

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГАПОУ СО
«ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МОНТАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
для студентов

ПМ 03. **Участие в проектировании систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**

МДК.03.02. **Особенности проектирования систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**
Системы отопления

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: **08.02.07 Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции**

Екатеринбург

2018 г.

УТВЕРЖАЮ

Заместитель директора по учебной работе
Екатеринбургского монтажного колледжа

Хорина Л.С. Хорина Л.С.
« 20 » 11 20 18 г.

ОДОБРЕНО

Методическим объединением
строительных дисциплин

(название методического объединения)

Руководитель методического объединения:

Казачинская Т.Б. Казачинская Т.Б.
« 17 » 11 20 18 г.

Руководитель рабочей группы:

Ермакова Г.Н. Ермакова Г.Н.

« 15 » 11 20 18 г.

Разработчик:

Преподаватель Екатеринбургского
монтажного колледжа

Ермакова Г.Н. Ермакова Г.Н.

« 15 » 11 20 18 г.

Введение

Методические указания посвящены правилам и порядку конструирования и расчета однетрубной системы отопления с нижней разводкой гражданских зданий. Расчет основан на соблюдении санитарно-гигиенических условий и условий энергосбережения.

Настоящие методические указания предполагают в ходе курсового проектирования использование методических указаний для выполнения теплотехнического расчета ограждающих конструкций гражданских зданий (МУ РАСЧЕТ).

Для выполнения проектов студенту выдается индивидуальное задание на курсовое проектирование (Приложение 1) и настоящие методические указания, указываются тема проекта с исходными данными, состав проекта, дата выдачи задания и срок окончания работы над проектом.

Задание на курсовое проектирование выдается на специальном бланке (Приложение 1), в котором указывается:

- Тема курсового проекта;
- Указание географического пункта строительства (город);
- Разделы курсового проекта;
- Объем выполнения графической части проекта;
- Перечень разделов пояснительной записки.
- Перечет расчетов в расчетной части.

В задании указывается дата выдачи и срок окончания выполнения проекта.

В качестве исходных материалов для выполнения проекта системы отопления зданий должны служить планы этажей и место ввода теплосети в здание, местонахождение зданий, материал наружных ограждений, температуры воды в системе отопления.

Недостающие в здании на проектирование исходные данные выбираются студентом самостоятельно или с помощью преподавателя - руководителя проекта.

График выполнения проекта составляется совместно с руководителем проекта. Выполненный проект представляют руководителю на проверку в срок, указанный в графике.

Получив задание на проект, студент должен изучить чертежи планов, исходные данные для проектирования, нормативные и справочные пособия, используемые при составлении проекта.

Перед выполнением проекта следует изучить методику расчета однетрубной системы отопления, приведенную в данных методических указаниях.

Курсовой проект состоит из двух частей: расчетно-пояснительная записка, графическая часть.

Графическая часть проекта

Графическая часть проекта состоит из двух листов формата А1 - 594X841.

Состав графической части проекта:

- План типового этажа здания;
- План подвала;
- Аксонометрическая схема системы отопления.

Порядок выполнения графической части проекта.

Графическую часть проекта начинают вычерчивания плана типового этажа и подвала на листе №1. Причем план этажа следует располагать над планом подвала. Планы вычерчиваются в масштабах 1:100.

На плане типового этажа изображают отопительные приборы и стояки. На плане типового этажа должны быть пронумерованы помещения, а также стояки системы отопления, проставлено количество секций отопительных приборов.

На плане подвала должно быть показано: ввод тепловой сети, узел управления, магистральные трубопроводы и стояки, стояки должны быть пронумерованы. На магистралях должна быть начерчена запорная арматура, проставлены уклоны.

На основании планов вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления на листе № 2.

Все схемы вычерчиваются в масштабе 1:100 и с соблюдением условных обозначений в системах.

На схемах проставляются диаметры и уклоны трубопроводов отметки чистых полов и другие необходимые отметки, нумеруются стояки.

Расчетно-пояснительная записка

Строительная характеристика здания и района строительства здания.

В этом разделе указывается размер здания и его этажность, высота этажа, высота подвала или технического подполья, материал, из которого выполнено здание, исходные данные по системе отопления.

Расчетная часть должна содержать следующие разделы:

1. Определение тепловой мощности системы отопления
2. Конструирование системы отопления
3. Тепловой расчет отопительных приборов

Подробное описание методики расчета систем даны ниже.

1. Исходные данные

Местоположение здания, расчетные температуры местности принимаются по приложению А. МУ РАСЧЕТ и номер плана здания выбирается по Приложению 1 настоящих указаний преподавателем.

Характеристика здания: жилое 5-ти этажное здание, с неотапливаемым подвалом со световыми проемами. Наружные двери – двойные, с тамбуром между ними.

Конструкции наружных стен, чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом выбираются по Приложению 3 настоящих указаний.

Проектируемая система отопления – однотрубная, с нижней разводкой магистралей по подвалу. Трубы – стальные обыкновенные водогазопроводные неоцинкованные, по ГОСТ 3262-75. Приборы отопления – радиаторы алюминиевые «ТЕРМАЛ» или чугунные МС 140 (на выбор студентов). Температуры воды в системе отопления 95/70 °С, в тепловой сети 150/70 °С.

Отопление ванных комнат и совмещенных санузлов осуществляется полотенцесушителями системы горячего водоснабжения, проектирование которых не входит в задачу курсового проектирования.

2. Определение тепловой мощности системы отопления

2.1 Измерение площади ограждающих конструкций (ОК)

Перед началом расчета все помещения (за исключением ванных комнат, санузлов и лестничных клеток) нумеруются: 101,102.....на первом этаже, 201, 202.....на втором этаже и т.д.

Каждому помещению и ограждающей конструкции в зависимости от его назначения присваивается индекс: ДО – двойное остекление; НС – наружная стена; БД – балконная дверь; Пл – пол; Пт – потолок; ДД – двойная дверь; ЖК – жилая комната; К – кухня; ЛК – лестничная клетка; ЛП – лифтовая площадка, КР – коридор, Т – туалет; В – ванная; СУ – совмещенный санузел.

Для подсчета площадей ограждающих конструкций размеры ОК следует принимать в соответствии с Рис.1 согласно масштабу и размерам на планах зданий; площади ограждений вычисляются с точностью до 0,1 м.

Высота окон в жилых комнатах и кухнях – 1,7 м; в лестничных клетках – 1,4 м. Ширина всех окон – 1,4 м. Высота входной и балконной дверей – 2,2 м при ширине входной – 0,9 м и балконной – 0,6 м. Отметка пола лестничной клетки равна минус 0,6 м. Высота НС в лестничной клетке равна $0,6 + 3.3 * 2 + 3 (n - 2)$, где n- число этажей в здании.

Теплообмен между внутренними помещениями в пределах этажа не

учитывается. Теплотери лестничной клетки через перекрытие над подвалом определяются по величине ее площади в плане. Теплотери лестничных клеток и лифтовых площадок считаются, как для одного помещения. Теплотери коридоров и прихожих включаются в расходах теплоты на отопление одной из прилежащих (желательно угловой) жилых комнат.

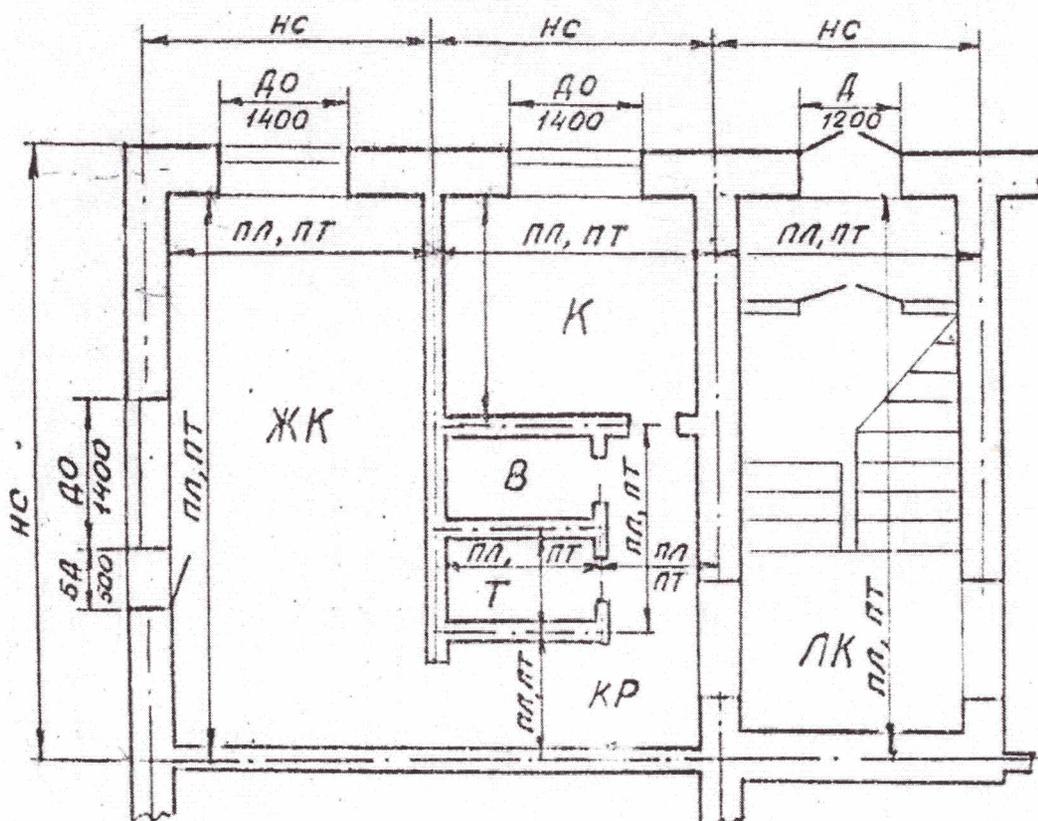


Рис.1 Схема обмера ОК в плане

2.2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Расчет производится с использованием МУ РАСЧЕТ, в результате которого для каждого здания определены сопротивления теплопередаче $R_{пр}^{2.0}$ ((м²·С)/Вт) и толщина ограждающих конструкций. Результаты теплотехнического расчета, оформленные в таблицу (Приложение Г. МУ РАСЧЕТ), включаются в расчетно-пояснительную часть курсового проекта.

Определение коэффициента теплопередачи k , Вт/(м²·С), для всех ограждающих конструкций определяем по формуле

$$k = 1/R_{пр}^{2.0}$$

Примечание: При расчете основных теплопотерь через наружные ограждения площади остекления учитываются дважды: в площадях стен и отдельно. Поэтому при определении потерь тепла через заполнения световых проемов следует пользоваться скорректированным коэффициентом теплопередачи:

$$k_{\text{ок. расчетное}} = k_{\text{ок}} - k_{\text{ст}},$$

где $k_{\text{ок}}$, $k_{\text{ст}}$ – коэффициенты теплопередачи окна и наружной стены.

2.3 Основные теплопотери

Основные потери теплоты определяются по формуле

$$Q_{\text{огр}} = k F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^5) n (1 + \Sigma\beta),$$

где

k – коэф-т теплопередачи ограждающей конструкции (ОК), Вт / (м² °С),

F – расчетная площадь ОК, перпендикулярная тепловому потоку, м²

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха, °С

$t_{\text{н}}^5$ – температура холодной пятидневки, °С (Приложение А. МУ РАСЧЕТ)

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (Таблица 3. МУ РАСЧЕТ),

$\Sigma\beta$ – сумма коэффициентов, учитывающая добавочные теплопотери тепла, связанные с ориентацией наружных ограждений по сторонам света и дополнительный расход теплоты на нагревание холодного воздуха, врывающегося в здание при открывании входных дверей.

$\beta = \psi + \gamma$, где

1. ψ – коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты ОК наружных стен, дверей и окон в зависимости от их ориентации по сторонам света ОК

| назначение здания | вид ограждения | ψ |
|---|--|-------------|
| в зданиях любого назначения | для наружных стен, окон и дверей, ориентированных на С,В,СВ,СЗ З,ЮВ | 0,1 0,05 |
| в общественных, административных и производственных зданиях при наличии двух и более стен | для наружных стен, окон и дверей | 0,05 |
| в зданиях любого назначения при $t_n = -40\text{C}$ и ниже | для необогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями | 0,05 |

2. γ – коэффициент, учитывающий дополнительный расход теплоты на нагревание холодного воздуха, врывающегося в здание при открывании входных дверей

| назначение здания | вид ограждения | γ |
|-----------------------------|--|-------|
| в зданиях любого назначения | для наружных дверей, не оборудованных воздушно-тепловыми завесами при высоте здания Н для: | |
| | тройных дверей | 0,2Н |
| | двойных дверей с тамбуром | 0,27Н |
| | двойных дверей без тамбура | 0,34Н |
| | одинарных дверей | 0,22Н |

2.4 Добавочные теплотопотери

Добавочные теплотопотери на инфильтрацию наружного воздуха рассчитываются только для жилых комнат по формуле

$$Q_{\text{инф.}} = F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^5), \text{ Вт,}$$

Где

F – площадь пола жилой комнаты, м² ;
 $t_{\text{н}}^5$ - температура холодной пятидневки, °С

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении, °С

2.5 Бытовые тепловыделения

Бытовые тепловыделения принимаются в размере 21 Вт на 1 м каждого помещения, в котором предусматриваются установка отопительного прибора.

Вычисленные значения величин округляются до ближайшего кратного 10 Вт значения. Из уравнения теплового баланса определяются теплопотери каждого помещения в Вт.

2.6 Тепловая мощность системы отопления

Расчет теплопотерь помещений выполняется в табличной форме (Приложение 4 настоящих указаний) и заканчивается определением тепловой мощности системы отопления всего здания как суммы затрат теплоты на отопление отдельных помещений всех этажей и лестничных клеток

3. Конструирование системы отопления

В курсовом проекте предусматривается вертикальная однотрубная система отопления с нижней разводкой и размещением магистралей в неотапливаемом подвале. Конструирование системы начинается с размещения на плане здания отопительных приборов и стояков.

3.1 Установка отопительных приборов

Отопительные приборы устанавливаются в жилых комнатах и кухнях у наружных стен под окнами. В угловых комнатах приборы устанавливаются у обеих наружных стен, даже если одна из них не имеет окон. Во всех помещениях низ радиаторов располагается над полом на высоте не менее 0,05 м.

В коридорах, прихожих и туалетах отопительные приборы не устанавливаются. В угловых комнатах при невозможности присоединения прибора под окном к стояку, расположенному в углу, образованному наружными стенами из – за наличия балконной двери, рекомендуется установка второго отопительного прибора у наружной стены. Тепловая нагрузка помещения при этом делится между приборами поровну. Отопление лестничных клеток, включая площадки для лифта, осуществляется с помощью радиаторов марки МС-140.

3.2 Размещение отопительных стояков

В угловых комнатах обязательна установка отопительного стояка в углу, образованном наружными стенами. В кухнях, граничащих с лестничной клеткой, целесообразно устанавливать стояк в углу, прилегающем к лестничной клетке.

К стоякам, обслуживающим отопительные приборы в кухнях, не рекомендуется присоединять отопительные приборы других помещений. Запрещается подключение к одному стояку отопительных приборов, установленных в соседних квартирах. Установка стояков при верхней разводке, как правило, должна производиться в углах, ближайших и главному стояку. При нижней разводке подъемный стояк следует прокладывать в помещении с большей тепловой нагрузкой, опускной стояк – в помещении с меньшей тепловой нагрузкой; оба стояка должны находиться в пределах одной квартиры. Допускается, при необходимости, установка стояков, подъемная ветвь которых не имеет отопительных приборов («холостая»). Стояки прокладываются открыто.

3.3 Прокладка магистральных труб

Подающие и обратные трубопроводы при нижней разводке прокладываются ниже на 1 м от потолка подвала на кронштейнах вдоль наружных стен. Магистральные трубопроводы в подвале теплоизолируются. Все магистральные трубопроводы должны иметь уклон 0,003 в сторону узла ввода теплосети.

При конструировании системы отопления рекомендуется делить ее на две примерно одинаковые части (ветви), расположенные симметрично (при нижней разводке) относительно узла ввода.

3.4. Удаление воздуха

При верхней разводке воздух удаляется с помощью воздухоотборников, которые устанавливаются в конце каждой ветви перед последним стояком. При нижней разводке подающих магистралей воздух удаляется через воздухоотпускные краны, устанавливаемые в глухих верхних пробках радиаторов верхнего этажа и на подводках к конвекторам.

3.5 Арматура

В начале каждой пофасадной ветви после развода (нижняя разводка) устанавливается вентиль или задвижка. Такая же арматура устанавливается в конце обратных пофасадных ветвей перед узлом ввода. На подающих

пофасадных ветвях после узла ввода при нижней разводке и на обратных пофасадных ветвях при любой разводке до отключающей арматуры перед узлом ввода устанавливаются трубки мм длиной 0,5 м с пробковым кранами для спуска вод.

В начале стояков при $T_g < 100^\circ\text{C}$ устанавливаются пробковые краны, при $T_g \geq 100^\circ\text{C}$ – вентили. В конце всех стояков устанавливается пробковые краны. Для спуска воды из стояков в их начале и конце предусматриваются тройники с пробкой.

Регулировка теплоотдачи чугунных радиаторов осуществляется трехходовыми кранами и кранами двойной регулировки, алюминиевых радиаторов – термостатами, например RTD-G фирмы «Данфосс».

4. Тепловой расчет отопительных приборов

В курсовом проекте возможно использовать отопительные алюминиевые радиаторы «Термал» для жилых помещений и чугунные секционные радиаторы МС-140 на лестничных площадках и лифтовых холлах. Как вариант, возможно использование чугунных секционных радиаторов МС-140 во всех отапливаемых помещениях.

Расчет следует проводить после конструирования системы отопления, тщательного прочерчивания аксонометрической схемы. Для расчета (подбора) количества секций отопительных приборов необходимо на аксонометрической схеме стояка, взятого для расчета, внутри каждого прямоугольника, обозначающего отопительный прибор, подписать тепловую нагрузку на него, обозначить всю регулируемую и запорную арматуру.

Характеристики отопительных приборов и таблицы для подбора отопительных приборов даны в приложении 5 (таблицах 1-11).

Расчеты свести в таблицу 12.

Таблица 1 - Влажностный режим помещений зданий

| Режим | Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С | | |
|------------|---|--------------|--------------|
| | до 12 | св. 12 до 24 | св. 24 |
| Сухой | До 60 | До 50 | До 40 |
| Нормальный | Св. 60 до 75 | Св. 50 до 60 | Св. 40 до 50 |
| Влажный | Св. 75 | " 60 " 75 | " 50 " 60 |
| Мокрый | - | Св. 75 | Св. 60 |

Таблица 2 - Условия эксплуатации ограждающих конструкций

| Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1) | Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В) | | |
|---|---|------------|---------|
| | сухой | нормальной | влажной |
| Сухой | А | А | Б |
| Нормальный | А | Б | Б |
| Влажный или мокрый | Б | Б | Б |

Таблица 3 - Классы энергетической эффективности зданий

| Обозначение класса | Наименование класса энергетической эффективности | Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_{h}^{des} от нормативного, % | Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ |
|--|--|--|---|
| Для новых и реконструированных зданий | | | |
| А | <i>Очень высокий</i> | Менее минус 51 | Экономическое стимулирование |
| В | Высокий | От минус 10 до минус 50 | То же |
| С | Нормальный | От плюс 5 до минус 9 | - |
| Для существующих зданий | | | |
| Д | Низкий | От плюс 6 до плюс 75 | Желательна реконструкция здания |
| Е | <i>Очень низкий</i> | Более 76 | Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе |

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Свердловской области
“ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МОНТАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ”

ЗАДАНИЕ

для курсового проектирования по
**МДК 03.02 Особенности проектирования систем водоснабжения
и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования
воздуха**
Системы отопления

Студенту _____ курса _____ группы

(Фамилия, Имя, Отчество)

Тема задания:

Курсовой проект на указанную тему выполняется студентом колледжа
в следующем объеме:

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Содержание
2. Строительная характеристика здания и района строительства здания
3. Список литературы

2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

1. Определение тепловой мощности системы отопления
2. Конструирование системы отопления
3. Тепловой расчет отопительных приборов

3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Лист 1. Планы подвала, типового этажа

Лист 2. Аксонометрические схемы систем отопления

Дата выдачи задания « _____ » _____ 20__ г.

Срок окончания « _____ » _____ 20__ г.

Преподаватель _____ Г.Н.Ермакова



МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГАПОУ СО
«ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МОНТАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

для студентов

ПМ 03. **Участие в проектировании систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**

МДК.03.02. **Особенности проектирования систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**
Системы отопления

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: **08.02.07 Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции**

Екатеринбург

2018 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания посвящены правилам и порядку подбора ограждающих конструкций гражданских зданий по теплотехническим показателям. Данные указания являются частью курсового проекта. Расчет основан на соблюдении санитарно-гигиенических условий и условий энергосбережения.

Данные указания используются в курсовом проектировании.

Рассмотрены примеры подбора ограждающих конструкций.

ВВЕДЕНИЕ

От теплотехнических качества наружных ограждений зданий зависит:

- благоприятный микроклимат зданий, то есть обеспечение температуры и влажности воздуха в помещении не ниже нормативных требований;
- количество тепла, теряемого зданием в зимнее время;
- температура внутренней поверхности ограждения, гарантирующая от образования на ней конденсата;
- влажностный режим ограждения, влияющий на теплозащитные качества ограждения и его долговечность.

Создание микроклимата внутри помещения обеспечивается за счет:

- соответствующей толщины ограждающей конструкции;
- мощности систем отопления, вентиляции или кондиционирования.

Методика теплотехнического расчета основана на том, что оптимальная толщина ограждающей конструкции находится исходя из:

- климатических показателей района строительства;
- санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий и помещений;
- условий энергосбережения.

Методика теплотехнического расчета заключается в определении экономически целесообразного сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции.

При этом сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче.

1. Определение конструкции наружного ограждения здания

Согласно заданию на курсовое проектирование, зная район строительства, принять и обосновать принятую конструкцию ограждения. Разобраться с данным типом ограждающих конструкций по учебнику или пособию (смотри рекомендуемую литературу к курсовому проекту).

В зависимости от района строительства может применяться однородная (однослойная) или многослойная ограждающая конструкция.

Так, в районах с жарким, сухим климатом, с положительной температурой в зимний период по /2/ возможно применение в наружных стеновых конструкциях: однородной каменной кладки или облегченной (трехслойной) каменной кладки с утеплителем из:

- а) керамзитового гравия;
- б) шлака;
- в) легкого поризованного бетона;
- г) шлакоблоков, газопеноблоков.

В панельном домостроении предусмотрено применение одно- или двухслойных панелей. Второй наружный слой железобетонной конструкции выполняется из легкого поризованного бетона. Соединяются отдельные слои конструкции гибкими связями. Наружный теплоизоляционный слой требует обязательной фактурной отделки высококачественной штукатуркой или керамической фасадной плиткой.

В районах с холодным, влажным климатом по /2/ в качестве стеновых ограждений применяются многослойные конструкции с высокоэффективным теплоизоляционным слоем. Располагаться теплоизоляционный слой должен внутри конструкции. Такое расположение материала обеспечивает его максимальную эффективность.

Допускается расположение теплоизоляционного материала снаружи здания (по фасаду) или внутри помещения только при его реконструкции

В качестве теплоизоляционного материала применяют: жесткие и полужесткие минераловатные плиты; пенополистирол (литой и плитный); пенопласт (литой и плитный); пенополиуретан.

Обеспечение санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий означает то, что принятая конструкция ограждений должна обеспечить необходимую температуру и влажность воздуха, согласно СНиП для данного вида зданий.

Условия энергосбережения выполняются в том случае, если принятая конструкция стен и покрытия позволяет при меньших энергозатратах уменьшение температуры теплоносителя с 90 до 60...70 °С) обеспечить в здании необходимую (согласно СНиП) температуру и влажность воздуха, т.е. обеспечить оптимальный микроклимат в здании.

2. Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 следует принимать не менее требуемых значений $R_0^{тр}$, определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1) и условий энергосбережения по таблице 1.

Таблица 1

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

| Здания и помещения, коэффициенты α и b . | Градусо-сутки отопительного периода $D_d, ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$ | Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_0^{пр} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций | | | | |
|---|--|---|-------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| | | Стен | Покрытий и перекрытий над проездами | Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами | Окон и балконных дверей, витрин и витражей | Фонарей с вертикальным остеклением |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития | 2000 | 2,1 | 3,2 | 2,8 | 0,3 | 0,3 |
| | 4000 | 2,8 | 4,2 | 3,7 | 0,45 | 0,35 |
| | 6000 | 3,5 | 5,2 | 4,6 | 0,6 | 0,4 |
| | 8000 | 4,2 | 6,2 | 5,5 | 0,7 | 0,45 |
| | 10000 | 4,9 | 7,2 | 6,4 | 0,75 | 0,5 |
| | 12000 | 5,6 | 8,2 | 7,3 | 0,8 | 0,55 |
| α | - | 0,00035 | 0,0005 | 0,00045 | - | 0,000025 |
| b | - | 1,4 | 2,2 | 1,9 | - | 0,25 |
| 2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом | 2000 | 1,8 | 2,4 | 2,0 | 0,3 | 0,3 |
| | 4000 | 2,4 | 3,2 | 2,7 | 0,4 | 0,35 |
| | 6000 | 3,0 | 4,0 | 3,4 | 0,5 | 0,4 |
| | 8000 | 3,6 | 4,8 | 4,1 | 0,6 | 0,45 |
| | 10000 | 4,2 | 5,6 | 4,8 | 0,7 | 0,5 |
| | 12000 | 4,8 | 6,4 | 5,5 | 0,8 | 0,55 |
| α | - | 0,0003 | 0,0004 | 0,00035 | 0,00005 | 0,000025 |
| b | - | 1,2 | 1,6 | 1,3 | 0,2 | 0,25 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|-------|--------|---------|--------|----------|----------|
| 3 Производственные с сухим и нормальным режимами | 2000 | 1,4 | 2,0 | 1,4 | 0,25 | 0,2 |
| | 4000 | 1,8 | 2,5 | 1,8 | 0,3 | 0,25 |
| | 6000 | 2,2 | 3,0 | 2,2 | 0,35 | 0,3 |
| | 8000 | 2,6 | 3,5 | 2,6 | 0,4 | 0,35 |
| | 10000 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 0,45 | 0,4 |
| | 12000 | 3,4 | 4,5 | 3,4 | 0,5 | 0,45 |
| <i>a</i> | - | 0,0002 | 0,00025 | 0,0002 | 0,000025 | 0,000025 |
| <i>b</i> | - | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 0,2 | 0,15 |

- Значения $R_0^{пр}$ для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле $R_0^{пр} = a \cdot D_d + b$, где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

a, *b* - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий,

за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1, где

для интервала до 6000 °С·сут: $a = 0,000075$, $b = 0,15$;

для интервала 6000-8000 °С·сут: $a = 0,00005$, $b = 0,3$;

для интервала 8000 °С·сут и более: $a = 0,000025$, $b = 0,5$.

- Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяем по формуле (1):

$$R_0^{тр} = n (t_b - t_n^5) / \alpha_{в} \cdot \Delta t^H ; \quad (1)$$

где *n* - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 3;

t_b - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

t_n^5 - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, приложение А;

Δt^n - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 2;

α_v - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4.

Примечание. Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тр}$ дверей и окон должно быть не менее $0,6 \cdot R_0^{тр}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле (1).

Таблица 2

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

| Здания и помещения | Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для | | | |
|---|--|--------------------------------------|--|------------------|
| | наружных стен | покрытий и чердачных перекрытий | перекрытий над проездами, подвалами и подпольями | зенитных фонарей |
| 1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты | 4,0 | 3,0 | 2,0 | $t_{int} - t_d$ |
| 2. Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом | 4,5 | 4,0 | 2,5 | $t_{int} - t_d$ |
| 3. Производственные с сухим и нормальным режимами | $t_{int} - t_d$, но не более 7 | $0,8(t_{int} - t_d)$, но не более 6 | 2,5 | $t_{int} - t_d$ |
| 4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом | $t_{int} - t_d$ | $0,8(t_{int} - t_d)$ | 2,5 | - |
| 5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м^3) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50% | 12 | 12 | 2,5 | $t_{int} - t_d$ |

Таблица 3

Коэффициент n , учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

| Ограждающие конструкции | Коэффициент n |
|--|-----------------|
| 1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне | 1 |
| 2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне | 0,9 |
| 3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах | 0,75 |
| 4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли | 0,6 |
| 5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли | 0,4 |

Таблица 4

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{в,т}/(м^2 \cdot ^\circ C)$

| Внутренняя поверхность ограждения | $\alpha_{в,т}$, Вт/(м ² ·°C) |
|---|---|
| 1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$ | 8,7 |
| 2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$ | 7,6 |
| 3. Окон | 8,0 |
| 4. Зенитных фонарей | 9,9 |

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от.пер.}) z_{от.пер.}, \quad (2)$$

где t_b - то же, что в формуле (1);

$t_{от.пер.}$ - средняя температура отопительного периода, $^{\circ}\text{C}$;

$z_{от.пер}$ - продолжительность отопительного периода, сут., со

среднесуточной температурой воздуха ниже или равной 8°C по приложению А.

Затем по таблице 1 определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_0^{TP} . Для дальнейших расчетов их 2-х найденных значений R_0^{TP} и R_0^{TP} выбираем большее.

Термическое сопротивление R , ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт, слоя многослойной конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции определяем по формуле:

$$R = \delta / \lambda, \quad (3)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, с учетом условий эксплуатации ограждающих конструкций, Вт/ ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$), принимаемый по приложению Г.

Для определения условий эксплуатации ограждающих конструкций (А и Б) необходимо:

- по приложению Б определить зону влажности района строительства;
- по таблице 5 определить влажностный режим помещений

Таблица 5

Определение влажностного режима помещений зданий

| Режим | Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, $^{\circ}\text{C}$ | | |
|------------|---|--------------|--------------|
| | до 12 | св. 12 до 24 | св. 24 |
| Сухой | До 60 | До 50 | До 40 |
| Нормальный | Св. 60 до 75 | Св. 50 до 60 | Св. 40 до 50 |
| Влажный | Св. 75 | " 60 " 75 | " 50 " 60 |
| Мокрый | - | Св. 75 | Св. 60 |

По приложению В определить условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности.

Сопротивление теплопередаче R_0 , ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = 1 / \alpha_b + R_k + 1 / \alpha_n, \quad (4)$$

где α_b - то же, что в формуле (1);

R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, ($\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$),
определяемое:

- для однородной (однослойной) по формуле (3);
- для многослойной по формуле (5).

α_n - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, ($\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{С})$) принимается по таблице 6

Таблица 6

Значение коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, α_n , ($\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{С})$)

| Наружная поверхность ограждающих конструкций | Коэффициент α_n ($\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{С})$) |
|---|---|
| 1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне) | 23 |
| 2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне | 17 |
| 3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом | 12 |
| 4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли | 6 |

Термическое сопротивление R_k , ($\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$), ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями согласно (1) будем определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{в.п.}, \quad (5)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, ($\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$), определяемое по формуле (3);

$R_{в.п.}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаем по приложению Д.

Примечания.

1 Если в конструкции запроектирована воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом, то слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждения при определении R_k .

2 Допускается в курсовом проектировании не учитывать теплопроводные металлические включения в конструкциях стен (арматурные гибкие связи в многослойных конструкциях).

3 Замкнутые воздушные прослойки в наружных стенах допускается предусматривать высотой не более высоты этажа и не более 6м.

Таблица 7

Расчетные параметры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий (прил.4, СНиП8.01-89 Жилые здания)

| помещение | Расчетная температура воздуха в холодный период, °С |
|--|---|
| Жилая комната квартир или общежитий | 18(20) |
| То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки(обеспеченностью0.92) минус 31°С и ниже | 20(22) |
| Кухня квартиры и общежития | 18 |
| С электроплитами- | - |
| С газовыми плитами | |
| Ванная | 25 |
| Уборная индивидуальная | 18 |
| Совмещенное помещение уборной и ванной | 25 |
| Умывальная общая | 18 |
| Душевая общая | 16 |
| Уборная общая | 16 |
| Гардеробная комната для чистки и глажения одежды, умывальная в общежитии | 18 |
| Вестибюль,общий коридор, передняя, лестничная клетка в квартирном доме | 16 |
| Помещение для культурно-массовых мероприятий, отдыха,учебных и спортивных занятий, помещения для администрации и персонала | 18 |
| Постирочная | 15 |
| Гладильная, сушильная в общежитиях | 15 |
| Кладовые для хранения личных вещей, спортивного инвентаря, хозяйственные и бельевые в общежитии | 12 |

Примечания: 1. В угловых помещениях квартир и общежитий расчетную температуру воздуха следует принимать на 2°С выше указанной в таблице.

2. В лестничных клетках домов для IV климатического района и IIIБ климатического подрайона, а также домов с квартирным отоплением расчетная температура воздуха не нормируется.

3 Пример расчета многослойной ограждающей конструкции здания из мелкоштучных элементов

Требуется определить толщину наружной стены жилого здания.

Исходные данные:

- район строительства - г. Курган;
- ограждающая конструкция - наружная стена из силикатного и керамического облицовочного кирпича с утеплителем из пенополистирола $\gamma = 40 \text{ кг/м}^3$ (вид утеплителя принят в зависимости от района строительства);
- температура внутреннего воздуха $t_{в} + 20^{\circ} \text{C}$, (табл.7);
- температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_{н5} = \text{минус } 37^{\circ} \text{C}$ (по приложению А);
- средняя t отопительного периода $t_{от.пер.} = \text{минус } 8,7^{\circ} \text{C}$ (по приложению А);
- продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер.} = 217$ суток (по приложению А);
- зона влажности - 3 - сухая (по приложению Б);
- влажностный режим помещений - сухой (таблица 5).

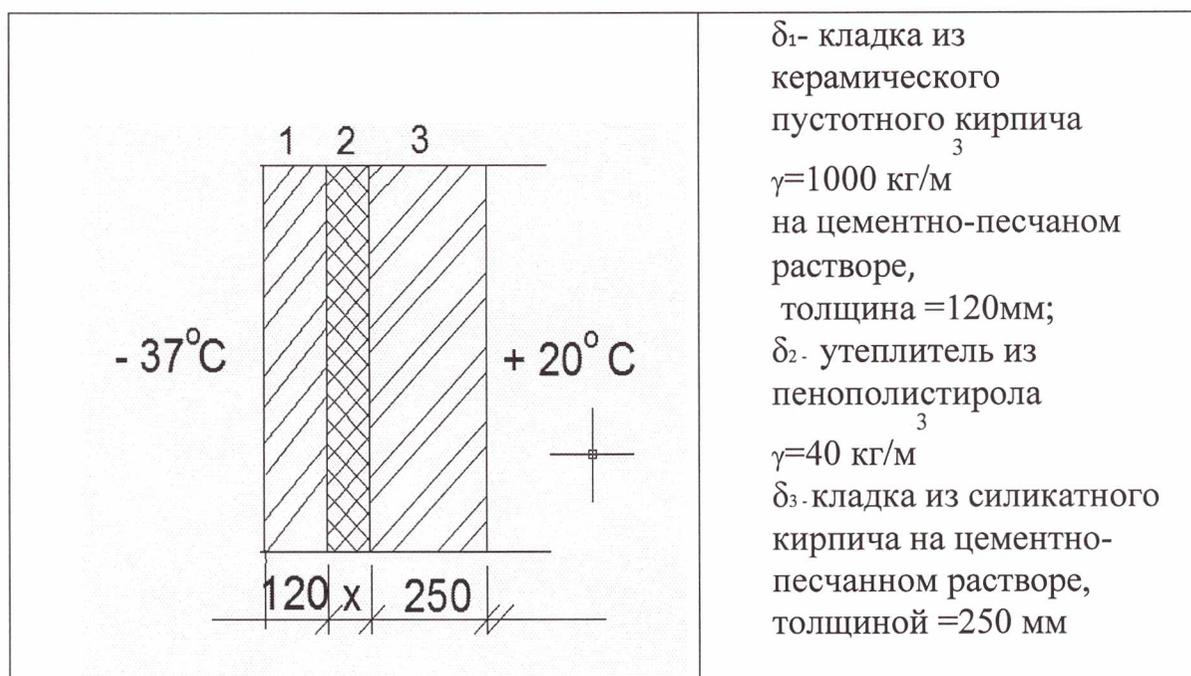


Рисунок 1. Расчетная схема стены

Примечание. Наличие гибких связей в кладке и их теплопроводность не

учитываем.

Решение:

Величины теплотехнических показателей и коэффициентов:

- $n=1$ (по таблице 3);
- $t_n = 4$ (по таблице 2);

- $\alpha_v = 8,7$ (по таблице 4);
- $\alpha_n = 23$ (по таблице 6);
- $\lambda_{нк} = 0,47$ (по приложению Г) (наружный слой стены);
- $\lambda_{вк} = 0,76$ (по приложению Г) (внутренний слой стены)
- $\lambda_{ут} = 0,041$ (по приложению Г) (утеплитель).

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов слоев (λ) определены для условия эксплуатации ограждающих конструкций - А (по приложению В).

3.1 Определение требуемых сопротивлений теплопередаче ограждающей конструкции

Для определения толщины ограждающей конструкции найдем:

- а) требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$ исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1):

$$R_o^{тр} = n(t_v - t_n) / \alpha_v \cdot \Delta t$$
$$R_o^{тр} = 1(20 - (-37)) / 4 \cdot 8,7 = 1,64 \text{ (м}^2 \cdot \text{C) / Вт}$$

- б) требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{пр}$ по условиям энергосбережения по таблице 1:

$$ГСОП = (t_v - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер}^{пр} = (20 - (-8,7)) \cdot 217 = 6228 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

$$\text{По табл. 1 } R_o^{пр} = 6228 \cdot 0,00035 + 1,4$$

$$R_o^{пр} = 3,58 \text{ (м}^2 \cdot \text{C) / Вт.}$$

Далее в расчетах будем применять $R_o^{пр}$ как максимальное из $R_o^{тр}$ и $R_o^{пр}$.

3.2 Определение толщины конструкции стены

Толщины наружной и внутренней кирпичных кладок известны и составляют:

- наружная кладка из керамического кирпича - 0,12 м;
- внутренняя кладка из силикатного кирпича - 0,25 м.

Расчетом необходимо определить требуемую толщину утеплителя.

Толщину утеплителя будем определять по формуле:

$$R_o = 1/\alpha_v + R_k + 1/\alpha_n = 1/\alpha_v + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_n,$$

Примем $R_o = R_o^{пр}$, тогда

$$\delta_2 = \lambda_2 (R_o^{пр} - (1/\alpha_v + \delta_1/\lambda_1 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_n)) = 0,041 (3,58 - (1/8,7 + 0,12/0,47 + 0,25/0,76 + 1/23)) = 0,116 \text{ м}$$

где δ_2 - толщина утеплителя, м.

Округляем толщину утеплителя до 0,12 м (кратно размерам кирпича). Тогда с учетом размеров вертикальных растворных швов равных 10мм общая толщина наружной стены будет равна: $120+20+120+250=510 \text{ мм} = 0,51 \text{ м}$.

В пояснительную записку теплотехнический расчет оформлен в табличной форме по приложению Г.

Аналогичным образом ведется расчет толщины перекрытий над подвальным помещением, чердачным или покрытий зданий.

Приложение А

Данные для теплотехнического расчета

| Вариант | Город | Температура холодной пятидневки $t_{\text{н}}^5$ | Температура отопительной периода $t_{\text{от}}$ | Продолжительность отопительного период $aZ_{\text{от}}$ |
|---------|---------------------|---|---|---|
| 1 | Барнаул | -39 | -8,3 | 219 |
| 2 | Волгоград | -25 | -3,4 | 182 |
| 3 | Астрахань | -23 | -1,6 | 172 |
| 4 | Уфа | -35 | -6,6 | 214 |
| 5 | Воронеж | -26 | -3,4 | 199 |
| 6 | Брянск | -26 | -2,6 | 206 |
| 7 | Иваново | -29 | -4,4 | 217 |
| 8 | Сургут | -43 | -9,7 | 257 |
| 9 | Иркутск | -37 | -8,9 | 241 |
| 10 | Калининград | -18 | -0,6 | 195 |
| 11 | Киров | -33 | -5,8 | 231 |
| 12 | Ростов-на-Дону | -22 | -1,1 | 175 |
| 13 | Саратов | -27 | -5 | 193 |
| 14 | Нижний Тагил | -36 | -6,6 | 238 |
| 15 | Екатеринбург | -35 | -6,4 | 228 |
| 16 | Саранск | -30 | -4,9 | 210 |
| 17 | Москва | -26 | -3,6 | 213 |
| 18 | Мурманск | -27 | -3,3 | 281 |
| 19 | Красноярск | -39 | -7,2 | 235 |
| 20 | Курган | -37 | -8,7 | 217 |
| 21 | Курск | -26 | -3 | 198 |
| 22 | Липецк | -27 | -3,9 | 199 |
| 23 | Новосибирск | -39 | -9,1 | 227 |
| 24 | Пенза | -29 | -5,1 | 206 |
| 25 | Пермь | -35 | -6,4 | 226 |
| 26 | Киев | -22 | -1,1 | 187 |
| 27 | Оренбург | -31 | -8,1 | 201 |
| 28 | Санкт-Петербург | -26 | -2,2 | 219 |
| 29 | Хабаровск | -31 | -10,1 | 205 |
| 30 | Тамбов | -28 | -4,2 | 202 |
| 31 | Смоленск | -26 | -2,7 | 210 |
| 32 | Казань | -32 | -5,7 | 218 |
| 33 | Омск | -37 | -9,5 | 220 |

Приложение Б

(справочное)

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от
влажностного режима помещений и зон влажности по /1/

| Влажностный режим помещений (по табл. 1) | Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. Б) | | |
|--|--|------------|----------|
| | сухой | нормальный | влажный |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Сухой | А | А | Б |
| Нормальный | А | Б | Б |
| Влажный или мокрый | Б | Б | Б |

Приложение В

(справочное)

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

| материал | Плотность γ_n ³ кг/м | Расчетные коэффициенты (при условии эксплуатации по прил.Б) | | | |
|---|---|--|------|----------------------------------|-------|
| | | теплопроводности λ , Вт/(м °С) | | теплоусвоения S , Вт/(м °С) | |
| | | А | Б | А | Б |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Бетоны и растворы | | | | | |
| 1 Железобетон | 2500 | 1,92 | 2,04 | 17,98 | 18,95 |
| 2 Туфобетон | 1200 | 0,41 | 0,47 | 6,38 | 7,20 |
| 3 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон | 1200 | 0,44 | 0,52 | 6,36 | 7,57 |
| 4 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон | 1000 | 0,33 | 0,41 | 5,03 | 6,13 |
| 5 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон | 800 | 0,24 | 0,31 | 3,83 | 4,77 |
| 6 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией | 1200 | 0,52 | 0,58 | 6,77 | 7,72 |
| 7 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией | 1000 | 0,41 | 0,47 | 5,49 | 6,35 |
| 8 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией | 800 | 0,29 | 0,35 | 4,13 | 4,90 |
| 9 Газо- и пенобетон | 1000 | 0,41 | 0,47 | 6,13 | 7,09 |
| 10 Газо- и пенозолобетон | 1000 | 0,44 | 0,50 | 6,86 | 8,01 |
| 11 Цементно-песчаный раствор | 1800 | 0,76 | 0,93 | 9,60 | 11,09 |
| 12 Сложный раствор (песок, известь, цемент) | 1700 | 0,70 | 0,87 | 8,95 | 10,42 |
| 13 Известково-песчаный | 1600 | 0,7 | 0,81 | 8,69 | 9,76 |

| | | | | | |
|--|------|-------|------|------|-------|
| раствор | | | | | |
| Кирпичные кладки | | | | | |
| 14 Кирпичная кладка из сплошного глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,7 | 0,81 | 9,20 | 10,12 |
| 15 Кирпичная кладка из сплошного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,76 | 0,87 | 9,77 | 10,90 |
| 16 Кирпичная кладка из керамического пустотного кирпича ³ плотностью 1300 кг/м ³ на цементно-песчаном растворе | 1400 | 0,52 | 0,58 | 7,01 | 7,56 |
| Теплоизоляционные материалы | | | | | |
| 17 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих | 350 | 0,09 | 0,11 | 1,46 | 1,72 |
| 18 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих | 300 | 0,087 | 0,09 | 1,32 | 1,44 |
| 19 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало- | 200 | 0,076 | 0,08 | 1,01 | 1,11 |
| 20 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих | 100 | 0,06 | 0,07 | 0,64 | 0,73 |
| 21 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих | 50 | 0,052 | 0,06 | 0,42 | 0,48 |

| | | | | | |
|---|-----|-------|-------|------|------|
| 22 Минераловатная плита "Бетон элемент БАТТС" | 90 | 0,042 | 0,045 | - | - |
| 23 Минераловатная плита "Кавити БАТТС" для | 45 | 0,047 | 0,044 | - | - |
| 24 Пенополистирол | 150 | 0,052 | 0,06 | 0,89 | 0,99 |
| 25 Пенополистирол | 100 | 0,041 | 0,052 | 0,65 | 0,82 |
| 26 Пенопласт ПХВ-1 | 125 | 0,06 | 0,064 | 0,86 | 0,99 |
| 27 Пенопласт ПХВ-1 | 100 | 0,05 | 0,052 | 0,68 | 0,70 |
| 28 Пенополиуретан | 80 | 0,05 | 0,05 | 0,67 | 0,70 |
| 29 Пенополиуретан | 40 | 0,04 | 0,04 | 0,40 | 0,42 |
| 30 Гравий керамзитовый | 800 | 0,21 | 0,23 | 3,36 | 3,60 |
| 31 Гравий керамзитовый | 400 | 0,13 | 0,14 | 1,87 | 1,99 |
| 32 Перлитопластобетон | 200 | 0,052 | 0,06 | 0,93 | 1,01 |
| 33 Перлитопластобетон | 100 | 0,041 | 0,05 | 0,58 | 0,66 |
| материалы кровельные, гидроизоляция | | | | | |
| 34Рубероид | 600 | 0,17 | 0,17 | 3,53 | 3,53 |
| | | | | | |
| | | | | | |

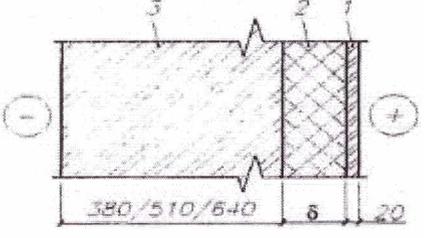
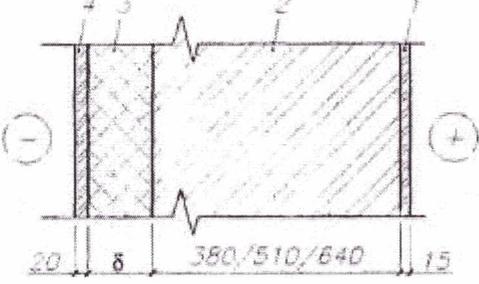
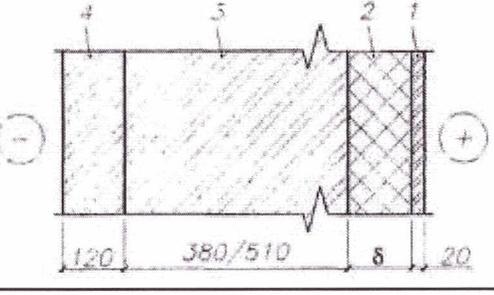
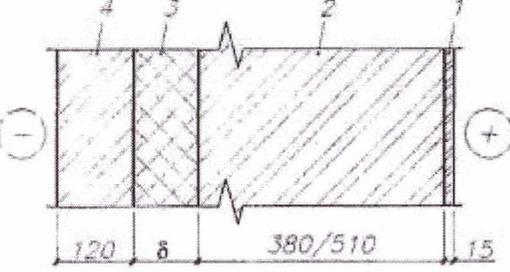
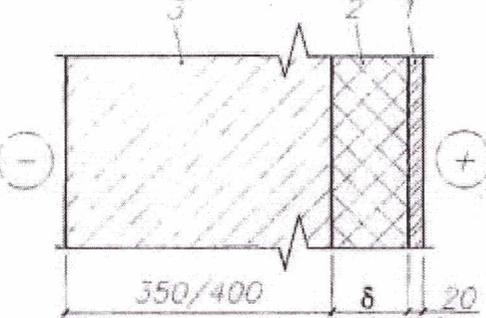
Приложение Г

Оформление теплотехнического расчета в табличной форме

| Наименование показателей, ед.изм. | Усл. обозн. | Значение для расчета | | |
|---|----------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | нар. стена | чердач- ное перекры- тие | подвал. пере- крытие |
| 1 Расчетная температура внутрен. воздуха, °С | $t_{в}$ | | | |
| 2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), °С | $t_{н}^5$ | | | |
| 3 Нормируемый температурный перепад, °С | $t_{н}$ | | | |
| 4 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·°С) | $\alpha_{н}$ | | | |
| 5 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·°С) | $\alpha_{в}$ | | | |
| 6 Требуемое сопротивление теплопередаче из сан.гигиен. и комфортн.условий (м ² ·°С)/Вт | $R_{о}^{тр}$ | | | |
| 7. Градусосутки отопительного периода °С·сут | ГСОП | | | |
| 8. Средняя температура отопит.периода °С | $t_{от.пер.}$ | | | |
| 9. Продолжительность отопительного периода, сут | $Z_{от.пер.}$ | | | |
| 10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения, (м ² ·°С)/Вт | $R_{о}^{пр}$ | | | |
| 11 Толщина слоя утеплителя, м | δ | | | |
| 12 Общая толщина ограждающей конструкции, м | | | | |

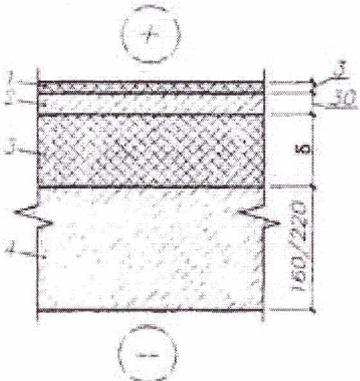
Варианты конструкций наружных ограждений

1. Наружная стена

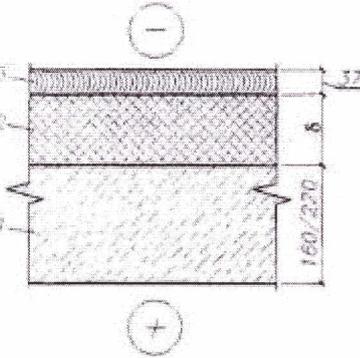
| | | |
|----------|---|---|
| | | |
| <p>1</p> |  | <p>1 - известково-песчаный раствор; 2 - пенополиуретан; 3 - кирпичная кладка</p> |
| <p>2</p> |  | <p>1 - известково-песчаный раствор; 2 - кирпичная кладка; 3 - пенополиуретан; 4 - цементно-песчаный раствор</p> |
| <p>3</p> |  | <p>1 - известково-песчаный раствор; 2 - пенополиуретан; 3 - силикатный кирпич; 4 - керамический кирпич</p> |
| <p>4</p> |  | <p>1 - известково-песчаный раствор; 2 - силикатный кирпич; 3 - пенополиуретан; 4 - керамический кирпич</p> |
| <p>5</p> |  | <p>1 - известково-песчаный раствор; 2 - пенополиуретан; 3 - панель из керамзитобетона</p> |

| | | |
|----|--|---|
| 6 | | <p>1 - гипсокартон;</p> <p>2 - пенополиуретан;</p> <p>3 - панель из керамзитобетона</p> |
| 7 | | <p>1 - известково-песчаный раствор;</p> <p>2 - кирпичная кладка;</p> <p>3 - пеноизол;</p> <p>4- цементно-песчаный раствор</p> |
| 8 | | <p>1 - известково-песчаный раствор;</p> <p>2 - силикатный кирпич;</p> <p>3 - пеноизол;</p> <p>4 - керамический кирпич</p> |
| 9 | | <p>1 - известково-песчаный раствор;</p> <p>2 - силикатный кирпич;</p> <p>3 - пеноизол;</p> <p>4 - силикатный кирпич</p> |
| 10 | | <p>1 - панель из керамзитобетона;</p> <p>2 - пеноизол;</p> <p>3 - известково-песчаный раствор</p> |

2. Перекрытия над подвалом

| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>1 - линолеум;</p> <p>2 - цементная стяжка;</p> <p>3 - пенополиуретан;</p> <p>4 - железобетонная плита сплошная / пустотная.</p> |
|--|---|--|

3. Чердачное перекрытие

| | | |
|--|--|---|
| |  | <p>1 - железобетонная плита сплошная / пустотная;</p> <p>2 - пенополиуретан;</p> <p>3 - настил из досок</p> |
|--|--|---|

Расчет теплопотерь помещений

| № пом. | Наименование помещений | Обозначение ОК | стороны света | размеры ОК, м | | F, м ² | k, Вт/кв.м °С | (t _в - t _н ⁵)n °С | (1+Σβ) | потери тепла, Вт | | поступление тепла, Q быт, Вт | тепловой баланс, Q _{расч} , Вт |
|--------|------------------------|----------------|---------------|---------------|---|-------------------|---------------|---|--------|------------------|------------------|------------------------------|---|
| | | | | a | b | | | | | Q _{огр} | Q _{инф} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 102 | жилая комната 22С | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

- графы 1,2,3,4,5,6,7** - заполняются на основании строительных чертежей (выданного индивидуального занятия), соблюдая правила обмера помещений.
- графа 8** : коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $k=1/R$, где R - сопротивление теплопередаче (выбирается большее значение между рассчитанным из условий энергосбережений и сан-гигиенических и комфортных условий (см. Методические указания для выполнения теплотехнического расчета ограждающих конструкций гражданских зданий), причем $k_{ок}=1/R_{ок} - 1/R_{ст}$
- графа 9** : n - коэффициент, понижающий разность температур,(см. Методические указания для выполнения теплотехнического расчета ограждающих конструкций гражданских зданий. Таблица 3)
t_в - расчетная внутренняя температура в помещении, °С,(См. Методические указания и задания для выполнения курсового проекта. Таблица 1)
t_н - расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (см. Методические указания для выполнения теплотехнического расчета ограждающих конструкций гражданских зданий. Приложение А)
- графа 10:** β - коэффициент, учитывающий ориентацию ограждений по сторонам света и потери тепла на нагревание холодного воздуха, врывающегося в здание при открывании наружных дверей, (разд.2.2 Методические указания и задания для выполнения курсового проекта)
- графа 11:** Q_{огр}= k F (t_в -t_н)n (1+Σβ), Вт -основные теплопотери помещения
- графа 12:** Q_{инф.}=F (t_в -t_н⁵), Вт - расход теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего следствии естественной вытяжки
- графа 13** :Q_{быт}= 21 F пола, Вт - бытовые тепловыделения
- графа 14:** Q_{расч}= Q_{огр}+Q_{инф}-Q_{быт}, Вт

Технические характеристики чугунных секционных радиаторов
при $\Delta t_m=70^{\circ}\text{C}$ и $G=0,1\text{кг/сек}$ (360 кг/час)

Таблица 1

| Марка прибора | Длина секции, мм | Полная высота, мм | Монтажная высота, мм | Глубина, мм | Поверхн. секции | | Номин. тепловой поток секц, кВт/с | Коэф. теплоп, Вт/м^2 $^{\circ}\text{C}$ | Коэф. сопротивления | Масса, кг |
|---------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------|-----------------|-------|-----------------------------------|---|---------------------|-----------|
| | | | | | м^2 | ЭКМ | | | | |
| МС-140-108 | 108 | 588 | 500 | 140 | 0,242 | 0,329 | 0,185 | 10,92 | 1,6 | 7,5 |
| МС-90-108 | 108 | 588 | 500 | 90 | 0,19 | 0,267 | 0,15 | 11,28 | 1,6 | 6,15 |
| М-140 | 96 | 582 | 500 | 140 | 0,254 | 0,31 | 0,173 | 9,73 | 1,6 | 7,7 |
| М-140-АО | 96 | 582 | 500 | 140 | 0,299 | 0,35 | 0,195 | 9,32 | 1,6 | 7,6 |
| С-90 | 98 | 582 | 500 | 90 | 0,2 | 0,25 | 0,139 | 9,93 | 1,6 | 6,4 |

Таблица 2

**Технические характеристики
отопительных алюминиевых радиаторов «Термал»
монтажной высотой (H_M) 500 мм**

| Условное обозначение радиатора | Количество колонок, шт. | Номинальный тепловой поток, $Q_{ну}$, кВт | Площадь поверхности нагрева F , м ² | Общая длина радиатора L , мм | Ёмкость радиатора, л | Масса в сборе, кг, (по ТУ) |
|--------------------------------|-------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------|----------------------------|
| PO-500-3 | 3 | 0,483 | 1,193 | 248 | 0,45 | 2,9 |
| PO-500-4 | 4 | 0,644 | 1,59 | 332 | 0,6 | 3,9 |
| PO-500-5 | 5 | 0,805 | 1,989 | 416 | 0,75 | 4,9 |
| PO-500-6 | 6 | 0,966 | 2,386 | 500 | 0,9 | 5,8 |
| PO-500-7 | 7 | 1,127 | 2,784 | 584 | 1,05 | 6,9 |
| PO-500-8 | 8 | 1,288 | 3,181 | 668 | 1,2 | 7,8 |
| PO-500-9 | 9 | 1,449 | 3,579 | 752 | 1,35 | 8,8 |
| PO-500-10 | 10 | 1,61 | 3,977 | 836 | 1,5 | 9,8 |
| PO-500-11 | 11 | 1,771 | 4,374 | 920 | 1,65 | 10,8 |
| PO-500-12 | 12 | 1,932 | 4,772 | 1004 | 1,8 | 11,8 |
| PO-500-13 | 13 | 2,093 | 5,170 | 1088 | 1,95 | 12,7 |
| PO-500-14 | 14 | 2,254 | 5,568 | 1172 | 2,1 | 13,7 |
| PO-500-15 | 15 | 2,415 | 5,965 | 1256 | 2,25 | 14,7 |
| PO-500-16 | 16 | 2,576 | 6,363 | 1340 | 2,4 | 15,7 |

Примечания.

1. Общая высота радиатора (H) на 31 мм больше монтажной высоты (H_M) радиатора, т.е. равна 531 мм.
2. Общая масса радиаторов представлена без учёта массы крепёжных деталей.

Таблица 3

**Технические характеристики
отопительных алюминиевых радиаторов «Термал»
монтажной высотой (H_M) 300 мм**

| Условное обозначение радиатора | Количество колонок, шт. | Номинальный тепловой поток, $Q_{ну}$, кВт | Площадь поверхности нагрева F , м ² | Общая длина радиатора L , мм | Ёмкость радиатора, л | Масса в сборе, кг, (по ТУ) |
|--------------------------------|-------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------|----------------------------|
| PO-300-3 | 3 | 0,315 | 0,709 | 248 | 0,375 | 2,1 |
| PO-300-4 | 4 | 0,420 | 0,946 | 332 | 0,5 | 2,7 |
| PO-300-5 | 5 | 0,525 | 1,182 | 416 | 0,625 | 3,4 |
| PO-300-6 | 6 | 0,630 | 1,419 | 500 | 0,75 | 4,1 |
| PO-300-7 | 7 | 0,735 | 1,665 | 584 | 0,875 | 4,8 |
| PO-300-8 | 8 | 0,840 | 1,892 | 668 | 1,0 | 5,5 |
| PO-300-9 | 9 | 0,945 | 2,128 | 752 | 1,125 | 6,2 |
| PO-300-10 | 10 | 1,05 | 2,365 | 836 | 1,25 | 6,9 |
| PO-300-11 | 11 | 1,155 | 2,601 | 920 | 1,375 | 7,6 |
| PO-300-12 | 12 | 1,260 | 2,838 | 1004 | 1,5 | 8,3 |
| PO-300-13 | 13 | 1,365 | 3,074 | 1088 | 1,625 | 9,0 |
| PO-300-14 | 14 | 1,470 | 3,310 | 1172 | 1,75 | 9,7 |
| PO-300-15 | 15 | 1,575 | 3,536 | 1256 | 1,875 | 10,3 |
| PO-300-16 | 16 | 1,680 | 3,784 | 1340 | 2,0 | 11,0 |

Примечания.

1. Общая высота радиатора (H) на 31 мм больше монтажной высоты (H_M) радиатора, т.е. равна 331 мм.
2. Общая масса радиаторов представлена без учёта массы крепёжных деталей.

Таблица 4

**Данные для предварительного выбора
однотрубных стояков водяных систем отопления**

| $d_{ст}, мм$ | $\Delta t_{ст}, °C$ | Средние значения величин | | |
|--------------|---------------------|--------------------------|------------|---------------|
| | | $G_{ст}, кг/с$ | $V, м/с$ | $Q, Вт$ |
| 15 | 95-70=25 | 0,058-0,075 | 0,3-0,4 | 6090 - 7890 |
| | 100-70=30 | | | 7308 - 9396 |
| | 105-70=35 | | | 8526 - 10962 |
| 20 | 95-70=25 | 0,125-0,153 | 0,35-0,42 | 13050 - 15950 |
| | 100-70=30 | | | 15660 - 19140 |
| | 105-70=35 | | | 18270 - 22330 |
| 25 | 95-70=25 | 0,222-0,278 | 0,4 - 0,49 | 23200 - 29000 |
| | 100-70=30 | | | 27840 - 34800 |
| | 105-70=35 | | | 32480 - 40600 |

Таблица 5

**Усреднённые значения коэффициентов затекания α_3
узлов однотрубных систем водяного отопления
с радиаторами «Термал»**

| Вид регулирующей арматуры | Значения α_3 при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{зв} \times d_{п}$ (мм) | | |
|--|---|----------|----------|
| | 15x15x15 | 20x15x15 | 20x15x20 |
| Термостат RTD-G фирмы «Данфосс» | 0,223 | 0,18 | 0,245 |
| Термостат «ГЕРЦ-TS-E» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» | 0,225 | 0,185 | 0,195 |
| Термостат М фирмы «Овентроп» | 0,223 | 0,18 | 0,245 |

Таблица 6

Значения коэффициентов β_1 и β_2

| Модель радиатора | β_1 | β_2 | |
|------------------|-----------|------------------|------------------------|
| | | У наружной стены | У наружного остекления |
| PO-300 | 1,015 | 1,02 | 1,07 |
| PO-500 | 1,035 | | |

Коэффициент β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от модели радиатора по табл.2,

Коэффициент β_2 – зависит от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 2

Таблица 7

Значения коэффициента β_3 , учитывающего влияние числа колонок в радиаторе на его тепловой поток

| Монтажная высота радиаторов, мм | Значения β_3 при числе колонок в радиаторе (шт.) | | | | | |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------|
| | 3 | 4 | 5-6 | 7-10 | 11-13 | 14 и более |
| 300 | 1,02 | 1,01 | 1,005 | 1 | 0,99 | 0,98 |
| 500 | 1,03 | 1,015 | 1 | 0,995 | 0,99 | 0,98 |

Таблица 8

Значения коэффициента C при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах

| Схема движения теплоносителя | Монтажная высота, мм | Расход теплоносителя | | с |
|------------------------------|----------------------|----------------------|---------|------|
| | | кг/с | кг/ч | |
| Сверху-вниз | 500 | 0,01-0,15 | 36-540 | 1 |
| | 300 | 0,01-0,15 | 36-540 | 1 |
| Снизу-вверх | 500 | 0,02-0,15 | 72-540 | 1 |
| | 300 | 0,02-0,15 | 72-540 | 1 |
| Снизу-вниз | 500 | 0,03-0,15 | 108-540 | 0,78 |
| | 300 | 0,03-0,15 | 108-540 | 0,8 |

Коэффициент C - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении.

Таблица 9.1

Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при
движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»

| $\Delta t_m,$ °C | ϕ_1 для радиаторов с монтажной высотой (H_m , мм) | | $\Delta t_m,$ °C | ϕ_1 для радиаторов с монтажной высотой (H_m , мм) | |
|---------------------|---|-------|---------------------|---|-------|
| | 500 | 300 | | 500 | 300 |
| 44 | 0,542 | 0,547 | 74 | 1,076 | 1,075 |
| 46 | 0,575 | 0,579 | 76 | 1,115 | 1,113 |
| 48 | 0,608 | 0,612 | 78 | 1,154 | 1,151 |
| 50 | 0,641 | 0,646 | 80 | 1,193 | 1,19 |
| 52 | 0,675 | 0,679 | 82 | 1,232 | 1,228 |
| 54 | 0,71 | 0,714 | 84 | 1,272 | 1,267 |
| 56 | 0,745 | 0,748 | 86 | 1,312 | 1,307 |
| 58 | 0,78 | 0,783 | 88 | 1,353 | 1,346 |
| 60 | 0,816 | 0,818 | 90 | 1,393 | 1,386 |
| 62 | 0,852 | 0,854 | 92 | 1,434 | 1,427 |
| 64 | 0,889 | 0,89 | 94 | 1,476 | 1,467 |
| 66 | 0,925 | 0,926 | 96 | 1,517 | 1,508 |
| 68 | 0,962 | 0,963 | 98 | 1,559 | 1,549 |
| 70 | 1 | 1 | 100 | 1,601 | 1,59 |
| 72 | 1,038 | 1,037 | 102 | 1,644 | 1,631 |

Таблица 9.2

Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при
движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

| $\Delta t_m,$ °C | ϕ_1 для радиаторов с монтажной высотой (H_m , мм) | | $\Delta t_m,$ °C | ϕ_1 для радиаторов с монтажной высотой (H_m , мм) | |
|---------------------|--|-------|---------------------|--|-------|
| | 500 | 300 | | 500 | 300 |
| 44 | 0,555 | 0,56 | 74 | 1,073 | 1,072 |
| 46 | 0,587 | 0,592 | 76 | 1,11 | 1,108 |
| 48 | 0,619 | 0,624 | 78 | 1,147 | 1,145 |
| 50 | 0,652 | 0,657 | 80 | 1,185 | 1,182 |
| 52 | 0,686 | 0,69 | 82 | 1,223 | 1,219 |
| 54 | 0,719 | 0,723 | 84 | 1,261 | 1,256 |
| 56 | 0,753 | 0,757 | 86 | 1,299 | 1,293 |
| 58 | 0,788 | 0,791 | 88 | 1,337 | 1,331 |
| 60 | 0,822 | 0,825 | 90 | 1,376 | 1,369 |
| 62 | 0,857 | 0,859 | 92 | 1,415 | 1,407 |
| 64 | 0,892 | 0,894 | 94 | 1,454 | 1,446 |
| 66 | 0,928 | 0,929 | 96 | 1,494 | 1,484 |
| 68 | 0,964 | 0,964 | 98 | 1,533 | 1,523 |
| 70 | 1 | 1 | 100 | 1,573 | 1,562 |
| 72 | 1,036 | 1,036 | 102 | 1,613 | 1,601 |

Таблица 10

Значения поправочного коэффициента ϕ_2 при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

| $G_{пр}$ | | ϕ_2 при схеме движения теплоносителя | | |
|----------|------|---|--------------|-------------------|
| | | Сверху-вниз | | Снизу-вверх |
| кг/с | кг/ч | $H_M=500$ мм | $H_M=300$ мм | $H_M=500, 300$ мм |
| 0,01 | 36 | 0,891 | 0,955 | - |
| 0,015 | 54 | 0,91 | 0,963 | - |
| 0,02 | 72 | 0,925 | 0,97 | 0,903 |
| 0,03 | 108 | 0,942 | 0,976 | 0,925 |
| 0,04 | 144 | 0,955 | 0,982 | 0,942 |
| 0,05 | 180 | 0,966 | 0,986 | 0,956 |
| 0,06 | 216 | 0,975 | 0,99 | 0,967 |
| 0,07 | 252 | 0,982 | 0,993 | 0,977 |
| 0,08 | 288 | 0,989 | 0,996 | 0,986 |
| 0,09 | 324 | 0,995 | 0,998 | 0,993 |
| 0,1 | 360 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 0,125 | 450 | 1,011 | 1,004 | 1,015 |
| 0,15 | 540 | 1,02 | 1,008 | 1,027 |

Примечание: значения ϕ_2 при схеме движения теплоносителя «снизу-вниз» равны: для радиаторов с монтажной высотой 500 мм - 0,78, с монтажной высотой 300 мм - 0,8.

Таблица 11

Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, $q_{тр}$, Вт/м

| d_y , мм | Δt_m , °C | Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 15 | 30 | 19,2 | 19,9 | 20,7 | 21,6 | 22,3 | 23,1 | 23,9 | 24,8 | 25,6 | 26,5 |
| 20 | | 24,1 | 25,0 | 26,0 | 27,0 | 28,0 | 29,1 | 30,1 | 31,2 | 32,2 | 33,4 |
| 25 | | 30,0 | 31,2 | 32,5 | 33,7 | 35,0 | 36,3 | 37,5 | 38,9 | 40,2 | 41,6 |
| 15 | 40 | 27,4 | 28,7 | 29,5 | 30,4 | 31,3 | 32,1 | 33,0 | 33,9 | 34,8 | 35,7 |
| 20 | | 34,5 | 35,9 | 36,9 | 38,2 | 39,1 | 40,2 | 41,3 | 42,4 | 43,6 | 44,7 |
| 25 | | 42,9 | 44,9 | 46,3 | 47,5 | 48,9 | 50,3 | 51,7 | 53,0 | 54,5 | 55,8 |
| 15 | 50 | 36,6 | 37,5 | 38,5 | 39,4 | 39,8 | 41,3 | 42,2 | 43,2 | 44,1 | 45,1 |
| 20 | | 45,8 | 46,9 | 48,1 | 49,3 | 50,4 | 51,7 | 52,8 | 54,0 | 55,3 | 56,5 |
| 25 | | 57,3 | 58,7 | 60,2 | 61,5 | 63,1 | 64,6 | 66,0 | 67,5 | 69,1 | 70,5 |
| 15 | 60 | 46,0 | 47,2 | 48,1 | 49,1 | 50,1 | 51,1 | 52,2 | 53,2 | 54,2 | 55,3 |
| 20 | | 57,7 | 58,9 | 60,2 | 61,4 | 62,7 | 63,9 | 65,2 | 66,5 | 67,5 | 69,1 |
| 25 | | 72,1 | 73,7 | 75,2 | 76,7 | 78,4 | 79,9 | 81,5 | 83,1 | 84,8 | 86,4 |
| 15 | 70 | 57,4 | 58,4 | 59,5 | 60,5 | 61,7 | 62,8 | 63,8 | 65,0 | 66,1 | 67,3 |
| 20 | | 71,6 | 73,0 | 74,3 | 75,7 | 77,2 | 78,5 | 79,8 | 81,3 | 82,7 | 84,1 |
| 25 | | 89,6 | 91,3 | 92,3 | 94,7 | 96,0 | 98,2 | 99,8 | 101,6 | 103,3 | 105,1 |
| 15 | 80 | 68,4 | 69,5 | 70,7 | 71,9 | 73,0 | 74,1 | 75,4 | 76,6 | 78,3 | 78,9 |
| 20 | | 85,6 | 86,6 | 88,4 | 89,8 | 91,3 | 92,8 | 94,2 | 95,8 | 97,3 | 98,7 |
| 25 | | 106,9 | 108,8 | 110,5 | 112,3 | 114,2 | 115,9 | 117,7 | 119,6 | 121,3 | 123,4 |
| 15 | 90 | 80,2 | 81,3 | 82,7 | 83,9 | 85,1 | 86,2 | 87,5 | 88,8 | 90,2 | 91,4 |
| 20 | | 100,3 | 101,7 | 103,3 | 104,9 | 106,3 | 107,9 | 109,5 | 110,9 | 112,6 | 114,3 |
| 25 | | 125,3 | 127,2 | 129,1 | 131,1 | 132,9 | 134,9 | 136,9 | 138,9 | 140,8 | 142,8 |
| 15 | 100 | 92,3 | 93,5 | 94,9 | 96,0 | 97,0 | 98,2 | 99,3 | 100,3 | 101,3 | 102,4 |
| 20 | | 116,0 | 117,4 | 119,0 | 120,6 | 122,4 | 124,2 | 125,3 | 127,6 | 129,1 | 130,9 |
| 25 | | 144,2 | 145,1 | 147,2 | 149,4 | 151,5 | 153,6 | 155,8 | 157,9 | 160,0 | 162,2 |

1. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.

2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100% от значений, приведённых в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб).

3. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб уменьшаются (умножаются на поправочный коэффициент - обычно в пределах 0,6-0,75).

4. При экранировании открытого стояка металлическим экраном общий тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем на 25%.

5. При скрытой прокладке труб в глухой борозде общий тепловой поток снижается на 50%.

6. При скрытой прокладке труб в вентилируемой борозде общий тепловой поток уменьшается на 10%.

7. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$), увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки. При этом полезный тепловой поток составляет в среднем 95% от общего (в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока).

8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) увеличивается в среднем в 2 раза (при оклейке стен обоями в 1,8 раза), причём полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90% от общего.