещений (при составлении теплового баланса теплого чердака могут быть использованы разделы 9.2 и 9.3 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» и Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с теплым чердаком для многоэтажных жилых зданий/ЦНИИЭП жилища, 1986).

В лестничных клетках домов с квартирным отоплением расчетная температура воздуха не нормируется.

Расход теплоты на нагрев поступающего в помещения наружного воздуха определяется дважды:

а) исходя из количества инфильтрующегося через неплотности наружных ограждений воздуха;

б) исходя из санитарной нормы вентиляционного воздуха 3 м³/ч на 1 м² площади пола жилых комнат.

Для жилых комнат из двух полученных величин принимают большую.

Таким образом, тепловой баланс здания, строения, сооружения, согласно [26], где дополнительно учитывается коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления ζ и коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления β , может быть представлен в виде:

$$Q_{0=\tilde{n}\tilde{i}} = \left(\sum_{i=1}^n Q_{\tilde{i}\tilde{i}} + \sum_{j=1}^k Q_{\tilde{i}\tilde{o}j} - Q_{\tilde{a}\tilde{u}\tilde{o}} \cdot \varphi \cdot \zeta \right) \cdot \beta, \quad (5.2)$$

где $Q_{0=co}$ – потребление тепловой энергии зданием, соответствующее тепловой мощности системы отопления;

Q_{oki} – потери теплоты теплопередачей через ограждающие конструкции здания (стены, окна, пол, крыша и т.д.);

$Q_{инфj}$ – потери теплоты инфильтрацией из-за поступления холодного воздуха в помещение через неплотности наружных ограждающих конструкций (окна, двери и т.д.);

$Q_{быт}$ – суммарные тепlopоступления за счет всех внутренних источников теплоты;

ζ - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения согласно [26]:

$\zeta = 1,0$ - 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;

β – коэффициент, учитывающий дополнительное тепlopотребление системы отопления для:

- многосекционных и других протяженных зданий $\beta = 1,13$;
- зданий башенного типа $\beta = 1,11$;
- зданий с отапливаемыми подвалами $\beta = 1,07$;
- зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты $\beta = 1,05$.

5.1.2. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по удельным отопительным характеристикам на 1 м³ объема здания

Теплопотери зданий принимают по типовым или индивидуальным проектам зданий, проектам систем отопления. Расчетная проектная максимально-часовая нагрузка на отопление здания $Q_{0\max}$ (Гкал/ч) определяется при расчетной температуре наружного воздуха, t_n (°С) – для проектирования отопления в данной местности.

При отсутствии проектных данных расчетное максимально-часовое потребление тепловой энергии на отопление может быть вычислено по укрупненным показателям тепловых нагрузок:

$$Q_{0\max} = \alpha \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + K_{up}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ч}, \quad (5.3)$$

где α – региональный поправочный коэффициент, принимаемый по табл. 5.1, методом интерполяции;

q_0 – удельная отопительная характеристика жилых и общественных зданий при $t_n = -30$ °С, принимается по [17] или табл. 1-3 прил. 1, ккал/ м³·ч·°С;

V – объем здания по наружному обмеру без подвалов, м³;

t_e – усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений, принимается в соответствии с табл. 5.2, °С;

t_n – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, принимается по СНиП 23-01-99, °С;

K_{up} – расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором, т. е. соотношение тепловых потерь здания с инфильтрацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления.

Расчетный коэффициент инфильтрации K_{up} определяется по формуле:

$$K_{up} = 10^{-2} \cdot \sqrt{2gL \left(1 - \frac{273 + t_n}{273 + t_e} \right) + \omega_0^2}, \quad (5.4)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

L – свободная высота здания (принимается полная высота здания с неотапливаемой крышей), м;

ω_0 – расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с, принимается по СНиП 23-01-99.

Величина удельной отопительной характеристики q_0 при укрупненных расчетах, при экспертной оценке энергоаудитора может быть увеличена:

- для зданий облегченного (барачного) типа и сборно-щитовых домов до 15 %;
- для каменных зданий в первый сезон отопления, законченных строительством в мае - июне, - 12; в июне - августе - 20; в сентябре - до 25 %; в течение отопительного сезона - до 30 %;

- для зданий, расположенных на возвышенностях, у рек, озер, на берегу моря, на открытой местности, в городской застройке, не защищенной от сильных ветров при их средней скорости от 3 до 5 м/с - до 10 %; от 5 до 10 м/с - до 20 %; более 10 м/с

- до 30 %; средняя скорость ветра за отопительный период принимается по СНиП 23-01-99 или по данным местной метеостанции.

Таблица 5.1

Поправочный коэффициент α (согласно табл. 2 МДС 41-4.2000)

t_n , °C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-32	-35	-40	-45
α	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	0,98	0,95	0,9	0,85

Потребление тепловой энергии на отопление за планируемый период (количество дней, месяц, квартал, отопительный период) в этом случае определяется по формуле

$$Q_0^{период} = Q_0 \cdot 24 \cdot n, \text{ Гкал/период}, \quad (5.5)$$

где Q_0 – среднечасовое потребление тепловой энергии на отопление здания, с учетом средней температуры наружного воздуха, которое вычисляется по формуле

$$Q_0 = Q_{0\max} \cdot \frac{(t_e - t_n^{cp})}{(t_e - t_n)}, \text{ Гкал/ч}, \quad (5.6)$$

где t_n^{cp} – средняя температура наружного воздуха за планируемый период (СНиП 23-01-99), °C;

n – продолжительность работы системы отопления за планируемый период, дни;
24 – число часов работы системы централизованного отопления в сутки.

Средняя температура наружного воздуха t_n^{cp} за месяц, квартал, отопительный сезон и продолжительность отопительного периода принимают по СНиП 23-01-99. Средняя температура наружного воздуха t_n^{cp} за день или неполный месяц принимается по средним показателям метеостанции для данной местности за период работы в данном месяце.

Для Москвы: $\alpha = 1,03$, $t_n = -28$ °C, средняя температура за отопительный сезон $t_n^{cp\text{ом}} = -3,1$ °C, число суток отопительного периода $N = 214$.

Среднечасовой нормативный расход тепловой энергии на отопление для сравнения с фактическим теплопотреблением здания на день обследования будет определяться по формуле:

$$Q_0 = Q_{0\max} \cdot \frac{(t_e - t_n^{cp\delta})}{(t_e - t_n)}, \text{ Гкал/ч}, \quad (5.7)$$

где $t_n^{cp\delta}$ – средняя температура наружного воздуха на день обследования.

Продолжительность отопительного периода определяется по числу дней с устойчивой среднесуточной температурой +8 °C и ниже в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления до -30 °C и +10 °C, и ниже в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже -30 °C, которое принимается по СНиП 23-01-99.

Для жилых и служебных помещений зданий, расположенных в местностях с t_n до -30°C , t_e принимается равной $+18^{\circ}\text{C}$, для местностей с t_n ниже -30°C – равной $+20^{\circ}\text{C}$ [24]. Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых промышленных зданий $+16^{\circ}\text{C}$. Расчетные значения усредненных температур внутреннего воздуха при укрупненных расчетах для учреждений обслуживания населения и общественных зданий в первом приближении могут быть приняты по табл. 1 МДС 41-4.2000, приведенных в табл. 5.2.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (в установленных расчетных параметрах наружного воздуха) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1 и 2 ГОСТ 30494-96 для жилых и общественных зданий и табл. 1 ГОСТ 12.1.005-88 производственных помещений.

Нормативная температура воздуха внутри помещения
(согласно табл. 1 МДС 41-4.2000)

Наименование учреждения	Температура внутреннего воздуха, $t_{в}, ^\circ\text{C}$
Гостиницы, общежития, административные здания	18-20
Высшие и общие специальные учебные заведения, общеобразовательные школы, школы-интернаты, лаборатории, предприятия общественного питания, клубы, дома культуры	16
Театры, магазины, пожарные депо	15
Кинотеатры	14
Гаражи	10
Детские сады, ясли, поликлиники, амбулатории, диспансеры, больницы	20
Бани	25

- Примечание:** 1. Внутренняя температура воздуха принята по данным проектов общественных зданий и учреждений обслуживания населения.
2. При отсутствии сведений о назначении общественных зданий расчетную температуру внутреннего воздуха для них принимают 18 °С.

Наружный строительный объем здания принимают по данным типовых или индивидуальных проектов, или устанавливают работники бюро технической инвентаризации. Для зданий с чердачными перекрытиями объем определяется умножением площади горизонтального сечения, взятого по внешнему (наружному) обводу зданий на уровне первого этажа выше цоколя, на полную высоту здания, измеренную от уровня чистого пола первого этажа до верхней плоскости теплоизоляционного слоя чердачного покрытия, при плоских совмещенных крышах – до средней отметки верха крыши.

Строительный объем подземной части здания определяется умножением горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне первого этажа выше цоколя на высоту, измеренную от уровня чистого пола первого этажа до уровня пола подвала и цокольного этажа.

При измерении площади полученного сечения, выступающие на поверхности стен архитектурные детали, а также ниши в стенах здания и неотапливаемые лоджии не учитываются. При наличии отапливаемых подвалов к полученному указанными путями объему здания прибавляют 40% кубатуры отапливаемого подвала.

Для помещений, расположенных на первом этаже, отличающихся по высоте от остальных помещений здания, расход теплоты может быть определен пропорционально объему помещения.

В местностях, где расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования отопления $t_n \leq -40$ °С, для зданий с неотапливаемыми подвалами следует учитывать добавочные тепловые потери через необогреваемые полы первого этажа в размере 5%.

Удельную отопительную характеристику q_0 жилых зданий в формуле укрупненных расчетов принимают по данным табл. 1 прил. 1.

Количество тепла, необходимое на отопление административных, общественных зданий и учреждений обслуживания населения, определяют по формулам (5.3-5.6) или расчетным путем по СНиП 41-01-2003.

Отопительные характеристики q_0 для определения количества тепла, необходимого на отопление общественных зданий и учреждений, представлены в табл. 2 прил. 1.

Значения удельных отопительных характеристик для общественных зданий и учреждений, расположенных в приспособленных и бывших жилых помещениях, принимают по табл. 1 прил. 1, а расчетную температуру внутреннего воздуха по [20].

Если часть жилого здания занята общественными учреждениями (магазины, аптеки, конторы и т.п.), то расчетная годовая нагрузка на отопление для каждой части здания определяется по проекту.

Тепловые характеристики для определения количества тепла, необходимого на отопление и вентиляцию промышленных зданий, представлены в табл. 3 прил. 1.

Для расчета теплотерь зданий по данному методу, как видно из уравнений (5.3)-(5.6), необходим минимум информации по обследуемым зданиям. Данный метод позволяет достаточно легко и просто произвести расчет потребления тепловой энергии на отопление и поэтому получил достаточно большое распространение.

5.1.3. Метод расчета потребления тепловой энергии на отопление по удельным отопительным характеристикам на 1 м^2 общей площади пола здания.

В соответствии со СНиП 2.04.07-86 данный метод рекомендуется для расчета тепловых потоков жилых зданий, но допускается и для расчета тепловых потоков общественных зданий. Для расчета тепловых потоков промышленных зданий данный метод неприемлем ввиду несовпадения

максимумов тепловых потоков на технологические процессы с учетом отраслевой принадлежности промпредприятий и соотношения тепловых нагрузок каждой отрасли в структуре теплопотребления района. В данном случае для предприятий расчет ведется по укрупненным ведомственным нормам, утвержденным в установленном порядке, либо по проектам аналогичных предприятий.

Максимальный тепловой поток, Гкал/ч, на отопление жилых и общественных зданий:

$$Q_{\text{оmax}} = q_0 \cdot A(1 + k_1) \cdot 10^{-6}, \quad (5.8)$$

где q_0 – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м² общей площади, ккал/ч;

A – общая площадь жилого здания, м²;

k_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий (при отсутствии данных следует принимать $k_1 = 0,25$).

Значения показателя q_0 для жилых зданий приведены в табл. 4 прил. 1.

Данный метод дает большое завышение расчетной тепловой нагрузки для зданий с числом этажей меньше 5. В связи с этим до разработки значений q_0 для бюджетных организаций данный метод можно применять только при числе этажей 5 и более.

5.1.4. Определение удельной отопительной характеристики q_0 , ккал/(м³·ч·°С), для здания, его части или отдельного помещения в соответствии с характеристиками ограждающих конструкций.

5.1.4.1. Подход к выбору сопротивления теплопередаче наружных ограждений для составления энергосберегающих мероприятий.

Для определения теплозащиты здания необходимо выполнить расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за отопительный период q_h^{des} , ккал/м². Процедура этого расчета, приведенная в СНиП 23-02-2003, учитывает не только принимаемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений, но и объемно-планировочные решения здания, а также вид и возможности регулирования систем поддержания микроклимата в помещениях.

Сопротивление теплопередаче наружных ограждений можно снижать в сравнении с величинами, указанными в табл. 4 [26], пока удельный расход тепловой энергии на отопление здания не превысит нормируемый. Однако сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждения не должно быть ниже минимальных величин, определяемых по формуле (5.9) для стен жилых и общественных зданий и по формуле (5.10) для остальных ограждающих конструкций, кроме окон и входных дверей:

$$R_{min} = 0,63R_{req} \quad (5.9)$$

$$R_{min} = 0,8R_{req} \quad (5.10)$$

где R_{req} – нормируемое значение сопротивления теплопередачи наружных ограждений по табл. 4 [26].

Сопротивление теплопередаче окон и дверей может быть понижено на 5 % в сравнении со значениями, указанными в табл. 4 [26].

Для производственных зданий не существует норм удельного теплопотребления системами отопления и вентиляции, поэтому понижать сопротивление теплопередаче по сравнению с приведенными в табл. 4 [26] данными нельзя (кроме заполнений световых проемов: окон, витражей, балконных дверей и фонарей, - сопротивление теплопередаче которых может понижаться на 5 %).

В качестве *примера* в табл. 5.3 приведены для Москвы значения требуемых и минимально допустимых сопротивлений теплопередаче ограждений в жилых и общественных зданиях.

Сопротивление теплопередаче некоторых ограждающих конструкций жилых и общественных зданий согласно (5.9) и (5.10) может быть ниже нормативного при выполнении требований п. 5.1 [26], ввиду соблюдения санитарно-гигиенических требований на внутренней поверхности ограждающих конструкций. При этом удельный расход тепловой энергии должен быть ниже или равен нормативному.

Таблица 5.3

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждений для Москвы
(согласно СНиП 23-02-2003)

Здание, помещение	Расчетная температура внутр. воздуха $t_{в}$, °С	Граду-со-сутки отопительного периода $D_{от}$, °С·сут	Сопротивление теплопередаче ограждений R_{req} , требуемое при предписывающем подходе / допустимое при потребительском подходе, м ² ·°С/Вт					
			стены	покрытия и перекрытия над проездами	чердачного перекрытия, перекрытия над неотапливаемыми подвалами	окна балконной двери, витрины, витража	фонаря с вертикальным остеклением	входной двери и ворот
1. Жилое здание, школа, гостиница, общежитие, интернат	20	4 943	3,13/1,97	4,67/3,74	4,12/3,30	0,54*/0,51	0,37/0,35	0,83/0,79
2. Лечебно-профилактическое учреждение	21	5 157	3,20/2,02	4,78/3,82	4,22/3,38	0,54*/0,51	0,38/0,36	0,84/0,80
3. Детское дошкольное учреждение, хоспис	22	5 371	3,36/2,12	5,00/4,00	4,42/3,54	0,57*/0,54	0,38/0,37	0,86/0,82
4. Бассейн, аквапарк	27	6 745	3,22/2,03	4,30/3,44	3,66/2,93	0,54*/0,51	0,42/0,40	0,84/0,80
5. Бассейн для детей	30	7 438	3,43/2,16	4,58/3,66	3,90/3,12	0,57*/0,54	0,44/0,42	1,00/0,95

Здание, помещение	Расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Граду-со-сутки отопительного периода $D_{от}, ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$	Сопротивление теплопередаче ограждений $R_{гр}$ требуемое при предписывающем подходе / допустимое при потребительском подходе, $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$					
			стены	покрытия и перекрытия над проездами	чердачного перекрытия, перекрытия над неотапливаемыми подвалами	окна балконной двери, витрины, витража	фонаря с вертикальным остеклением	входной двери и ворот
6. Офисное, учебное и другие общественные здания	20	4 943	2,68/1,69	3,58/2,86	3,03/2,42	0,54*/0,51	0,37/0,35	0,74/0,70
7. Административное и другие общественные здания	18	4515	2,55/1,61	3,41/2,73	2,88/2,30	0,43/0,41	0,36/0,34	0,70/0,67
8. Торговое здание, учреждение сервисного обслуживания	16	4 048	2,43/1,53	3,23/2,58	2,73/2,18	0,40/0,38	0,35/0,33	0,67/0,64
9. Производственное здание с сухим и нормальным режимами	20	4 943	1,99	2,74	1,99	0,32/0,31	0,27/0,26	0,47
	18	4 515	1,90	2,63	1,90	0,31/0,29	0,26/0,25	0,45
	16	4 087	1,82	2,52	1,82	0,30/0,29	0,25/0,24	0,43
	14	3 659	1,73	2,41	1,73	0,29/0,28	0,23/0,22	0,41

* В соответствии с требованиями МГСН 2.01-99*.

5.1.4.2. Определение удельной отопительной характеристики

Значение удельной отопительной характеристики q_0 здания (сооружения) может быть рассчитано в соответствии с характеристиками ограждающих конструкций рассматриваемого здания по формуле:

$$q_0 = \frac{K_m \cdot A_e^{sum}}{V_n} \quad (5.11)$$

$$K_m = K_{np} + K_{inf} \quad (5.12)$$

где K_m - общий приведенный коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$;

K_{np} - приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$;

K_{inf} - приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$;

A_e^{sum} - общая площадь ограждающих конструкций, м^2 ;

V_n - объем помещений по наружному обмеру, м^3 .

5.1.4.3. Приведенное сопротивление теплопередаче однослойных и многослойных ограждений.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_i , $(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})/\text{ккал}$, определяется по формуле:

$$R_i = \frac{1}{\alpha_в} + R_k + \frac{1}{\alpha_n} \quad (5.13)$$

где $\alpha_в$, α_n - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающих конструкций, $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$.

Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи внутренней поверхности $\alpha_в$ наружного ограждения по СНиП 23-02-2003 приведены в табл. 5.4. Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_н$ ограждающих конструкций по СП 23-101-2004 представлены в табл. 5.5. Если в ограждающей конструкции имеется воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом, на поверхности, обращенной в сторону воздушной прослойки, принимается коэффициент теплоотдачи $\alpha_н = 9,3$ ккал/(ч м² °С).

R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, (ч·м²·°С)/ккал.

$$R_k = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (5.14)$$

где δ_i - толщина однородного слоя, м;

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, ккал/(ч·м·°С), определяется по табл. Д.1 СП 23-101-2004 или принимается по приложению 3* СНиП II-39-79**, а также возможно определение по справочным данным;

n - количество однородных последовательно расположенных слоев ограждающей конструкции.

При определении R_k слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

Таблица 5.4

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Поверхность	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$, ккал/(ч м ² °С)
Стена, пол, плоский потолок, потолок с выступающими ребрами при отношении высоты ребра h , м, к расстоянию a , м, между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	7,5
Потолок с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	6,5
Окно	6,9
Зенитный фонарь	8,5

Таблица 5.5

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Поверхность	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$, ккал/(ч м ² °С)
Наружная стена, покрытие, перекрытие над проездами и холдными подвалами (без ограждающих стенок), подпольями в	19,8

Северной строительно-климатической зоне	
Перекрытие над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	14,6
Чердачное перекрытие, перекрытие над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	10,3
Перекрытие над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	5,2

Сопротивление теплопередаче входных дверей в здание $R_{нд}$, ч $м^2 \cdot ^\circ C / \text{ккал}$, должно быть не менее

$$R_{нд} = 0,6 R_{нс} \quad (5.15)$$

где $R_{нс}$ - сопротивление теплопередаче наружной стены, ч $м^2 \cdot ^\circ C / \text{ккал}$; рассчитывается по формуле (5.13)

5.1.4.4. Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей.

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче окон, витражей, зенитных и других световых фонарей, балконных дверей принимается на основании результатов сертификационных испытаний. При их отсутствии приведенное сопротивление теплопередаче можно принимать по прил. Л СП 23-101-2004, которое приведено в приложении 2.

При выборе конструкции окна должно соблюдаться неравенство $R_o \geq R_{req}$

5.1.4.4. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи K_{np} , ккал/(ч·м²·°C), определяется по формуле:

$$K_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i / R_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (5.16)$$

где A_i - площадь элементов ограждающих зданий: стен (за вычетом остекленных площадей), пола, окон, дверей и др., м²;

R_i - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания, (ч·м²·°C)/ккал.

Таким образом, расчетное приведенное сопротивление теплопередаче может определяться для:

- стен, полов, чердачных перекрытий по коэффициенту теплопроводности материала слоя по табл. Д.1 СП 23-101-2004 или приниматься по прил. 3 настоящего издания, а также возможно определение по справочным данным;

- окон, балконных дверей и фонарей по прил. Л СП 23-101-2004 или прил. 2 настоящего издания;

- входных дверей в здание по формуле (5.15).

- приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей выбирается по прил. Л СП 23-101-2004 или прил. 2 настоящего издания, если отсутствуют паспортные данные на окна. Современные, устанавливаемые стеклопакеты ПВХ обладают сопротивлением теплопередачи от 0,64 до 1,22 м²·ч °С/ккал и коэффициентами воздухопроницаемости 3-4 кг/(м²·ч).

5.1.4.5. Требуемое сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей, наружных дверей витражей и световых фонарей.

В соответствии со СНиП 23-02-2003 требуемое сопротивление воздухопроницанию светопрозрачных конструкций окон, балконных дверей, витражей и световых фонарей в жилых, общественных и производственных зданиях должно быть не менее нормируемого значения сопротивления воздухопроницанию (при разности давлений $\Delta p_0 = 10$ Па), $R_{инф,req}$, м²·ч/кг:

$$R_{ок,req} = \frac{1}{G_n^{ок}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (5.17)$$

для наружных дверей:

$$R_{нд,req} = \frac{1}{G_n^{нд}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5.18)$$

где $G_n^{ок}$, $G_n^{нд}$ - нормируемая воздухопроницаемость соответственно окна и двери (ворот), кг/(м²·ч);

Δp_0 - разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачных ограждений, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию по СНиП 23-02-2003, $\Delta p_0 = 10$ Па.

Нормируемая воздухопроницаемость G_n - это максимальная разрешенная воздухопроницаемость конструкции при любых погодных условиях, принимаемая в соответствии со СНиП 23-02-2003, значения которой приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждение	Воздухопроницаемость
------------	----------------------

	G_n , кг/(м ² ·ч)
1. Наружная стена, перекрытие и покрытие жилого, общественного, административного и бытового здания или помещения	0,5
2. Наружная стена, перекрытие и покрытие производственного здания или помещения	1,0
3. Стык между панелями наружных стен здания: жилого производственного	0,5* 1,0*
4. Входная дверь в квартиру	1,5
5. Входная дверь в жилое, общественное, бытовое здание	7,0
6. Окно и балконная дверь жилого, общественного, бытового здания или помещения в деревянном переплете; окно, фонарь производственного здания с кондиционированием воздуха	6,0
7. Окно и балконная дверь жилого, общественного, бытового здания или помещения в пластмассовом или алюминиевом переплете	5,0
8. Окно, дверь, ворота производственного здания	8,0
9. Фонарь производственного здания	10,0

* В кг/(м·ч).

Формула для расчета разности давлений при определении требуемого сопротивления воздухопроницанию имеет вид:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_в) + 0,03 \gamma_n v^2, \quad (5.19)$$

где γ_n , $\gamma_в$ - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³;

$$\gamma_n = \rho_n \cdot g,$$

$$\gamma_в = \rho_в \cdot g;$$

v - расчетная скорость ветра (принимается по СНиП 23-01-99), м/с.

За расчетную скорость ветра v , м/с, принимается максимальная из средних скоростей ветра в январе по румбам (направлениям ветра).

Ветровой режим отопительного периода характеризуется средней скоростью $v_{0,п}$, м/с, за этот период и определяется по СНиП 23-01-99 как средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 , °С.

Удельный вес воздуха γ , Н/м³, можно определить по эмпирической формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t} \quad (5.20)$$

где t - температура, при которой рассчитывается γ . Для определения γ_n температура наружного воздуха принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92), а при расчете γ_e - равной расчетной температуре внутреннего воздуха.

Требуемое сопротивление воздухопроницанию окна $R_{unf,req}$ не содержит размерности потенциала переноса воздуха - давления. Такое положение возникает из-за того, что в формуле (5.17) делением фактической разности давлений Δp на нормативное значение $\Delta p_0 = 10$ Па требуемое сопротивление воздухопроницанию приводится к разности давлений $\Delta p_0 = 10$ Па.

Сопротивление воздухопроницанию современных окон ПВХ, согласно испытаниям, лежит в пределах 0,86-0,88 м²·ч/кг и 0,44-0,58 м²·ч/кг – для окон в деревянных переплетах (при 10 Па). Реальные результаты испытаний на воздухопроницаемость данных окон показали 3,0-4,0 кг/(м²·ч).

5.1.4.6. Приведенная воздухопроницаемость, g_m^{inf} , кг/(м²·ч), определяется по формуле:

$$g_m^{inf} = \frac{\frac{A_w \Delta P}{R_a^w} + \frac{A_F \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{2/3}}{R_a^F} + \frac{A_d \Delta P}{R_a^d}}{A_e^{sum}} \quad (5.21)$$

где A_w, A_F, A_d - площадь ограждающих конструкций соответственно стен (за вычетом окон, дверей), остекленных проемов, дверей, м²;

R_a^w, R_a^F, R_a^d - сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций соответственно стен (за вычетом окон, дверей), остекленных проемов, дверей, (м²·ч·Па)/кг, принимается по СНиП II-39-79** или прил. 4 настоящего издания;

ΔP - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяется по формуле (5.22);

A_e^{sum} - суммарная площадь ограждающих конструкции, м².

$\Delta P_0 = 10$ Па

$$\Delta P = 0,55H (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot w^2 \quad (5.22)$$

где: H - высота здания, м;

γ_n, γ_e - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³;

w - средняя скорость ветра за отопительный период, м/с, принимается по СНиП 23-01-99 или по данным местной метеостанции.

5.1.4.7. Определение приведенного инфильтрационного (условного) коэффициента теплопередачи совокупности ограждающих конструкций K_{inf} , ккал/(ч·м²·°C), производится по формуле:

$$K_{inf} = g_m^{inf} \cdot ck \quad (5.23)$$

где g_m^{inf} - приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(ч·м²);

c - удельная теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/(кг·°С);

k - коэффициент влияния встречного теплового потока в конструкциях, принимаемый равным 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 - для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1 для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

5.1.5. Определение удельной отопительной характеристики здания по установленной мощности отопительных приборов

5.1.5.1. Методы определения установленной мощности отопительных приборов.

Максимальный тепловой поток от отопительных приборов Q_p , (ккал/ч), может быть определен одним из следующих способов:

1) Определение теплового потока ОП по коэффициенту теплопередачи отопительных приборов.

Данный метод основан на передачи тепла через площадь поверхности нагрева отопительных приборов с учетом температурного напора, соответствующего заданного температурного графика и внутренней температуры помещения. Мощность отопительного прибора, в этом случае, определяется по формуле:

$$Q_p = K_p \cdot F_p \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_e \right) \quad (5.24)$$

где K_p – коэффициент теплопередачи отопительных приборов, ккал/(ч·м²·°С);

F_p – площадь поверхности нагрева приборов, м²;

t_1, t_2 – соответственно расчетные температуры воды на входе и выходе из отопительного прибора при расчетной температуре наружного воздуха за отопительный период, °С.

t_e – расчетная температура внутреннего воздуха помещения за отопительный период, °С.

Расчет по определению максимального теплового потока отопительными приборами позволяет получить точные значения с учетом определения фактического коэффициента теплопередачи. Данные значения коэффициента теплопередачи могут быть взяты из технических паспортов отопительных приборов или справочным данным технической и нормативной литературы [3,4,5].

Определение фактического теплового потока при заданных условиях по данному методу затруднителен в том плане, что ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия» не регламентирует указание коэффициента теплопередачи отопительных приборов в техническом паспорте здания, а лишь указывает номинальный тепловой поток, определяемый при нормальных (нормативных) условиях.

В этом случае для определения теплового потока от отопительного прибора можно воспользоваться методом приведенным ниже.

2) Определение мощности ОП по номинальному тепловому потоку $Q_{\text{нп}}$, Вт.

Максимальный тепловой поток от отопительного прибора Q_p , в этом случае можно определить по формуле:

$$Q_p = 0,86 \cdot Q_{ny} \cdot \left(\frac{\Delta T}{70} \right)^{1+n} \quad (5.25)$$

где Q_{ny} – Номинальный тепловой поток, определяемый при нормальных условиях [СТО НП «АВОК» 4.2.2-2006]:

- температурном напоре $\Delta T = 70$ °С;
- расходе теплоносителя через прибор $M_{np} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч);
- атмосферном давлении $B = 1013,3$ гПа (760 мм рт. ст.);
- движении теплоносителя в отопительном приборе по схеме «сверху - вниз».

ΔT – расчетный температурный напор в отопительном приборе °С;

n – эмпирический показатель степени при относительном температурном напоре приведен в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Тип отопительного прибора	Схема движения теплоносителя	n
Радиатор чугунный секционный и стальной, панельный однорядный и двухрядный, типа РСВИ	Сверху-вниз	0,3
	Снизу-вниз	0,15
	Снизу-вверх	0,25
Конвектор настенный с кожухом, типа “Комфорт”	Любая	0,35
Конвектор настенный без кожуха типа “Аккорд”, однорядный и двухрядный	Любая	0,2
Труба отопительная стальная $d_v = 40 - 100$ мм	Любая	0,32
Радиатор алюминиевый секционный	Сверху-вниз	0,35

3) Определение мощности по эквивалентному квадратному метру поверхности нагрева отопительного прибора.

Эквивалентным квадратным метром называется площадь нагревательного прибора, отдающая в 1 час 435 ккал тепла при разности средней температуры теплоносителя и воздуха 64,5°С и расходе воды в этом приборе 17,4 кг/час по схеме движения теплоносителя сверху вниз. Тепловой поток ОП может быть определен по формуле в пересчете на расход воды в отопительном приборе 360 кг/ч:

$$Q_p = 435 \cdot F_{экм} \cdot \left(\frac{\Delta T}{64,5} \right)^{1+n} \left(\frac{360}{17,4} \right)^p \cdot c \quad (5.26)$$

где n – эмпирический показатель степени при относительном температурном напоре, приведен в таблице 5.7.

p – Эмпирический показатель степени при относительном расходе воды, приведен в таблице 5.8.

c – поправочный коэффициент, который учитывает схему движения воды в отопительном приборе и изменение показателя степени p при разных диапазонах расхода теплоносителя (учитывается только для чугунных секционных радиаторов и стальных панельных радиаторов по данным табл. 5.8);

Таблица 5.8

Тип отопительного прибора	Схема движения теплоносителя	Расход воды G , кг/ч	p	c
Радиатор чугунный секционный и стальной, панельный однорядный и двухрядный, типа РСВИ	Сверху-вниз	18 – 54	0,02	1,039
		54 – 536	0	1
		536 – 900	0,01	0,996
	Снизу-вниз	18 – 115	0,08	1,092
		119 - 900	0	1
	Снизу-вверх	18 – 61 65 – 900	0,12 0,04	1,113 0,97
Конвектор настенный с кожухом, типа “Комфорт”	Любая	36 – 86	0,18	1
		90 – 900	0,07	1
Конвектор настенный без кожуха типа “Аккорд”, однорядный и двухрядный	Любая	36 – 900	0,03	1
Труба отопительная стальная $d_v = 40 - 100$ мм	Любая	30 – 900	0	1
Радиатор алюминиевый секционный	Сверху-вниз	20 – 102	0	1

Максимальный тепловой поток от отопительных приборов, определенный тремя различными методами, может быть принят за нормативный в первом приближении для расчета удельной отопительной характеристики здания (сооружения).

Для расчета рекомендуется использовать метод определения мощности ОП по номинальному тепловому потоку, так как он является наиболее точным в определении максимального теплового потока от отопительных приборов.

5.1.5.2. Максимальный часовой расход тепловой энергии на отопление.

Расчетное максимально-часовое потребление тепловой энергии на отопление, Гкал/ч, может быть определено по установленной мощности отопительных приборов:

$$Q_{\max} = 1,15 \cdot (\sum_{i=1}^n Q_{pi} + 0,9 \cdot \sum_{j=1}^m q_j \cdot l_j) \cdot 10^{-6} \quad (5.27)$$

где $\sum_{i=1}^n Q_{pi}$ – тепловой поток, поступающий от отопительных приборов, ккал/ч;

q_j - потери теплоты j -м трубопроводом (стояком или подводкой к отопительным приборам) отопления, ккал/(ч·м), принимаются по приложению 6;

l_j - длина j -го трубопровода (стояка), м;

n – количество отопительных приборов;

m – количество трубопроводов отопления;

1,15 - коэффициент, учитывающий тепловыделения трубопроводами и отопительными приборами, расположенными в местах общего пользования (вестибюли, лестничные клетки, подвалы, чердаки).

5.1.5.3. Определение удельной отопительной характеристики здания.

При отсутствии проектных данных нормативная удельная отопительная характеристика здания, ккал/ч м³ °С, может быть вычислена по установленной мощности отопительных приборов, определенной согласно п. 5.1.5.2, по следующей формуле:

$$q_n = \frac{Q_{\max}}{V \cdot (t_e - t_n)} \cdot 10^6 \quad (5.28)$$

Данная характеристика, также как и расчет удельной отопительной характеристики здания, приведенный в 5.1.4.2, и значение, приведенное в МДС 41-4.2000, при отсутствии проектных данных, может быть использована при расчете динамики потребления тепловой энергии зданием по месяцам для дальнейшего определения потенциала экономии тепловой энергии и определении степени разрегулирования системы отопления в системе теплоснабжения.

Предпочтение выбора той или иной удельной отопительной характеристики осуществляется по усмотрению энергоаудиторов, обследующих здания и сооружения. Согласно Федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации. Это значит, что в компетенцию энергоаудитора входит выбор метода расчета и определения как нормативной, так и фактической удельной отопительной характеристики здания (сооружения). Необходимость в проведении дополнительных инструментальных, а также тепловизионных обследований для уточнения теплотехнических характеристик зданий и сооружений остается за энергоаудитором.

5.1.6. Фактическое потребление тепловой энергии.

Фактическое потребление тепловой энергии зданием (сооружением) рассчитывается по показаниям контрольно-измерительных приборов, установленных в тепловом узле потребителя или в ходе инструментального обследования, которое определяется:

$$Q_\phi = G \cdot (t_n - t_o) \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал/ч}, \quad (5.29)$$

где G - расход теплоносителя в системе отопления здания, т/ч.

t_n - температура подающего трубопровода, °С.

t_o - температура обратного трубопровода, °С.

Зная фактическое потребление тепловой энергии зданием (сооружением) Q_ϕ при конкретной температуре наружного воздуха, t_n , и средней температуре внутреннего воздуха, t_e^{cp} , можно определить фактическую удельную отопительную характеристику здания (сооружения):

$$q_\phi = \frac{G \cdot (t_n - t_o)}{V \cdot (t_e^{cp} - t_n)} \cdot 10^3 \quad (5.30)$$

5.2. Системы вентиляции

5.2.1. Определение количества теплоты на вентиляцию жилых, общественных и промышленных зданий.

Метод расчета потребления тепловой энергии на вентиляцию по удельным вентиляционным характеристикам на 1 м³ объема здания.

Потребность в теплоте на вентиляцию зданий рассчитывают при наличии в них приточно-вытяжной вентиляции. Расход теплоты на вентиляцию принимают по типовым и индивидуальным проектам зданий или проектов систем вентиляции при соответствующем установленном оборудовании по проекту расхода теплоты на вентиляцию.

Расчетная проектная максимально-часовая нагрузка на вентиляцию здания, $Q_{e\max}$ (Гкал/ч), определяется при расчетной температуре наружного воздуха, t_n (°C), для проектирования вентиляции в данной местности.

При отсутствии проектных данных расчетное максимально-часовое потребление тепловой энергии на вентиляцию вычисляют по укрупненным показателям тепловых нагрузок, Гкал/ч:

$$Q_{e\max} = q_e \cdot V \cdot (t_e - t_n) \cdot 10^{-6} , \quad (5.31)$$

где q_e – удельная вентиляционная характеристика здания при $t_n = -30$ °C (принимается по данным индивидуальных и типовых проектов, а при отсутствии их – в соответствии с величинами, приведенными в табл. 2, 3 прил.1), ккал/ м³ ч °C;

V – объем здания по наружному обмеру без подвалов, м³;

t_e – усредненная расчетная температура внутреннего воздуха указанных вентилируемых помещений, принимается по СНиП 2.04.07-86* или табл. 5.2, °C;

t_n – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, принимается для систем общественной вентиляции, предназначенных для удаления избытков теплоты и влаги равной средней температуре наиболее холодного периода (месяца) за 18 ч, для систем общественной вентиляции, предназначенных для удаления вредных веществ или для компенсации воздуха удаляемого местными отсосами принимается равной расчетной температуре для отопления, °C.

Потребление тепловой энергии на вентиляцию за планируемый период (количество дней, месяц, квартал, отопительный период), Гкал/период, в этом случае определяется следующим образом:

$$Q_e^{период} = Q_e \cdot \tau_e \cdot n \cdot 10^{-6} , \quad (5.32)$$

где Q_e – среднечасовое потребление тепловой энергии на вентиляцию с учетом средней температуры наружного воздуха, Гкал/ч, которое вычисляется по формуле

$$Q_e = Q_{e\max} \cdot \frac{(t_e - t_n^{cp})}{(t_e - t_n)} \cdot 10^{-6} , \quad (5.33)$$

где t_n^{cp} – средняя температура наружного воздуха за планируемый период, СНиП 23-01-99, °С;

n – продолжительность работы системы отопления за планируемый период, дни;

τ_g – усредненное число часов за планируемый период работы системы вентиляции в течение суток (при отсутствии данных принимается равным 16 ч).

Продолжительность работы системы вентиляции в течение суток принимается в зависимости от назначения и режима работы учреждений и организаций, но не более общего числа часов их работы в сутки. При отсутствии средств автоматического регулирования, обеспечивающих при отключенных вентиляторах подачу теплоносителя в калориферах через обводную линию с установленной на ней дроссельной шайбой, принимают число работы калориферов 24 ч.

Средняя температура наружного воздуха t_n^{cp} за месяц, квартал, отопительный сезон и продолжительность отопительного периода принимают по СНиП 23-01-99. Средняя температура наружного воздуха t_n^{cp} за день или неполный месяц принимается по средним показателям метеостанции для данной местности за период работы в данном месяце.

Среднечасовой нормативный расход тепловой энергии на вентиляцию, Гкал/ч, для сравнения с фактическим теплоснабжением на день обследования будет определяться по формуле:

$$Q_g = Q_{g \max} \cdot \frac{(t_g - t_n^{cp \delta})}{(t_g - t_n)} \cdot 10^{-6}, \quad (5.34)$$

где $t_n^{cp \delta}$ – средняя температура наружного воздуха на день обследования.

Метод расчета потребления тепловой энергии на вентиляцию по удельным отопительным характеристикам на 1 м² общей площади пола здания

В соответствии со СНиП 2.04.07-86 данный метод рекомендуется для расчета тепловых потоков на вентиляцию жилых зданий, но допускается и для расчета тепловых потоков на вентиляцию общественных зданий. Для расчета тепловых потоков промышленных зданий данный метод не приемлем ввиду несовпадения максимумов тепловых потоков на технологические процессы с учетом отраслевой принадлежности промпредприятий и соотношения тепловых нагрузок каждой отрасли в структуре теплоснабжения района. В данном случае для предприятий расчет ведется по укрупненным ведомственным нормам, утвержденным в установленном порядке, либо по проектам аналогичных предприятий.

Максимальный тепловой поток, Гкал/ч, на вентиляцию жилых и общественных зданий определяется по выражению:

$$Q_{\text{max}} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_0 \cdot A \cdot 10^{-6}; \quad (5.35)$$

где q_0 – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м² общей площади (табл. 4 прил. 1), ккал/ч;

A – общая площадь жилого здания, м²;

k_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий (при отсутствии данных следует принимать $k_1 = 0,25$).

k_2 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий (при отсутствии данных следует принимать равным: для общественных зданий, построенных до 1985 г. - 0,4, после 1985 г. - 0,6).

Потребление тепловой энергии на вентиляцию за планируемый период в этом случае определяется по выражению (5.32).

Данный метод дает большое завышение расчетной тепловой нагрузки для зданий с числом этажей меньше 5, поэтому до разработки значений q_0 для бюджетных организаций данный метод можно применять только при числе этажей 5 и более.

5.2.2. Определение фактического расхода тепла на вентиляцию

На основании измерений, проведенных при инструментальном обследовании, определяются фактические часовые и годовые расходы тепла на вентиляцию, Гкал:

$$Q_{\text{вф}} = G_{\text{в}} c_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{нф}}) 10^{-3}; \quad (5.36)$$

$$Q_{\text{взф}} = \frac{Q_{\text{вф}} \cdot z_{\text{в}}}{24} \left(n_{\text{в}} + \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{нф}}} \cdot (n_0 - n_{\text{в}}) \right), \quad (5.37)$$

где $G_{\text{в}}$ – часовой расход воздуха, м³/ч;

$c_{\text{в}}$ – теплоемкость воздуха, равная 0,31 ккал/ м³ °С;

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха внутри помещений, °С;

$t_{нф}$ – температура наружного воздуха во время измерений, °С;

t_n^{cp} – средняя температура воздуха за отопительный период, °С (принимается по СНиП 23-01-99);

n_0 – продолжительность отопительного периода в часах;

n_B – число часов в отопительном периоде с температурами наружного воздуха для вентиляции ниже расчетной (при $t_{нф} = t_n n_B = 0$);

z_B – число часов работы вентиляции в течение суток.

Фактические расходы сопоставляются с нормативно-расчетными расходами, которые могут быть определены по одному из двух методов:

1) расчет по удельным вентиляционным характеристикам на 1 м³ объема здания;

2) расчет по удельным вентиляционным характеристикам на 1 м² общей площади пола здания.

5.3. Системы горячего водоснабжения.

Определение количества теплоты на горячее водоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий.

Среднечасовое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение за неделю в отопительный период, ккал/ч, определяется по выражению:

$$Q_{26ч}^3 = \frac{1,2 \cdot m \cdot c_{26} \cdot (a + b) \cdot (55 - t_{хвз})}{24} \quad (5.38)$$

или

$$Q_{26ч}^3 = q_{26} \cdot m, \quad (5.39)$$

где m – число человек, находящихся в здании;

c_{26} – удельная теплоемкость воды, принимаемая в расчетах равной 1 ккал/(кг·°С) [4,187 кДж/(кг·°С)];

a – норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55°С на одного человека в сутки, принимаемая в зависимости от степени комфортности зданий (табл. 1 прил. 5), л/сут.;

b – норма расхода воды на горячее водоснабжение, потребляемое в общественных зданиях при температуре 55°С на одного человека (табл. 1 прил. 5);

$t_{хвз}$ – температура холодной воды зимой (при отсутствии данных $t_{хвз} = 5°С$);

q_{26} – укрупненный показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение на одного человека (табл. 2 прил. 5), ккал/ч.

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение в неотапливаемый период, ккал/ч, следует определять по формуле:

$$Q_{26ч}^л = Q_{26ч}^3 \frac{55 - t_{хвл}}{55 - t_{хвз}} \beta, \quad (5.40)$$

где $t_{хвл}$ – температура холодной воды летом (при отсутствии данных $t_{хвл} = 15°С$);

β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапливаемый период по отношению к отопительному периоду, принимаемый при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора равным 0,8 (для курортов $\beta = 1,2 - 1,5$), для предприятий - 1,0.

Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$Q_{26ч \max} = 2,4 \cdot Q_{26ч}^3. \quad (5.41)$$

Расчетно-нормативное годовое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал/ч, определяется по формуле:

$$Q_{262}^H = 24 \cdot Q_{264}^3 \cdot n_0 + 24 \cdot Q_{264}^H \cdot (n_{26} - n_0) \cdot 10^{-6} \quad (5.42)$$

где n_0 – продолжительность отопительного периода в сутках (по СНиП 23-01-99);

n_{26} – расчетное число суток в году работы системы горячего водоснабжения (при отсутствии данных следует принимать 360 суток).

На основании измерений, проведенных при инструментальном обследовании, определяются фактические часовые, Гкал/ч, и годовые, Гкал/год, расходы тепла на горячее водоснабжение:

$$Q_{264}^{\phi} = G_{26} \cdot c_{26} \cdot (t_{26} - t_{x6}) \cdot 10^{-3}, \quad (5.43)$$

$$Q_{262}^{\phi} = Q_{264}^{\phi} \cdot n_0 + 0,8 \cdot Q_{264}^{\phi} \cdot \frac{t_{26} - t_{x61}}{t_{26} - t_{x63}} \cdot (8400 - n_0), \quad (5.44)$$

где G_{26} – расход воды в системе горячего водоснабжения, т/ч;

t_{26} – температура воды на подающей трубе системы горячего водоснабжения, °С;

t_{x6} – температура воды в системе холодного водоснабжения, °С.

Теплопотери в рециркуляционных трубопроводах системы горячего водоснабжения составляют обычно 10% максимальной или 20% средней нагрузки горячего водоснабжения.

5.4. Потенциал энергосбережения

Анализ показателей энергоэффективности позволяет оценить потенциал энергосбережения и разработать перечень энергосберегающих мероприятий.

Разница фактического и расчетно-нормативного потребления энергии составляет основную величину резерва экономии энергоресурсов. Использование для покрытия энергетических нагрузок вторичных энергетических ресурсов увеличивает резерв экономии энергии.

Кроме этого, потенциал энергосбережения можно определить, сравнивая фактические значения показателей энергоэффективности с показателями:

- действующих нормативных документов;
- аналогичных предприятий;
- идеальных процессов, в которых достигаются минимальные теоретически достижимые затраты энергии;
- физического моделирования процессов;
- экспертных оценок.

По определенным фактическим и нормативным удельным расходам тепла определяется сравнительный коэффициент удельных отопительных характеристик

$$K = \frac{q_n}{q_\phi} \quad (5.45)$$

Потенциал тепловой энергии системы отопления здания, выраженный в процентах, который может быть достигнут за счет проведения энергосберегающих мероприятий утепления ограждающих конструкций и определен по разнице фактически необходимого и энергоэффективного потребления тепловой энергии зданием, рассчитывается:

$$П_{эф} = (1 - K) \cdot 100\% \quad (5.46)$$

Фактический потенциал тепловой энергии существующей системы отопления здания за отопительный период (на момент обследования в базовом году, предшествующий году обследования), до внедрения энергосберегающих мероприятий в расчете на фактически необходимое (нормативное) потребление по отношению к фактически потребленному теплу может быть определен:

$$П_\phi = \left(1 - \frac{Q_p (t_e - t_{cp}^\phi)}{Q_\phi (t_e - t_p)} \cdot 24 \cdot n_{дн} \right) \cdot 100\% \quad (5.47)$$

где $n_{дн}$ – количество дней в отопительном периоде за базовый год;

$Q_p = \alpha \cdot q_{\phi} \cdot V \cdot (t_e - t_p) \cdot 10^{-6}$ – расчетная максимальная отопительная нагрузка;

Q_{ϕ} – фактическое потребление тепловой энергии зданием за отопительный период в базовом году;

V – объем здания по наружному обмеру без подвалов, м³;

t_e – усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений, принимается в соответствии с табл. 5.2, °С;

t_{cp}^{δ} – средняя температура за отопительный период в базовом году;

t_p – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, принимается по СНиП 23-01-99, °С;

Таким образом, максимальный эффект (потенциал тепловой энергии) который может быть достигнут в ходе оптимизации режима работы системы отопления, наличия систем учета и регулирования расхода тепловой энергии составит:

$$P_{\phi} = \left(1 - K \cdot \frac{Q_p}{Q_{\phi}} \frac{(t_e - t_{cp}^{\delta})}{(t_e - t_p)} \cdot 24 \cdot n_{дн} \right) \cdot 100\% \quad (5.48)$$

При расчетах за фактическую удельную отопительную характеристику здания также, в первом приближении, можно принять значение из МДС 41-4.2000 или по договору на теплоснабжение согласно акта присоединенных нагрузок.

Для более точного определения удельной отопительной нагрузки здания можно воспользоваться следующей методикой расчета приведенной в разделе 5.1.4.

После определения потенциала энергосбережения приступают к разработке энергосберегающих мероприятий.

5.5. Энергосберегающие мероприятия

На данном этапе разрабатывается перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

При разработке рекомендаций необходимо:

– определить техническую суть предлагаемого усовершенствования и принцип получения экономии;

- рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;
- определить состав оборудования, необходимого для реализации рекомендаций, его примерную стоимость, стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию;
- рассмотреть все возможности снижения затрат, например изготовление и монтаж оборудования силами самого предприятия, организации, учреждения;
- определить возможные побочные эффекты от внедрения рекомендаций, влияющие на реальную экономическую эффективность;
- оценить общий экономический эффект предлагаемой рекомендации с учетом всего вышеперечисленного.

Все энергосберегающие мероприятия можно разделить на следующие категории:

1. Полностью взаимоисключающие. Выбор одного такого ЭСМ исключает выбор других. (Примером может служить автоматизация теплового узла потребителя с учетом или без учета пофасадного регулирования).

2. Взаимозависимые (или взаимодействующие). Выбор одного влияет или действует на другое. (Примером может служить установка энергоэффективных стеклопакетов, автоматизация тепловых узлов и установка терморегуляторов на отопительные приборы. При оценке взаимозависимых ЭСМ их взаимодействие должно включаться в энергетический и экономический анализ).

3. Независимые. Выбор одного не влияет и не действует на другое. (Примером может служить внедрение системы дежурного отопления и установка современных отопительных приборов).

Варианты должны оцениваться относительно основного случая (варианта ничего не делать).

Для взаимозависимых рекомендаций рассчитываются, как минимум, два показателя экономической эффективности:

1. Эффект при условии выполнения только данной рекомендации.
2. Эффект при условии выполнения всех предлагаемых рекомендаций.

Расчет тепловой экономичности работы системы отопления при внедрении энергосберегающих мероприятий заключается в расчете общего показателя экономии тепловой энергии при комплексной реализации энергосберегающих проектов:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{п}} + \mathcal{E}_{\text{ут}} - \mathcal{E}_{\text{п}} \mathcal{E}_{\text{ут}}$$

где

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = (1 - P_1 P_2 P_3 P_4) + \mathcal{E}_5 + \mathcal{E}_6 = \mathcal{E}_1 + P_1 \mathcal{E}_2 + P_1 P_2 \mathcal{E}_3 + P_1 P_2 P_3 \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5 + \mathcal{E}_6$$

- экономия тепловой энергии при погодном регулировании;

$$\mathcal{E}_{\text{ут}} = (1 - P_{\text{ут}})$$

- экономия тепловой энергии при утеплении ограждающих конструкций;

P_1 – доля потребления тепловой энергии при автоматизации систем управления ИТП потребителей;

P_2 – доля потребления тепловой энергии при использовании системы пофасадного регулирования;

P_3 – доля потребления тепловой энергии при установке радиаторных термостатов;
 P_4 – доля потребления тепловой энергии при равномерном распределении тепловой энергии в системе отопления;

P_5 – доля потребления тепловой энергии при внедрении системы дежурного отопления;

P_6 – доля потребления тепловой энергии при установке современных отопительных приборов;

$P_{ум}$ – доля потребления тепловой энергии при утеплении ограждающих конструкций.

$$P_i = 1 - \Delta Q_i / Q_\phi ; \quad \mathcal{E}_i = \Delta Q_i / Q_\phi$$

ΔQ_i - экономия тепловой энергии при реализации энергосберегающего мероприятия, Гкал

Q_ϕ - фактическое потребление тепловой энергии за базовый отопительный период, Гкал

$\mathcal{E}_i = (1 - P_i)$ – доли экономии тепловой энергии от фактического потребления для i -го мероприятия.

После оценки экономической эффективности все рекомендации классифицируются по трем категориям:

– беззатратные и низкозатратные – осуществляемые в порядке текущей деятельности предприятия;

– средnezатратные – осуществляемые, как правило, за счет собственных средств предприятия, организации, учреждения;

– высокозатратные – требующие дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

В заключение все энергосберегающие рекомендации сводятся в одну таблицу, в которой они располагаются по трем категориям, перечисленным выше. В каждой из категорий рекомендации располагаются в порядке понижения их экономической эффективности.

Такой порядок рекомендаций соответствует наиболее оптимальной очередности их выполнения.

Типовые энергосберегающие мероприятия перечислены в Приложении Б.

ТИПОВЫЕ ФОРМЫ
ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Форма 1

Общие сведения о потребителе
топливно-энергетических ресурсов

(полное наименование потребителя топливно-энергетических ресурсов)

1. Вид собственности:
 2. Адрес:
 3. Наименование головной (вышестоящей) организации:
 4. Ф.И.О. генерального директора:
 5. Ф.И.О. главного инженера:
 6. Ф.И.О. главного энергетика:
 7. Факс:
- Банковские реквизиты:
8. Телефоны:
 - гл. энергетика:
 - для справок:

Общая часть

1. Отчетная документация по последнему проведенному энергетическому аудиту (отчет, энергетический паспорт).
2. Документация проведенных с момента выдачи энергетического паспорта изменений (реконструкция, модернизация, изменение структуры потребления энергоресурсов, изменение штата персонала).
3. Перечень потребляемых энергетических ресурсов, как приобретаемых со стороны, так и собственного производства.
4. Копии договоров теплоснабжения со всеми приложениями за базовый 20__ год.
5. Структура и состав энергетической службы предприятия за период 5 лет предшествующих году обследования.
6. Программа по энергосбережению за прошедший (отчетный) и плановый год.
7. Перечень зданий и сооружений с разбивкой по цехам и дочерним предприятиям.
8. Данные о количестве персонала с разбивкой на ИТР и рабочих по зданиям (или по цехам).
9. Данные о наличии приборов учета энергоресурсов, марка, класс точности.
10. Утвержденный температурный график тепловой сети, фактический график работы тепловой сети.
11. Материалы по проведенным ранее энергетическим обследованиям (энергетический паспорт, отчет о проведении энергетического обследования).
12. Данные о сотрудниках предприятия, ответственных за энергосбережение. О наличии сотрудников прошедших повышение квалификации в области энергосбережения.

(подпись, ФИО, должность)

Общее потребление энергоносителей

1	Наименование энергоносителя	Единица измерения	Теплотворная способность топлива, ккал/ед.	Потребленное количество в 20__ году	Коммерческий учет	
					Тип (марка) прибора	Количество
1	2	3		4	5	6
1	Электроэнергия	МВт·ч				
2	Тепловая энергия *	Гкал				
	Давление пара	кгс/см ²				
	Давление воды	кгс/см ²				
	Температура прямой и обратной воды	°С				
	Температура пара	°С				
	Степень сухости пара	%				

Примечание:

* Данные по покупной тепловой энергии от стороннего источника (при отсутствии не заполняется)

Климатические условия

Город	t _{но} , °С	t _{от} , °С	Отопительный период									
			2007		2008		2009		2010		2011	
			Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
Москва (пример)	-28	-3,1	15.10	15.04	15.10	15.04	15.10	15.04	15.10	15.04	15.10	15.04

Фактическая среднемесячная температура наружного воздуха по годам

Год \ Месяц	2007	2008	2009	2010	2011
Январь					
Февраль					
Март					
Апрель					
Май					
Июнь					
Июль					
Август					
Сентябрь					
Октябрь					
Ноябрь					
Декабрь					

Заполнил _____

(подпись, ФИО, должность)

Расход и стоимостные показатели энергоносителей (с НДС)

Месяц	Потребление тепловой энергии, Гкал	Стоимость покупной тепловой энергии, тыс. р.
1	Показатели за базовый год	
2	Показатели за текущий год	

Баланс потребления тепловой энергии в горячей воде натуральном и денежном выражении

Потребление по годам									
2007		2008		2009		2010		2011	
тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.

Баланс потребления тепловой энергии в паре натуральном и денежном выражении

Потребление по годам									
2007		2008		2009		2010		2011	
тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.	тыс. Гкал	тыс. руб.

Заполнил _____

(подпись, ФИО, должность)

Данные по потребителям тепловой энергии

№	Наименование здания и адрес	Потребление тепловой энергии на	Тип прибора учета	Потребление тепловой энергии по месяцам, Гкал											
				Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Данные за базовый год															
		Отопление													
		ГВС													
		Вентиляция													
		Технология													
		Отопление													
		ГВС													
		Вентиляция													
		Технология													
Данные за текущий год															
		Отопление													
		ГВС													
		Вентиляция													
		Технология													
		Отопление													
		ГВС													
		Вентиляция													
		Технология													

Заполнил _____

(подпись, ФИО, должность)

Исходные данные для расчета расхода тепла на отопление

№ Здания	Внутренняя температура воздуха, °С	Назначение	Год постройки	Этажность	Объем, м ³	Площадь застройки, м ²	Площадь отапливаемых помещений, кв.м.	Площадь остекления, м ²	Ограждающие конструкции		Фактический износ	Удельная отопительная характеристика, Вт/м ³ С		Удельная вентиляционная характеристика, Вт/м ³ С		Фактические тепловые нагрузки, Гкал/ч				
									Наименование	Хар-ка		Факт	Норматив	Факт	Норматив	Отопление	Вентиляция	ГВС	Техн. (г.в.)	Техн. (пар)
X-1 (пример)		административное	1950	10	23625	675	12910	980	Стены	Кирпич	20%	0,4	0,37	0,1	0,1					
									Окна	Пластик. Стеклопакет										
									Крыша	Ж.б. рубероид										
									Окна	Дерев. рамы										
									Крыша	Ж.б. рубероид										

Заполнил _____

(подпись, ФИО, должность)

Характеристика отопительной системы

Здание	Тип отопит. приборов, шт.	Зависимая	Независимая	
		№ элеватора	Тип теплообм. оборудование	Теплопроизво дительность, Гкал/ч
Х-1 (при- мер)	МС-140, 1900 шт	3	-	-
	Сварные регистры Ø 80, длина 1,5 м, 28 шт.			

Система вентиляции

Номер здания	Номер вент. системы	Назначение (приточ., вытяжная)	Вентилятор		Электродвигатель			Производительность по воздуху (проект), м ³ /ч	Тепловая нагрузка, Гкал/час	Время работы в год, ч	Наличие автоматики, тип, год уст.
			Тип, марка	Номер	Тип, марка	Мощность эл. двигателя, кВт	Класс напряжения, кВ				
Х-1 (при- мер)	П-1	приточка	ЦВ-5 5	12	А-92- 6	75	0,4	48690	0,8	1570	

Характеристика оборудования системы ГВС

Номер здания	Теплообменный аппарат		Производительность по воде (проект), м ³ /ч	Тепловая нагрузка, ккал/час	Время работы в день, ч
	Тип, марка	Производительность по теплу, Гкал			
Х-1					

**Исходные данные для расчета расхода электрической и тепловой энергии
на вентиляцию (воздушно-тепловые завесы)**

Наименование участка, системы	№ вент. установки	Тип вентилятора	Число оборотов вентилятора	Характеристика вентилятора		Годовой фонд рабочего времени, ч	Уст. мощн. электр. двиг., кВт	Характеристика калориферов			Нагрев воздуха, °С		Состояние оборудования
				Напор, кгс/м ²	Производительность, м ³ /ч			Тип калорифера	Кол-во калориферов	Схема установки калориферов	t _n	t _к	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Заполнил _____
(подпись, ФИО, должность)

**Типовые энергосберегающие мероприятия
Пути экономии в системах отопления**

№	Наименование	Экономия	Примечание
1	Наличие систем учета и регулирования расхода тепловой энергии (включая комплекс мероприятий по экономии тепловой энергии).	от 10-40 % теплоэнергии до 10% ГВС	
2	Наличие систем автоматического регулирования температуры и расхода теплоносителя в зависимости от наружной температуры (наличие блочного индивидуального автоматизированного теплового пункта)	7-8 %	Увеличение температуры воздуха в помещении сверх нормы увеличивает расход тепла на 4-6%.
3	Оптимизация расходов и температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе согласно режима работы по температурному графику	4-5 %	
4	Проведение обследования изоляции трубопроводов, выявление повреждений и их ликвидация;	2-3 %	
5	Погодное регулирование: 1. Установка смесительных насосов с автоматизацией системы управления; 2. Использование систем пофасадного регулирования; 3. Внедрение системы дежурного отопления; 4. Установка радиаторных термостатов, термостатических регуляторов на приборах отопления; 5. Установка современных отопительных приборов (например, конвекторов с механическим побудителем теплосъема); 6. Равномерное распределение тепловой энергии в системе теплоснабжения здания (балансировка систем отопления)	до 12 % до 20 % (МДС 13-7) до 15 % 6-7 % до 7 % 2-3 %	уменьшает теплоснабжение до 37% в производ. и адм. зданиях и до 12% в жилых с учетом ликвидации перетопов в переходный период реальная экономия не более 10% без учета системы пофасадного регулирования например конвектора фирмы MINIB установка балансировочных клапанов в системе отопления постоянной разводки
6	Утепление здания (сооружения): 1. Наличие тамбуров и их секционирование во входах в помещение и автопроводчиков на дверях. 2. Установка термоотражающих пленок за приборами отопления. 3. Применение застекленных лоджий. 4. Уплотнение щелей и неплотностей оконных и дверных проемов. 5. Замена оконных блоков энергоэффективными стеклопакетами. 6. Использование пленок с теплоотражающим покрытием на окнах 7. Дополнительная теплоизоляция наружных стен, перекрытий верхнего этажа и пола первого этажа. - наружные стены; - перекрытие верхнего этажа; - пол первого этажа.	2-3 % 2-4 % 7-40 % 10-20 % до 20 %. 3-5 % 15-25% 15-40% 3-10%	За счет уменьшения потоков тепла через щели и неплотности Снижение теплотерь через оконные блоки до 45 % Остекление на основе низкоэмиссионных пленок Экономия тепловой энергии на отопление здания при доведении класса энергоэффективности до базового уровня «С» может составлять порядка 50%

Пути экономии в системах вентиляции

№	Наименование	Экономия	Примечание
1	Воздушные системы отопления: 1. Использование теплогенераторов 2. Применение воздухонагревателей рекуперативного типа наружного и внутреннего исполнения 3. Применение газовых тепловых пушек (подвесные, напольные) прямого и непрямого нагрева 4. Калориферное отопление 5. Использование промышленного кондиционирования для поддержания микроклимата	до 25 %	
2	Рекуперация тепла на приточно-вытяжные установки (с учетом специфики технологического процесса в производственных помещениях)	До 25 %	
3	Наличие автоматических регуляторов на приточных системах вентиляции.	Дает до 10 % экономии тепла и 25-30 % электроэнергии.	

Пути экономии в системах ГВС

№	Наименование	Экономия	Примечание
1	Изменение схемы приготовления горячей воды для открытой и закрытой систем теплоснабжения: 1. Использование накопительных водонагревателей (бойлеров) 2. Использование проточных водонагревателей 3. Обеспечение требований качества горячей воды с системой рециркуляции (согласно ПТЭТЭ) 4. Системы ГВС с одно- и 2-х ступенчатым присоединением подогревателей	5-10 %	Экономия тепловой энергии будет зависеть от способа приготовления горячей воды в открытой и закрытой схемах
2	Внедрение системы автоматического регулирования температуры и отвода конденсата для приготовления горячей воды в пароводяных подогревателях.	До 10 %	

Пути экономии в системах теплоснабжения в производственных зданиях и сооружениях

№	Наименование	Экономия	Примечание
1	Замена стекол на сотовый поликарбонат в производственных помещениях.	10-15%	теплоизоляция сотовых панелей почти в 3 раза лучше, чем у стекла
2	Создание систем лучистого отопления (например, инфракрасного газового, систем ГЛВО)	до 25 %	
3	Установка дестратификаторов и тепловентиляторов (Volcano VR1, VR2, Aermax A50)	до 20 %	рост температуры воздуха от пола к потолку в производственных зданиях, оборудованных воздушными системами отопления составляет 2,5°С на метр высоты

Пути экономии в системах водоснабжения

№	Наименование	Экономия	Примечание
1	Наличие коммерческого учета расхода воды и его пломбировка. Установка счетчика на дом.	до 30 % воды	Установка квартирного учета расхода воды позволяет экономить 20-30 % от годового расхода.
2	Установка стабилизаторов давления, автоматических регуляторов давления.	экономия до 6 % при снижении давления на 1 атм	
3	Установка на краны и душевые сетки насадок и распыляющей арматуры.	до 10-15 % объема воды	
4	Установка двухрежимных смывных бачков.	до 5 % воды	
5	Установка перед душевыми решеток автоматического отключения душа при сходе с нее моющих.	10-15 % воды	
6	Предварительный нагрев холодной водопроводной воды (как вариант, установка в подвале водоводяного бойлера, где бы холодная вода подогревалась обраткой отопления дома).	до 15% воды	
7	Изоляция трубопроводов водоснабжения.	до 4% воды	
8	Организация оборотных контуров водоснабжения		Снижение затрат на производственную воду

Переводные коэффициенты в международную систему единиц (СИ)

Наименование	Перевод в систему единиц (СИ)	Перевод из системы единиц (СИ)
Количество теплоты	1 ккал = 4,1868 кДж	1 кДж = 0,23885 ккал
Тепловая мощность, теплопроизводительность	1 ккал/ч=1,163 Вт	1 Вт =0,86 ккал/ч
Энтальпия (теплосодержание), удельный расход тепла	1 ккал/м ³ = 4,1868 кДж/м ³ 1 ккал/кг = 4,1868 кДж/кг	1 кДж/м ³ = 0,23885 ккал/м ³ 1 кДж/кг = 0,23885 ккал/кг
Плотность теплового потока, удельный тепловой поток	1 ккал/(м ² ч)=1,163 Вт/м ²	1 Вт/м ² =0,86 ккал/(м ² ч)
Теплоемкость	1 ккал/(м ³ °С)=4,1868 кДж/(м ³ К) 1 ккал/(кг°С)=4,1868 кДж/(кг К)	1 кДж/(м ³ К)=0,23885 ккал/(м ³ °С) 1 кДж/(кг К)=0,23885 ккал/(кг°С)
Теплопроводность, коэффициент теплопроводности	1 ккал/(ч м °С) = 1,163Вт/(м К)	1 Вт/(м К) = 0,86 ккал/(ч м °С)
Коэффициент теплопередачи (теплоотдачи)	1 ккал/(ч м ² °С)=1,163 Вт/(м ² К)	1 Вт/(м ² К)=0,86 ккал/(ч м ² °С)
Давление	1 мм вод. ст. = 9,8 Па 1 атм = 101,4 кПа 1 кгс/см ² =10 м вод. ст. = 0,1 МПа	1 Па = 1,0197 мм вод. ст. 1 кПа = 0,00987 атм 1 МПа =10 кгс/см ² = 100 м вод. ст.

Примечание:

Производная от калории единица измерения количества тепловой энергии — гигакалория (Гкал) (10⁹ калорий) используется для оценки в теплоэнергетике, системах отопления, коммунальном хозяйстве. Также для этих целей используется производная единица Гкал/ч (гигакалория в час), характеризующая количество теплоты произведённой или использованной тем или иным оборудованием за единицу времени. Данная величина эквивалентна тепловой мощности.

Удельные отопительные характеристики зданий, строений и сооружений

Таблица 1

Удельная отопительная характеристика жилых зданий, ккал/м³ ч °С,
для районов с расчетной температурой наружной воздуха $t_n = -30$ °С

Объем здания по наружному объему, м ³	Постройки	
	1930-1958 гг.	После 1958 г.
100	0,74	0,92
200	0,66	0,82
300	0,62	0,78
400	0,60	0,74
500	0,58	0,71
600	0,56	0,69
700	0,54	0,68
800	0,53	0,67
900	0,52	0,66
1000	0,51	0,65
1100	0,50	0,62
1200	0,49	0,60
1300	0,48	0,59
1400	0,47	0,58
1500	0,47	0,57
1700	0,46	0,55
2000	0,45	0,53
2500	0,44	0,52
3000	0,43	0,50
3500	0,42	0,48
4000	0,40	0,47
4500	0,39	0,46
5000	0,38	0,45
6000	0,37	0,43
7000	0,36	0,42
8000	0,35	0,41
9000	0,34	0,40
10000	0,33	0,39
11000	0,32	0,38
12000	0,31	0,38
13000	0,30	0,37
14000	0,30	0,37
15000	0,29	0,37
20000	0,28	0,37
25000	0,28	0,37
30000	0,28	0,37
35000	0,28	0,35
40000	0,27	0,35
45000	0,27	0,34
50000	0,26	0,34

Примечание. Для расчетной наружной температуры, отличной от $t_n = -30^{\circ}\text{C}$, при определении удельных отопительных характеристик следует применять поправочный коэффициент α (см. табл. 5.1).

Таблица 2

Удельные тепловые характеристики административных зданий,
лечебных, культурно-просветительных, детских учреждений

Потребители	Объем здания, тыс. м ³	q_0 при -30 °С, ккал/(ч м ³ °С)	
		отопление q_0	вентиляция q_v
Административные здания	до 5	0,43	0,09
	до 10	0,38	0,08
	до 15	0,35	0,07
	более 15	0,32	0,06
Клубы	до 5	0,37	0,25
	до 10	0,33	0,23
	более 10	0,30	0,2
Кинотеатры	до 5	0,36	0,43
	до 10	0,32	0,39
	более 10	0,30	0,38
Театры	до 10	0,29	0,41
	до 15	0,27	0,40
	до 20	0,22	0,38
	до 30	0,20	0,36
	более 30	0,18	0,31
Универмаги	до 5	0,38	-
	до 10	0,33	0,08
	более 10	0,31	0,27
Детские ясли	до 5	0,38	0,11
	более 5	0,34	0,10
Школы	до 5	0,39	0,09
	до 10	0,35	0,08
	более 10	0,33	0,07
Высшие учебные заведения и техникумы	до 10	0,35	-
	до 15	0,33	0,10
	до 20	0,3	0,08
	более 20	0,24	0,08
Лабораторные корпуса	до 5	0,37	1,00
	до 10	0,35	0,95
	более 10	0,33	0,90
Общежития	до 3	0,42	-
	3-5	0,38	-
	5-10	0,35	-
	10-15	0,31	-
	15-20	0,28	-
Поликлиники и диспансеры	до 5	0,40	-
	до 10	0,36	0,25
	до 15	0,32	0,23
	более 15	0,30	0,22

Потребители	Объем здания, тыс. м ³	q_0 при -30°C , ккал/(ч м ³ °C)	
		отопление q_0	вентиляция q_v
Больницы	до 5	0,40	0,29
	до 10	0,36	0,28
	до 15	0,32	0,26
	более 15	0,30	0,25
Бани	до 5	0,28	1,00
	до 10	0,25	0,95
	более 10	0,23	0,90
Прачечные	до 5	0,38	0,80
	до 10	0,33	0,78
	более 10	0,31	0,75
Предприятия общественного питания, фабрики-кухни	до 5	0,35	0,70
	до 10	0,33	0,65
	более 10	0,30	0,60
Пожарные депо	до 2	0,48	0,14
	до 5	0,46	0,09
	более 5	0,45	0,09
Гаражи	до 2	0,70	-
	до 3	0,60	-
	до 5	0,55	0,70
	более 5	0,50	0,65

Примечание. Для расчетной наружной температуры, отличной от $t_n = -30^{\circ}\text{C}$, при определении удельных отопительных характеристик следует применять поправочный коэффициент α (см. табл. 5.1).

Таблица 3

Удельные тепловые характеристики промышленных зданий

Наименование зданий	Объем зданий, V, тыс.м ³	Удельные тепловые характеристики, ккал/(ч м ³ °С)	
		для отопления q ₀ при -30 °С	для вентиляции q _в
Чугунолитейные цеха	10-15	0,30-0,25	1,10-1,00
	50-100	0,25-0,22	1,00-0,90
	100-150	0,22-0,18	0,90-0,80
Меднолитейные цеха	5-10	0,40-0,35	2,50-2,00
	10-20	0,35-0,25	2,00-1,50
	20-30	0,25-0,20	1,50-1,20
Термические цеха	до 10	0,40-0,30	1,30-1,20
	10-30	0,30-0,25	1,20-1,00
	30-75	0,25-0,20	1,00-0,60
Кузнечные цеха	до 10	0,40-0,30	0,70-0,60
	10-50	0,30-0,25	0,60-0,50
	50-100	0,25-0,15	0,50-0,30
Механосборочные, механические и слесарные отделения инструментальных цехов	5-10	0,55-0,45	0,40-0,25
	10-50	0,45-0,40	0,25-0,15
	50-100	0,40-0,38	0,15-0,12
	100-200	0,38-0,35	0,12-0,08
Деревообделочные цеха	до 5	0,60-0,55	0,60-0,50
	5-10	0,55-0,45	0,50-0,45
	10-50	0,45-0,40	0,45-0,40
Цеха металлических конструкций	50-100	0,38-0,35	0,53-0,45
	100-150	0,35-0,30	0,45-0,35
Цеха покрытий (гальванических и др.)	до 2	0,66-0,60	5,00-4,00
	2-5	0,60-0,55	4,00-3,00
	5-10	0,55-0,45	3,00-2,00
Ремонтные цеха	5-10	0,60-0,50	0,20-0,15
	10-20	0,50-0,45	0,15-0,10
Паровозное депо	до 5	0,70-0,65	0,40-0,30
	5-10	0,65-0,60	0,30-0,25
Котельные цеха	100-250	0,25	0,60
Котельные (отопительные и паровые)	2-5	0,10	0,30-0,50
	5-10	0,10	0,30-0,50
	10-20	0,08	0,20-0,40
Мастерские	5-10	0,50	0,50
	10-15	0,40	0,30
	15-20	0,35	0,25
	20-30	0,30	0,20

Наименование зданий	Объем зданий, V , тыс.м ³	Удельные тепловые характеристики, ккал/(ч м ³ °С)	
		для отопления q_0 при -30 °С	для вентиляции $q_в$
Насосные	до 0,5	1,05	
	0,5-1	1,00	
	1-2	0,60	
	2-3	0,50	
Компрессорные	до 0,5	0,70	
	0,5-1	0,70-0,60	
	1-2	0,60-0,45	
	2-5	0,45-0,40	
	5-10	0,40-0,35	
Газогенераторные	5-10	0,10	1,80
Регенерация масел	2-3	0,75-0,60	0,60-0,50
Склады химикатов, красок и т.п.	до 1	0,85-0,75	-
	1-2	0,75-0,65	-
	2-5	0,65-0,58	0,60-0,45
Бытовые и вспомогательные помещения	0,5-1	0,60-0,45	-
	1-2	0,45-0,40	-
	2-5	0,40-0,33	0,14-0,12
	5-10	0,33-0,30	0,12-0,11
	10-20	0,30-0,25	0,11-0,10
Проходные	до 0,5	1,3-1,2	-
	0,5-2	1,2-0,7	-
	2-5	0,7-0,55	0,15-0,1
Казармы и помещения ВОХР	5-10	0,38-0,33	-
	10-15	0,33-0,31	-

Таблица 4

Укрупненные показатели максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м^2 общей площади q_0 , ккал/ч

Этаж- ность жилой по- стройки	Характе- ристика зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С										
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
Для постройки до 1985 г.												
1 - 2	Без учета и внедрения энергосбе- регающих мероприя- тий	127,3	132,4	137,6	176,3	183,2	197,8	201,2	203,8	208,1	219,3	233,1
3 - 4		81,7	87,7	93,7	100,6	108,4	115,2	123,8	129,0	137,6	145,3	153,9
5 и более		55,9	60,2	66,2	67,9	74,0	75,7	84,3	87,7	93,7	98,9	104,9
1 - 2	С учетом внедрения энергосбе- регающих мероприя- тий	126,4	131,6	137,6	166,8	172,9	187,5	190,9	193,5	197,8	208,1	221,0
3 - 4		77,4	83,4	88,6	95,5	102,3	110,1	117,8	120,4	130,7	137,6	147,1
5 и более		55,9	59,3	62,8	64,5	70,5	75,7	79,1	82,6	88,6	93,7	99,8
Для постройки после 1985 г.												
1 - 2	По новым типовым проектам	124,7	130,7	136,7	142,8	148,8	152,2	154,8	160,8	166,8	172,0	178,9
3 - 4		63,6	68,8	74,0	78,3	83,4	86,9	88,6	93,7	99,8	105,8	111,8
5 и более		55,9	57,6	60,2	62,8	69,7	74,8	74,8	81,7	86,0	87,7	92,9

Примечания: 1. Энергосберегающие мероприятия обеспечиваются проведением работ по утеплению зданий при капитальных и текущих ремонтах, направленных на снижение тепловых потерь.

2. Укрупненные показатели зданий по новым типовым проектам приведены с учетом внедрения прогрессивных архитектурно-планировочных решений и применения строительных конструкций с улучшенными теплофизическими свойствами, обеспечивающими снижение тепловых потерь.

Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал}$	
	в деревянном или ПВХ-переплете	в алюминиевом переплете
1. Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах	0,47	-
2. Двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах	0,64	-
3. Двойное остекление из обычного стекла в отдельных переплетах	0,51	0,40
4. Двойное остекление с твердым селективным покрытием в отдельных переплетах	0,66	0,52
5. Блок стеклянный пустотный (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194×194×98 244×244×94	0,00 0,36 0,38	 0,47 (без переплета) 0,52 (без переплета)
6. Профильное стекло коробчатого сечения	0,36	0,58 (без переплета)
7. Двойное остекление из органического стекла для зенитных фонарей	0,42	-
8. Тройное остекление из органического стекла для зенитных фонарей	0,60	-
9. Тройное остекление из обычного стекла в отдельно-спаренных переплетах	0,64	0,53
10. Тройное остекление с твердым селективным покрытием в отдельно-спаренных переплетах	0,70	0,58
11. Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	0,41 0,59 0,65	0,40 0,50 0,55
12. Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного (с межстекольным расстоянием 8 мм) обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,58 0,63	0,50 0,52

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче R_0 , м ² ·ч °С/ккал	
	в деревянном или ПВХ-переплете	в алюминиевом переплете
с твердым селективным покрытием	0,67	0,56
с мягким селективным покрытием	0,79	0,60
с твердым селективным покрытием и за- полнением аргоном	0,76	0,62
13. Обычное стекло и однокамерный стек- лопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,65	0,58
с твердым селективным покрытием	0,76	0,65
с мягким селективным покрытием	0,84	0,70
с твердым селективным покрытием и за- полнением аргоном	0,80	0,70
14. Обычное стекло и двухкамерный стек- лопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,76	-
с твердым селективным покрытием	0,84	-
с мягким селективным покрытием	0,93	-
с твердым селективным покрытием и за- полнением аргоном	0,95	-
15. Два однокамерных стеклопакета в спа- ренных переплетах	0,81	-
16. Два однокамерных стеклопакета в раз- дельных переплетах	0,87	-
17. Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах	0,93	-

**Теплотехнические показатели
строительных материалов и конструкций**

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по зонам А или Б)				
	плотность γ_n , кг/м ³	удельная теплоемкость c_{00} (ккал/ч)/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_{00} (ккал/ч)/(м·°С)	теплопроводности λ , (ккал/ч)/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , (ккал/ч)/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	
И. Бетоны и растворы								
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>								
1. Железобетон	2500	0,20	1,45	1,65	1,75	15,46	16,30	0,03
2. Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,20	1,30	1,50	1,60	14,42	15,38	0,03
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях</i>								
3. Туфобетон	1800	0,20	0,55	0,75	0,85	9,79	11,00	0,090
4. "	1600	0,20	0,45	0,60	0,70	8,27	9,38	0,11
5. "	1400	0,20	0,35	0,45	0,50	6,67	7,42	0,11
6. "	1200	0,20	0,25	0,35	0,40	5,49	6,19	0,12
7. Пемзобетон	1600	0,20	0,45	0,53	0,58	7,34	8,00	0,075
8. "	1400	0,20	0,36	0,42	0,46	6,11	6,67	0,083
9. "	1200	0,20	0,29	0,34	0,37	5,11	5,51	0,098
10. "	1000	0,20	0,22	0,26	0,29	4,03	4,47	0,11
11. "	800	0,20	0,16	0,19	0,22	3,10	3,50	0,12
12. Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,20	0,45	0,55	0,60	7,91	8,72	0,075
13. То же	1400	0,20	0,35	0,45	0,50	6,67	7,42	0,083
14. "	1200	0,20	0,28	0,35	0,40	5,49	6,19	0,090
15. "	1000	0,20	0,21	0,25	0,30	4,21	4,88	0,098
16. "	800	0,20	0,17	0,20	0,25	3,35	3,96	0,11
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>								
17. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,20	0,57	0,69	0,79	9,03	10,60	0,090
18. То же	1600	0,20	0,50	0,58	0,68	7,79	9,26	0,090
19. "	1400	0,20	0,40	0,48	0,56	6,67	7,86	0,098
20. "	1200	0,20	0,31	0,38	0,45	5,47	6,51	0,11
21. "	1000	0,20	0,23	0,28	0,35	4,33	5,27	0,14
22. "	800	0,20	0,18	0,21	0,27	3,29	4,10	0,19
23. "	600	0,20	0,14	0,17	0,22	2,61	3,25	0,26
24. "	500	0,20	0,12	0,15	0,20	2,19	2,80	0,30
25. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,20	0,35	0,45	0,50	5,82	6,64	0,075
26. То же	1000	0,20	0,28	0,35	0,40	4,72	5,46	0,075
27. "	800	0,20	0,20	0,25	0,30	3,55	4,21	0,075
28. Керамзитобетон на перлитовом	1000	0,20	0,24	0,30	0,35	4,79	5,53	0,15

вом песке								
29. То же	800	0,20	0,19	0,25	0,30	3,90	4,58	0,17
30. Шунгизитобетон	1400	0,20	0,42	0,48	0,55	6,53	7,40	0,098
31. "	1200	0,20	0,31	0,38	0,43	5,36	6,05	0,11
32. "	1000	0,20	0,23	0,28	0,33	4,23	4,82	0,14
33. Перлитобетон	1200	0,20	0,25	0,38	0,43	5,99	6,89	0,15
34. "	1000	0,20	0,19	0,28	0,33	4,73	5,49	0,19
35. "	800	0,20	0,14	0,23	0,28	3,83	4,58	0,26
36. "	600	0,20	0,10	0,16	0,20	2,79	3,30	0,30
37. Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,20	0,45	0,54	0,65	8,02	9,31	0,075
38. То же	1600	0,20	0,35	0,45	0,54	6,86	7,99	0,090
39. "	1400	0,20	0,30	0,38	0,45	5,91	6,79	0,098
40. "	1200	0,20	0,25	0,32	0,38	5,01	5,79	0,11
41. "	1000	0,20	0,20	0,27	0,32	4,19	4,84	0,11
42. Шлакопемзопено- и шлако- пемзогазобетон	1600	0,20	0,40	0,54	0,60	7,99	8,87	0,09
43. То же	1400	0,20	0,30	0,45	0,50	6,79	7,55	0,098
44. "	1200	0,20	0,25	0,35	0,40	5,58	6,29	0,11
45. "	1000	0,20	0,20	0,30	0,35	4,71	5,37	0,11
46. "	800	0,20	0,15	0,25	0,30	3,84	4,43	0,13
47. Бетон на доменных гранули- рованных шлаках	1800	0,20	0,50	0,60	0,70	8,45	9,61	0,083
48. То же	1600	0,20	0,40	0,50	0,55	7,25	8,06	0,09
49. "	1400	0,20	0,35	0,45	0,50	6,42	7,17	0,098
50. "	1200	0,20	0,30	0,40	0,45	5,65	6,29	0,11
51. Аглопоритобетоны на топливных (котельных) шла- ках	1800	0,20	0,60	0,73	0,80	9,31	10,23	0,075
52. То же	1600	0,20	0,50	0,62	0,67	8,08	8,89	0,083
53. "	1400	0,20	0,40	0,51	0,56	6,81	7,59	0,09
54. "	1200	0,20	0,30	0,41	0,46	5,71	6,41	0,11
55. "	1000	0,20	0,25	0,33	0,38	4,64	5,28	0,14
56. Бетон на зольном гравии	1400	0,20	0,40	0,45	0,50	6,42	7,17	0,09
57. То же	1200	0,20	0,30	0,35	0,40	5,28	5,98	0,11
58. "	1000	0,20	0,21	0,26	0,30	4,12	4,71	0,12
59. Вермикулитобетон	800	0,20	0,18	0,20	0,22	3,41	3,94	-
60. "	600	0,20	0,12	0,14	0,15	2,47	2,76	0,15
61. "	400	0,20	0,08	0,09	0,11	1,67	1,97	0,19
62. "	300	0,20	0,07	0,08	0,09	1,31	1,57	0,23
<i>Г. Бетоны ячеистые</i>								
63. Газо- и пенобетон газо- и пе- носиликат	1000	0,20	0,25	0,35	0,40	5,27	6,10	0,11
64. То же	800	0,20	0,18	0,28	0,32	4,23	4,84	0,14
65. "	600	0,20	0,12	0,19	0,22	2,89	3,36	0,17
66. "	400	0,20	0,09	0,12	0,13	1,88	2,08	0,23
67. "	300	0,20	0,07	0,09	0,11	1,44	1,68	0,26
68. Газо- и пенозолобетон	1200	0,20	0,25	0,45	0,50	7,03	8,14	0,075
69. То же	1000	0,20	0,20	0,38	0,43	5,90	6,89	0,098
70. "	800	0,20	0,15	0,30	0,35	4,71	5,58	0,12
<i>Д. Цементные, известковые и гипсовые растворы</i>								
71. Цементно-песчаный	1800	0,20	0,50	0,65	0,80	8,26	9,54	0,09
72. Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,20	0,45	0,60	0,75	7,70	8,96	0,098
73. Известково-песчаный	1600	0,20	0,40	0,60	0,70	7,47	8,39	0,12
74. Цементно-шлаковый	1400	0,20	0,35	0,45	0,55	6,02	6,97	0,11
75. "	1200	0,20	0,30	0,40	0,50	5,30	6,15	0,14
76. Цементно-перлитовый	1000	0,20	0,18	0,22	0,26	3,99	4,66	0,15

77. "	800	0,20	0,14	0,18	0,22	3,21	3,88	0,16
78. Гипсо-перлитовый	600	0,20	0,12	0,16	0,20	2,79	3,30	0,17
79. Поризованный гипсоперлитовый	500	0,20	0,10	0,13	0,16	2,10	2,54	0,43
80. То же	400	0,20	0,08	0,11	0,13	1,75	2,02	0,53
81. Плиты из гипса	1200	0,20	0,30	0,35	0,40	5,17	5,76	0,098
82. То же	1000	0,20	0,20	0,25	0,30	3,97	4,54	0,11
83. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,20	0,13	0,16	0,18	2,87	3,15	0,075
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем								
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>								
84. Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	1800	0,21	0,48	0,60	0,70	7,91	8,70	0,11
85. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,21	0,45	0,55	0,65	7,43	8,34	0,12
86. Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,21	0,40	0,50	0,60	6,95	7,94	0,15
87. Силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчаном растворе	1800	0,21	0,60	0,65	0,75	8,40	9,37	0,11
88. Трепельного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	1200	0,21	0,30	0,40	0,45	5,38	5,58	0,19
89. То же	1000	0,21	0,25	0,35	0,40	4,60	5,13	0,23
90. Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,21	0,45	0,55	0,60	6,98	7,53	0,11
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>								
91. Керамического плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,21	0,40	0,50	0,55	6,80	7,29	0,14
92. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,21	0,35	0,45	0,50	6,03	6,50	0,16
93. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,21	0,30	0,40	0,45	5,30	5,69	0,17
94. Силикатного одиннадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,21	0,55	0,60	0,70	7,39	8,28	0,13
95. Силикатного четырнадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,21	0,45	0,55	0,65	6,82	7,75	0,14
<i>В. Облицовка природным камнем</i>								
96. Гранит, гнейс и базальт	2800	0,21	3,00	3,00	3,00	21,53	21,53	0,008
97. Мрамор	2800	0,21	2,50	2,50	2,50	19,66	19,66	0,008
98. Известняк	2000	0,21	0,80	1,00	1,10	10,98	11,78	0,06
99. "	1800	0,21	0,60	0,80	0,90	9,33	10,12	0,075
100. "	1600	0,21	0,50	0,63	0,70	7,79	8,39	0,09
101. "	1400	0,21	0,42	0,48	0,50	6,38	6,64	0,11
102. Туф	2000	0,21	0,65	0,80	0,90	10,04	11,11	0,075
103. "	1800	0,21	0,48	0,60	0,70	8,26	9,25	0,083
104. "	1600	0,21	0,35	0,45	0,55	6,72	7,76	0,09
105. "	1400	0,21	0,28	0,37	0,45	5,71	6,54	0,098
106. "	1200	0,21	0,23	0,30	0,35	4,77	5,38	0,11
107. "	1000	0,21	0,18	0,21	0,25	3,61	4,13	0,11
III. Дерево, изделия из него и								

других природных органических материалов								
108. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486-66**, ГОСТ 9463-72*)	500	0,55	0,08	0,12	0,15	3,33	3,90	0,06
109. Сосна и ель вдоль волокон	500	0,55	0,15	0,25	0,30	4,78	5,44	0,32
110. Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71*, ГОСТ 2695-83)	700	0,55	0,09	0,15	0,20	4,30	5,04	0,05
111. Дуб вдоль волокон	700	0,55	0,20	0,30	0,35	5,93	6,73	0,30
112. Фанера клееная (ГОСТ 3916-69)	600	0,55	0,10	0,13	0,15	3,63	4,07	0,02
113. Картон облицовочный	1000	0,55	0,15	0,18	0,20	5,33	5,81	0,06
114. Картон строительный многослойный (ГОСТ 4408-75*)	650	0,55	0,11	0,13	0,15	3,66	4,21	0,083
115. Плиты древесно-волоконистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598-74*, ГОСТ 10632-77*)	1000	0,55	0,13	0,20	0,25	5,81	6,62	0,12
116. То же	800	0,55	0,11	0,16	0,20	4,72	5,27	0,12
117. "	600	0,55	0,09	0,11	0,14	3,38	3,81	0,13
118. "	400	0,55	0,07	0,09	0,11	2,54	2,80	0,19
119. "	200	0,55	0,05	0,06	0,07	1,44	1,56	0,24
120. Плиты фибролитовые (ГОСТ 8928-81) и арболит (ГОСТ 19222-84) на портланд-цементе	800	0,55	0,14	0,21	0,26	5,31	6,16	0,11
121. То же	600	0,55	0,10	0,15	0,20	3,98	4,67	0,11
122. "	400	0,55	0,07	0,11	0,14	2,76	3,18	0,26
123. "	300	0,55	0,06	0,09	0,12	2,20	2,57	0,30
124. Плиты камышитовые	300	0,55	0,06	0,08	0,12	1,99	2,57	0,45
125. То же	200	0,55	0,05	0,06	0,08	1,44	1,69	0,49
126. Плиты торфяные теплоизоляционные (ГОСТ 4861-74)	300	0,55	0,06	0,06	0,07	1,82	2,01	0,19
127. То же	200	0,55	0,04	0,05	0,06	1,38	1,47	0,49
128. Пакля	150	0,55	0,04	0,05	0,06	1,12	1,26	0,49
IV. Теплоизоляционные материалы								
<i>А. Минераловатные и стекловолокнистые</i>								
129. Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-76) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573-82)	125	0,20	0,05	0,06	0,06	0,63	0,71	0,30
130. То же	75	0,20	0,04	0,05	0,06	0,47	0,52	0,49
131. "	50	0,20	0,04	0,04	0,05	0,36	0,41	0,53
132. Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573-82, ГОСТ 10140-80, ГОСТ 12394-66)	350	0,20	0,08	0,08	0,09	1,26	1,48	0,38
133. То же	300	0,20	0,07	0,07	0,08	1,14	1,24	0,41
134. "	200	0,20	0,06	0,07	0,07	0,87	0,95	0,49
135. "	100	0,20	0,05	0,05	0,06	0,55	0,63	0,56
136. "	50	0,20	0,04	0,04	0,05	0,36	0,41	0,60
137. Плиты минераловатные повышенной жесткости на органическом связующем (ТУ 21-РСФСР-3-72-76)	200	0,20	0,06	0,06	0,07	0,81	0,87	0,45
138. Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем (ТУ 400-1-61-74 Мосгорисполкома)	200	0,20	0,06	0,07	0,07	0,87	0,95	0,38

139. То же	125	0,20	0,05	0,05	0,06	0,60	0,67	0,38
140. Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499-78)	50	0,20	0,05	0,05	0,06	0,38	0,43	0,60
141. Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	0,20	0,05	0,06	0,06	0,69	0,77	0,53
<i>Б. Полимерные</i>								
142. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	150	0,32	0,04	0,04	0,05	0,77	0,85	0,05
143. То же	100	0,32	0,04	0,04	0,04	0,56	0,71	0,05
144. Пенополистирол (ГОСТ 15588-70*)	40	0,32	0,03	0,04	0,04	0,35	0,42	0,05
145. Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	0,30	0,04	0,05	0,06	0,74	0,85	0,23
146. То же	100 и менее	0,30	0,04	0,04	0,04	0,58	0,69	0,23
147. Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67-98-75, ТУ 67-87-75)	80	0,35	0,04	0,04	0,04	0,58	0,60	0,05
148. То же	60	0,35	0,03	0,04	0,04	0,46	0,47	0,05
149. "	40	0,35	0,02	0,03	0,03	0,34	0,36	0,05
150. Плиты из резольноформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916-75)	100	0,40	0,04	0,04	0,07	0,73	1,01	0,15
151. То же	75	0,40	0,04	0,04	0,06	0,62	0,84	0,23
152. "	50	0,40	0,04	0,04	0,06	0,51	0,66	0,23
153. "	40	0,40	0,03	0,04	0,05	0,41	0,57	0,23
154. Перлитопласт-бетон (ТУ 480-1-145-74)	200	0,25	0,04	0,04	0,05	0,80	0,87	0,008
155. То же	100	0,25	0,03	0,04	0,04	0,50	0,57	0,008
156. Перлитофосфогелевые изделия (ГОСТ 21500-76)	300	0,25	0,07	0,07	0,10	1,23	1,74	0,20
157. То же	200	0,25	0,06	0,06	0,08	0,95	1,23	0,23
<i>В. Засыпки</i>								
158. Гравий керамзитовый (ГОСТ 9759-83)	800	0,20	0,15	0,18	0,20	2,89	3,10	0,21
159. То же	600	0,20	0,12	0,15	0,17	2,25	2,50	0,23
160. "	400	0,20	0,10	0,11	0,12	1,61	1,71	0,24
161. "	300	0,20	0,09	0,10	0,11	1,34	1,43	0,25
162. "	200	0,20	0,09	0,09	0,10	1,05	1,12	0,26
163. Гравий шунгзитовый (ГОСТ 19345-83)	800	0,20	0,14	0,17	0,20	2,82	3,16	0,21
164. То же	600	0,20	0,11	0,14	0,17	2,18	2,55	0,22
165. "	400	0,20	0,09	0,11	0,12	1,61	1,75	0,23
166. Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578-76), шлаковой пемзы (ГОСТ 9760-75) и аглопорита (ГОСТ 11991-83)	800	0,20	0,15	0,18	0,22	2,89	3,29	0,21
167. То же	600	0,20	0,13	0,15	0,18	2,32	2,56	0,23
168. "	400	0,20	0,09	0,12	0,14	1,67	1,82	0,24
169. Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832-83)	600	0,20	0,09	0,10	0,10	1,78	1,89	0,26
170. То же	400	0,20	0,07	0,07	0,08	1,29	1,34	0,30
171. "	200	0,20	0,06	0,07	0,07	0,85	0,89	0,34
172. Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865-67)	200	0,20	0,07	0,08	0,09	0,93	1,07	0,23

173. То же	100	0,20	0,06	0,07	0,07	0,60	0,65	0,30
174. Песок для строительных работ (ГОСТ 8736-77*)	1600	0,20	0,30	0,40	0,50	5,98	6,80	0,17
<i>Г. Пеностекло или газо-стекло</i>								
175. Пеностекло или газо-стекло (ТУ 21-БССР-86-73)	400	0,20	0,09	0,10	0,12	1,51	1,67	0,02
176. То же	300	0,20	0,08	0,09	0,10	1,26	1,34	0,02
177. "	200	0,20	0,06	0,07	0,08	0,87	0,95	0,03
V. Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов								
<i>А. Асбесто-цементные</i>								
178. Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124-75*)	1800	0,20	0,30	0,40	0,45	6,49	6,98	0,03
179. То же	1600	0,20	0,20	0,30	0,35	5,28	5,85	0,03
<i>Б. Битумные</i>								
180. Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	1400	0,40	0,23	0,23	0,23	5,85	5,85	0,008
181. То же	1200	0,40	0,19	0,19	0,19	4,89	4,89	0,008
182. "	1000	0,40	0,15	0,15	0,15	3,92	3,92	0,008
183. Асфальтобетон (ГОСТ 9128-84)	2100	0,40	0,90	0,90	0,90	14,13	14,13	0,008
184. Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136-80)	400	0,40	0,10	0,10	0,11	2,11	2,23	0,04
185. То же	300	0,40	0,06	0,08	0,09	1,58	1,68	0,04
186. Рубероид (ГОСТ 10923-82), пергамин (ГОСТ 2697-83), толь (ГОСТ 10999-76*)	600	0,40	0,15	0,15	0,15	3,04	3,04	--
<i>В. Линолеумы</i>								
187. Линолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79)	1800	0,35	0,33	0,33	0,33	7,36	7,36	0,002
188. То же	1600	0,35	0,28	0,28	0,28	6,47	6,47	0,002
189. Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове (ГОСТ 7251-77)	1800	0,35	0,30	0,30	0,30	7,07	7,07	0,002
190. То же	1600	0,35	0,25	0,25	0,25	6,06	6,06	0,002
191. "	1400	0,35	0,20	0,20	0,20	5,05	5,05	0,002
VI. Металлы и стекло								
192. Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884-81)	7850	0,12	49,88	49,88	49,88	108,79	108,79	0
193. Чугун	7200	0,12	43,00	43,00	43,00	96,75	96,75	0
194. Алюминий (ГОСТ 22233-83)	2600	0,20	190,06	190,06	190,06	161,34	161,34	0
195. Медь (ГОСТ 859-78*)	8500	0,10	350,02	350,02	350,02	280,36	280,36	0
196. Стекло оконное (ГОСТ 111-78)	2500	0,20	0,65	0,65	0,65	9,28	9,28	0

Примечание. Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности определяются как А или Б и принимаются по СНиП 23-02-2003.

**Сопротивление воздухопроницанию
материалов и конструкций**

№ п/п	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию R_w , м ² ·ч·Па/кг
1.	Бетон сплошной (без швов)	100	19 620
2.	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3.	Известняк-ракушечник	500	6
4.	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
6.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
7.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
9.	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	-	2
10.	Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11.	Кладка из легкобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12.	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13.	Обои бумажные обычные	-	20
14.	Обшивка из обрезных досок, соединенных в притык или в четверть	20-25	0,1
15.	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16.	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
17.	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18.	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19.	Обшивка из жестких древесно-волоконистых листов с заделкой швов	10	3,3
20.	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21.	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22.	Пенобетон неавтоклавный	100	196
23.	Пенополистирол	50-100	79
24.	Пеностекло сплошное (без швов)	120	Воздухонепроницаемые
25.	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26.	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаемые
27.	Толь	1,5	490
28.	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29.	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30.	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31.	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32.	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33.	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17
34.	То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35.	То же, 1100-1300 кг/м ³	250-450	390-590
36.	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

Примечания: 1. Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящем приложении сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²·ч·Па/кг.

2. Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

3. Для материалов и конструкций, не указанных в настоящем приложении, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

Приложение 5

Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов систем водяного отопления q
(вертикальных - верхняя, горизонтальных - нижняя строка)

$t - t_0$, °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы q , Вт/м, при $t - t_0$, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	10	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>22</u>
		22	23	23	24	25	26	28	28	29	30
	15	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>28</u>
		26	28	29	30	31	32	34	35	36	37
	20	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>
		32	34	35	36	38	39	41	42	43	44
	25	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>43</u>
39		41	43	44	45	47	49	51	52	53	
32	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>47</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>54</u>	
	47	50	52	54	56	58	60	63	64	67	
40	<u>51</u>	<u>53</u>	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>63</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>69</u>	<u>72</u>	
	53	56	58	60	63	65	67	69	72	74	
50	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>63</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>69</u>	<u>72</u>	<u>74</u>	<u>77</u>	
	65	67	69	73	77	78	81	84	87	90	
40	10	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>25</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>28</u>	<u>29</u>
		31	32	32	34	35	36	37	38	39	41
	15	<u>28</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>
		38	39	41	42	43	44	44	46	47	49
	20	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>46</u>
		43	47	50	52	53	55	57	58	59	60
	25	<u>44</u>	<u>46</u>	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>	<u>56</u>	<u>58</u>
57		59	63	65	66	68	71	72	74	75	
32	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>71</u>	<u>73</u>	
	74	77	79	81	84	86	89	92	94	96	
40	<u>64</u>	<u>66</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>	<u>74</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>82</u>	
	77	79	80	84	86	88	89	92	94	97	
50	<u>79</u>	<u>82</u>	<u>85</u>	<u>87</u>	<u>88</u>	<u>93</u>	<u>95</u>	<u>97</u>	<u>100</u>	<u>103</u>	
	93	95	99	101	105	107	110	113	115	118	
50	10	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>
		41	42	42	44	45	46	47	49	50	50
	15	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>41</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>46</u>
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>54</u>	<u>56</u>	<u>57</u>	<u>58</u>
		63	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>62</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>	<u>73</u>
73		74	76	79	80	82	85	86	88	91	
32	<u>74</u>	<u>76</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>82</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>91</u>	<u>92</u>	
	91	92	94	96	99	101	103	106	108	112	
40	<u>85</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>91</u>	<u>93</u>	<u>96</u>	<u>97</u>	<u>99</u>	<u>101</u>	<u>103</u>	
	100	102	106	108	110	113	116	118	121	124	
50	<u>106</u>	<u>108</u>	<u>111</u>	<u>114</u>	<u>117</u>	<u>120</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>	<u>131</u>	
	122	125	129	132	135	138	141	144	148	151	
60	10	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>42</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>44</u>	<u>45</u>
		52	52	53	54	56	57	58	59	60	62
	15	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>	<u>55</u>	<u>56</u>	<u>57</u>
		63	65	66	67	69	70	71	73	74	75
20	<u>59</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>	
	77	79	80	81	83	85	86	88	89	92	
25	<u>74</u>	<u>76</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>81</u>	<u>83</u>	<u>85</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>89</u>	

$t - t_0$, °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы q , Вт/м, при $t - t_0$, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
	32	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>98</u>	<u>100</u>	<u>102</u>	<u>105</u>	<u>106</u>	<u>108</u>	<u>110</u>	<u>113</u>
		114	115	118	121	123	125	128	130	132	135
	40	<u>107</u>	<u>109</u>	<u>111</u>	<u>114</u>	<u>116</u>	<u>119</u>	<u>121</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>
127		29	132	135	137	141	143	145	149	151	
50	<u>134</u>	<u>137</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>146</u>	<u>149</u>	<u>152</u>	<u>156</u>	<u>158</u>	<u>162</u>	
	155	157	160	164	167	171	174	177	182	185	
70	10	<u>46</u>	<u>48</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>
		63	64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	<u>74</u>	<u>75</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>81</u>	<u>83</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>87</u>
		93	95	96	97	100	102	103	105	107	108
	25	<u>93</u>	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>97</u>	<u>100</u>	<u>101</u>	<u>103</u>	<u>107</u>	<u>107</u>	<u>109</u>
113		114	116	118	121	123	125	128	128	131	
32	<u>117</u>	<u>119</u>	<u>121</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>	<u>130</u>	<u>133</u>	<u>135</u>	<u>137</u>	
	138	141	143	145	148	151	153	156	159	162	
40	<u>132</u>	<u>135</u>	<u>137</u>	<u>140</u>	<u>143</u>	<u>145</u>	<u>148</u>	<u>151</u>	<u>152</u>	<u>154</u>	
	155	157	160	163	166	168	172	174	178	180	
50	<u>165</u>	<u>167</u>	<u>171</u>	<u>174</u>	<u>178</u>	<u>180</u>	<u>185</u>	<u>187</u>	<u>191</u>	<u>194</u>	
	187	191	194	198	202	205	208	213	215	218	
80	10	<u>56</u>	<u>57</u>	<u>58</u>	<u>58</u>	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>
		75	75	78	79	80	81	82	84	85	86
	15	<u>71</u>	<u>72</u>	<u>73</u>	<u>74</u>	<u>75</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>81</u>	<u>81</u>
		92	93	94	96	98	100	101	101	102	105
	20	<u>88</u>	<u>89</u>	<u>92</u>	<u>93</u>	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>98</u>	<u>99</u>	<u>101</u>	<u>102</u>
		109	111	114	115	117	120	121	123	125	127
	25	<u>110</u>	<u>113</u>	<u>114</u>	<u>116</u>	<u>119</u>	<u>120</u>	<u>122</u>	<u>124</u>	<u>125</u>	<u>128</u>
134		136	138	141	143	145	146	149	151	153	
32	<u>139</u>	<u>142</u>	<u>144</u>	<u>146</u>	<u>149</u>	<u>151</u>	<u>153</u>	<u>156</u>	<u>158</u>	<u>162</u>	
	164	166	170	172	174	178	180	182	186	188	
40	<u>158</u>	<u>160</u>	<u>165</u>	<u>166</u>	<u>169</u>	<u>173</u>	<u>174</u>	<u>177</u>	<u>180</u>	<u>182</u>	
	184	186	189	192	195	198	201	204	208	210	
50	<u>196</u>	<u>200</u>	<u>203</u>	<u>207</u>	<u>210</u>	<u>214</u>	<u>217</u>	<u>221</u>	<u>224</u>	<u>228</u>	
	223	227	230	235	238	242	246	250	253	257	
90	10	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>71</u>	<u>72</u>	<u>72</u>	<u>73</u>	<u>74</u>
		87	88	91	91	93	93	95	96	97	99
	15	<u>82</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>87</u>	<u>88</u>	<u>89</u>	<u>91</u>	<u>92</u>	<u>93</u>	<u>94</u>
		107	108	110	112	114	115	117	119	120	122
	20	<u>103</u>	<u>106</u>	<u>107</u>	<u>108</u>	<u>110</u>	<u>112</u>	<u>114</u>	<u>115</u>	<u>116</u>	<u>118</u>
		128	131	132	135	137	138	141	143	144	146
	25	<u>130</u>	<u>131</u>	<u>134</u>	<u>136</u>	<u>137</u>	<u>138</u>	<u>139</u>	<u>142</u>	<u>146</u>	<u>148</u>
156		158	160	163	164	167	170	172	175	177	
32	<u>164</u>	<u>166</u>	<u>168</u>	<u>172</u>	<u>173</u>	<u>175</u>	<u>179</u>	<u>181</u>	<u>184</u>	<u>186</u>	
	191	194	196	200	201	204	208	212	214	216	
40	<u>186</u>	<u>188</u>	<u>190</u>	<u>194</u>	<u>196</u>	<u>200</u>	<u>202</u>	<u>206</u>	<u>208</u>	<u>212</u>	
	214	217	220	223	227	229	232	236	238	242	
50	<u>231</u>	<u>235</u>	<u>238</u>	<u>243</u>	<u>246</u>	<u>250</u>	<u>253</u>	<u>257</u>	<u>260</u>	<u>264</u>	
	260	265	270	272	275	280	284	288	293	296	
100	10	<u>75</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>80</u>	<u>81</u>	<u>82</u>	<u>83</u>	<u>84</u>	<u>85</u>
		101	102	103	105	106	107	108	110	112	113
	15	<u>95</u>	<u>97</u>	<u>99</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>101</u>	<u>102</u>	<u>103</u>	<u>105</u>	<u>106</u>
122		124	126	128	129	131	134	135	136	138	
20	<u>120</u>	<u>122</u>	<u>123</u>	<u>124</u>	<u>127</u>	<u>129</u>	<u>130</u>	<u>132</u>	<u>134</u>	<u>136</u>	

$t - t_0,$ °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы q , Вт/м, при $t - t_0$, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		149	152	155	156	158	159	162	164	166	169
	25	<u>149</u> 180	<u>150</u> 182	<u>152</u> 186	<u>154</u> 188	<u>157</u> 191	<u>159</u> 194	<u>162</u> 195	<u>164</u> 199	<u>166</u> 200	<u>167</u> 203
	32	<u>188</u> 222	<u>191</u> 224	<u>193</u> 228	<u>196</u> 231	<u>199</u> 235	<u>202</u> 237	<u>204</u> 239	<u>206</u> 243	<u>209</u> 246	<u>212</u> 250
	40	<u>214</u> 246	<u>217</u> 250	<u>220</u> 253	<u>223</u> 257	<u>227</u> 260	<u>230</u> 265	<u>233</u> 267	<u>236</u> 271	<u>239</u> 274	<u>242</u> 278
	50	<u>268</u> 300	<u>272</u> 305	<u>275</u> 309	<u>279</u> 314	<u>284</u> 318	<u>287</u> 322	<u>292</u> 327	<u>295</u> 330	<u>299</u> 335	<u>303</u> 339
110	10	<u>86</u> 113	<u>87</u> 115	<u>88</u> 116	<u>89</u> 118	<u>90</u> 119	<u>91</u> 120	<u>93</u> 122	<u>94</u> 124	<u>95</u> 125	<u>96</u> 126
	15	<u>108</u> 139	<u>109</u> 140	<u>110</u> 142	<u>111</u> 144	<u>113</u> 145	<u>115</u> 147	<u>116</u> 149	<u>117</u> 151	<u>118</u> 153	<u>120</u> 154
	20	<u>136</u> 169	<u>137</u> 171	<u>139</u> 173	<u>140</u> 175	<u>142</u> 177	<u>144</u> 180	<u>146</u> 182	<u>148</u> 184	<u>150</u> 187	<u>152</u> 189
	25	<u>169</u> 205	<u>172</u> 208	<u>174</u> 211	<u>176</u> 214	<u>178</u> 216	<u>180</u> 219	<u>182</u> 221	<u>184</u> 224	<u>187</u> 227	<u>189</u> 230
	32	<u>207</u> 244	<u>210</u> 246	<u>212</u> 251	<u>216</u> 254	<u>218</u> 258	<u>222</u> 260	<u>224</u> 262	<u>226</u> 266	<u>229</u> 269	<u>232</u> 274
	40	<u>235</u> 271	<u>239</u> 275	<u>242</u> 278	<u>245</u> 282	<u>249</u> 286	<u>253</u> 291	<u>256</u> 293	<u>259</u> 297	<u>262</u> 300	<u>265</u> 304
	50	<u>295</u> 330	<u>299</u> 335	<u>302</u> 339	<u>306</u> 345	<u>312</u> 349	<u>315</u> 354	<u>321</u> 359	<u>324</u> 362	<u>327</u> 368	<u>330</u> 370
120	10	<u>98</u> 128	<u>99</u> 130	<u>100</u> 131	<u>101</u> 133	<u>102</u> 135	<u>104</u> 136	<u>105</u> 138	<u>106</u> 140	<u>107</u> 141	<u>108</u> 143
	15	<u>122</u> 156	<u>123</u> 158	<u>124</u> 160	<u>126</u> 162	<u>128</u> 164	<u>129</u> 166	<u>130</u> 168	<u>132</u> 170	<u>134</u> 172	<u>135</u> 173
	20	<u>154</u> 191	<u>156</u> 193	<u>157</u> 195	<u>159</u> 198	<u>160</u> 200	<u>162</u> 202	<u>164</u> 205	<u>166</u> 207	<u>168</u> 209	<u>170</u> 212
	25	<u>192</u> 233	<u>194</u> 235	<u>197</u> 238	<u>199</u> 241	<u>201</u> 244	<u>204</u> 247	<u>206</u> 249	<u>208</u> 252	<u>211</u> 255	<u>213</u> 257
	32	<u>226</u> 266	<u>229</u> 269	<u>231</u> 273	<u>234</u> 276	<u>237</u> 280	<u>240</u> 282	<u>242</u> 284	<u>244</u> 288	<u>247</u> 291	<u>251</u> 295
	40	<u>257</u> 295	<u>260</u> 300	<u>263</u> 302	<u>266</u> 307	<u>270</u> 310	<u>274</u> 315	<u>277</u> 317	<u>280</u> 321	<u>283</u> 325	<u>286</u> 329
	50	<u>321</u> 360	<u>326</u> 366	<u>329</u> 369	<u>333</u> 375	<u>338</u> 379	<u>341</u> 383	<u>347</u> 388	<u>350</u> 391	<u>354</u> 397	<u>358</u> 401
130	10	<u>97</u> 131	<u>100</u> 132	<u>101</u> 133	<u>102</u> 135	<u>103</u> 136	<u>104</u> 137	<u>105</u> 138	<u>106</u> 141	<u>107</u> 143	<u>108</u> 144
	15	<u>123</u> 159	<u>125</u> 160	<u>128</u> 163	<u>129</u> 165	<u>129</u> 166	<u>130</u> 168	<u>130</u> 171	<u>132</u> 173	<u>134</u> 174	<u>135</u> 176
	20	<u>156</u> 194	<u>158</u> 197	<u>159</u> 200	<u>160</u> 201	<u>163</u> 203	<u>166</u> 204	<u>167</u> 208	<u>169</u> 210	<u>171</u> 212	<u>173</u> 215
	25	<u>194</u> 234	<u>194</u> 236	<u>197</u> 241	<u>200</u> 242	<u>202</u> 246	<u>204</u> 249	<u>208</u> 250	<u>210</u> 255	<u>212</u> 256	<u>213</u> 259
	32	<u>244</u> 289	<u>248</u> 290	<u>249</u> 295	<u>253</u> 298	<u>256</u> 303	<u>259</u> 304	<u>261</u> 306	<u>264</u> 311	<u>367</u> 314	<u>220</u> 319
	40	<u>278</u> 320	<u>281</u> 324	<u>284</u> 327	<u>288</u> 331	<u>292</u> 334	<u>295</u> 340	<u>300</u> 342	<u>302</u> 347	<u>305</u> 350	<u>308</u> 354
	50	<u>348</u> 390	<u>352</u> 395	<u>355</u> 400	<u>360</u> 405	<u>365</u> 409	<u>369</u> 414	<u>374</u> 419	<u>378</u> 422	<u>382</u> 428	<u>386</u> 432

Примечание. Теплоотдача труб принята: при d_v до 50 мм включительно для труб легких и обыкновенных; при d_v свыше 50 мм - для труб стальных электросварных прямошовных.

Нормы расхода горячей воды в средние сутки при температуре 55 °С
(согласно СНиП 2.04.01-85*)

Водопотребители	Измери- тель	Норма расхода горячей воды, л		
		в сред- ние сутки	в сутки наибол. водо- потреб.	в час наибол. водо- потреб.
1	2	3	4	5
1. Жилые дома квартирного типа с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные:				
умывальниками, мойками и душами;	1 житель	85	100	7,9
сидячими ваннами, оборудованными душами;		90	110	9,2
с ваннами длиной 1500 - 1700 мм, оборудованными с душами;		105	120	10
жилые дома высотой св. 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству		115	130	10,9
2. Общежития:				
с общими душевыми;	1 житель	50	60	6,3
с душами при всех жилых комнатах;		60	70	8,2
блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания		80	90	7,5
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	1 житель	70	70	8,2
4. Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	1 житель	140	140	12
5. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % общего числа номеров:				
до 25;	1 житель	100	100	10,4
до 75;		150	150	15
100		180	180	16
6. Больницы:	1 койка			
с общими ваннами и душевыми;		75	75	5,4
с санитарными душами, приближенными к палатам; инфекционные		90	90	7,7
инфекционные		110	110	9,5
7. Санатории и дома отдыха:	1 койка			
с ваннами при всех жилых комнатах;		120	120	4,9
с душами при всех жилых комнатах		75	75	8,2
8. Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	5,2	6	1,2
9. Детские ясли-сады:	1 ребенок			
с дневным пребыванием детей:				
со столовыми, работающими на полуфабрикатах;		11,5	16	4,5
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами;		25	35	8
с круглосуточным пребыванием детей:				
со столовыми, работающими на полуфабрикатах;	21,4	30	4,5	
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	28,5	40	8	
10. Пионерские лагеря:	1 место			
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами;		40	40	8
со столовыми, работающими на полуфабрикатах, и стиркой белья в централизованных прачечных		30	30	8
11. Прачечные:	1 кг су- хого белья			
механизированные;		25	25	25
немеханизированные		15	15	15

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды, л		
		в средние сутки	в сутки наибол. водопотреб.	в час наибол. водопотреб.
12. Административные здания	1 работающий	5	7	2
13. Учебные заведения (в т.ч. высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	6	8	1,2
14. Лаборатории высших и средних специальных заведений	1 прибор в смену	112	130	21,6
15. Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах;	1 учащийся и 1 преподаватель в смену	3	3,5	1
то же с продленным днем	преподаватель в смену	3,4	3,1	1
16. Профессионально-технические училища с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 преподаватель в смену	8	9	1,4
17. Школы-интернаты с помещениями:	1 учащийся и 1 преподаватель в смену			
учебными (с душевыми при гимнастических залах);	1 место	2,7	3,2	1
спальными	1 место	30	30	6
18. Научно-исследовательские институты и лаборатории:	1 работающий			
химического профиля;		60	80	8
биологического профиля;		55	75	8,2
физического профиля;		15	20	1,7
естественных наук		5	7	1,7
19. Аптеки:	1 работающий			
торговый зал и подсобные помещения;		5	7	2
лаборатория приготовления лекарств		55	75	8,2
20. Предприятия общественного питания:	1 условное блюдо	12,7	12,7	12,7
для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале;		11,2	11,2	11,2
продаваемой на дом				
21. Магазины:	1 работающий в смену (20 м ² торгового зала)			
Продовольственные;		65	65	9,6
промтоварные		5	7	2
22. Парикмахерские	1 рабочее место в смену	33	35	4,7
23. Кинотеатры	1 место	1,5	1,5	0,2
24. Клубы	1 место	2,6	3	0,4
25. Театры:				
для зрителей;	1 место	5	5	0,3
для артистов	1 артист	25	25	2,2
26. Стадионы и спортзалы:				
для зрителей;	1 место	1	1	0,1
для физкультурников (с учетом приема душа);	1 физкультурник	30	30	2,5
для спортсменов	1 спортсмен	60	60	5
27. Плавательные бассейны:				
для зрителей;	1 место	1	1	0,1

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды, л		
		в средние сутки	в сутки наибол. водопотреб.	в час наибол. водопотреб.
для спортсменов	1 спортсмен	60	6	5
28. Бани:	1 посетитель			
для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе;		-	120	120
то же с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе;		-	190	190
душевая кабина;			240	240
ванная кабина		360	360	
29. Душевые в бытовых помещениях промышленных предприятий	1 душевая сетка в смену	-	270	270
30. Цехи с тепловыделениями свыше 84 кДж на 1 м ³ /ч	1 чел. в смену	-	24	8,4
31. Остальные цехи	1 чел. в смену	-	11	4,4
<p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т.п.).</p> <p>Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых зданиях и помещениях производственных предприятий, на стирку белья в прачечных и приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на водолечебные процедуры в водолечебницах, входящих в состав больниц санаториев и поликлиник, надлежит учитывать дополнительно.</p> <p>Настоящие требования не распространяются на потребителей, для которых установлены нормы водопотребления, включающие расход воды на указанные нужды.</p> <p>2. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в настоящей таблице, нормы расхода воды следует принимать для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.</p> <p>3. Среднюю температуру воды в системах централизованного горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором горячей воды из трубопровода тепловой сети следует принимать 65°С, а нормы расхода воды принимать с коэффициентом 0,85.</p>				

Таблица 2

Укрупненные показатели среднего теплового потока
на горячее водоснабжение q_{26}

Средняя за отопительный период норма расхода воды при температуре 55°С на горячее водоснабжение в сутки на 1 чел., проживающего в здании с горячим водоснабжением, л	На одного человека, ккал/ч, проживающего в здании		
	с горячим водоснабжением	с горячим водоснабжением с учетом потребления в общественных зданиях	без горячего водоснабжения с учетом потребления в общественных зданиях
85	212,4	275,2	62,8
90	222,7	285,5	62,8
105	262,3	323,4	62,8
115	287,2	350,0	62,8

Литература

1. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов: Сб. метод. материалов: Учеб. пособие / НГТУ (Нижегородский государственный университет), НИЦЭ (Нижегородский региональный учебно-научный инновационный центр энергосбережения). Н. Новгород: Изд-во НИЦЭ, 1998.
2. Энергосбережение: Метод. пособие для работников энергонадзора и энергослужб предприятий / Сост.: А.И. Панфилова, Г.П. Кобытов. Воронеж: Территориальное управление «Воронежгосэнергонадзор», 1998.
3. Теплотехнический справочник/Под ред. Юренева В. Н. и Лебедева П. Д. в 2-х т. -М.: Энергия. -1975. Т. 1. -744 с.
4. Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий / Комитет РФ по муниципальному хозяйству.-Изд.4-е переработанное, М.: СНТИ АКХ, 2002;
5. М.С. Богуславский. Эксплуатация инженерного оборудования общественных зданий. (М., Стройиздат, 1990)
6. Рекомендации по применению средств автоматического регулирования систем отопления и водоснабжения эксплуатируемых жилых зданий. М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1988;
7. МДС 13-7.2000 Рекомендации по первоочередным малозатратным мероприятиям, обеспечивающим энергоресурсосбережение в ЖКХ города.
8. Наладка и эксплуатация тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж.-М.: Стройиздат, 1988.-432 с.
9. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок/Утвержденна Приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003 г.
10. Правила организации хранения, комплектования, учета и использования документов Архивного фонда Российской Федерации и других архивных документов в государственных и муниципальных архивах, музеях и библиотеках, организациях Российской академии наук. Утв. приказом

Министерства культуры и массовых коммуникаций Российской Федерации от 18 января 2007 г. № 19.

11. Рекомендации по применению средств автоматического регулирования систем отопления и водоснабжения эксплуатируемых жилых зданий. М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1988;

12. А.Н. Артюшин. Энергоаудит систем теплоснабжения (источник – тепловая сеть – потребитель): Монография. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2006. 460 с.

13. РД 34.09.255-97. Руководящий документ. Методические указания. Определение тепловых потерь в водяных тепловых сетях.-М.: СПО ОРГРЭС, 1998.-28 с.

14. МУ 34-70-080-84. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях.-М.: СПО ОРГРЭС, 1985.-71 с.

15. МДК 4-03.2001. Методика определения нормативных значений показателей функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения / Госстрой России.-М., 2001

16. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения. МДК 4-05.2004. СПб.: Деан, 2005.

17. МДС 41-4.2000 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения

18. ТСН 41-302-2000 (ТСН ОВК-2000 МО). Отопление, вентиляция и кондиционирование.

19. СП 41-103-2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

20. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

21. СНиП 23-01-99 Строительная климатология / Госстрой России.-М., 2000.

22. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Госстрой России, 1991.
23. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Госстрой СССР, 1986.
24. СНиП 2.08.01-89* Жилые здания. М.: Госстрой СССР, 1990.
25. СНиП 2.08.02-89*. Общественные здания и сооружения. М.: Госстрой СССР, 1990.
26. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, 2003.
27. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: Госстрой России, 2003.
28. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. М.: Госстрой России, 2003.
29. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России, 2003.
30. ГОСТ 12.1.005-88. Воздух рабочей зоны.
31. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
32. Подвесные теплоизлучающие панели. Выпуск 0 - Технические характеристики и данные для подбора. Выпуск 1-1 - Газовоздушные теплоизлучатели (рабочие чертежи). - М., ГПИ Сантехпроект, 1988.
33. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Стройиздат, 1992.