Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ
Дата подписания: 26.04.2021 16:15:53
Уникальный программный ключ:
5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866538

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Саратовский государственный аграрный университет им.Н.И.Вавилова»

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

ОТОПЛЕНИЕ

Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Отопление» для обучающихся направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профили подготовки: «Тепло-,газо-,холодоснабжение и вентиляция» всех форм обучения

Саратов 2019

Отопление. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Отопление» для обучающихся направления подготовки «Строительство», профили подготовки: «Тепло-,газо-,холодоснабжение и вентиляция» всех форм обучения

Сост.: Т.В.Федюнина; ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2019. – 34с.

Введение

Целью разработки курсового проекта «Отопление жилого дома» является обобщение теоретических знаний по курсу «Отопление», приобретение навыков оптимального проектирования в соответствии с действующими СНиП, ГОСТ и прогрессивными техническими решениями.

Согласно заданию в курсовом проекте необходимо выполнить следующие пункты:

1. выбор расчётных параметров наружного и внутреннего воздуха, в соответствии со Актуализированной редакцией СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» и СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».
2. определение теплотехнических характеристик, ограждающих конструкции. В заключение данного пункта получаем значения коэффициентов теплопередачи для разных ограждающих конструкций.
3. определение теплопотерь здания и расчёт мощности системы отопления, (тепловой расчет производится для каждого отдельно взятого помещения);
4. конструирование системы отопления;
5. расчёт поверхности нагревательных приборов, заключающейся в расчете площадь поверхности отопительных приборов и количество секций в них, в зависимости от тепловых потерь помещения;
6. гидравлический расчёт системы отопления, заключающейся в определении диаметров труб, подводящих к каждому отопительному прибору необходимое количество теплоносителя под воздействием расчетного циркуляционного давления. Основной целью расчёта, является обеспечение при установившемся движении воды расхода расчётного циркуляционного давления на преодоление сопротивления движению воды в системе;
7. расчёт элеваторного узла. Сводится к определению основных параметров элеватора: диаметров горловины и сопла, коэффициента смешения, по которым подбираются основные размеры элеватора.
8. составление спецификации используемого оборудования.

1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ

Курсовой проект должен содержать следующие структурные элементы:
Пояснительная записка:

1. титульный лист;
2. задание на выполнение курсовой работы;
3. содержание;
4. введение;
5. основная часть;
6. заключение;
7. приложения.

Графическая часть:

1. Планы техподполья, чердака и типового этажа, с нанесением на них нагревательных приборов, трубопроводов отопления.
2. Аксонометрическая схема системы отопления
3. Схема теплового пункта здания

Задание выдается руководителем.

Все необходимые значение берутся из таблиц 1-5. Вид системы отопления принимается двухтрубная с нижней разводкой. Расчетную температуру отопительного периода для отопления и продолжительность отопительного периода найти в приложении 1. Планировка и размеры помещения выбирается на основе полученного варианта.

Таблица 1

Место строительства

Первая буква фамилии	Город
А	Алма-Ата
Б	Архангельск
В	Ашхабад
Г	Баку
Д	Владивосток
Е	Волгоград
Ё	Выборг
Ж	Балашов
З	Верхоянск
И	Иркутск
К	Калуга
Л	Караганда
М	Камышин
Н	Киев
О	Кишинев
П	Минск
Р	Москва
С	Новосибирск
Т	Одесса
У	Рига
Ф	Ростов на Дону
Х	Саратов
Ц	Санкт-Петербург
Ч	Омск
Ш	Оренбург
Щ	Пенза
Ы	Хабаровск
Э	Харьков
Ю	Челябинск
Я	Чита

Таблица 2

Вариант задания

Последняя цифра номера З.К.	Вариант	Предпосл. цифра номера З.К.	Размер "а"
0	I	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
1	II	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
2	III	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
3	IV	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
4	V	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
5	VI	0, 1	3000
		2, 3, 4	3200
		5, 6	3400
		7, 8, 9	3600
6	VII	0, 1, 2	6000
		3, 4, 5	6200
		6, 7, 8, 9	6400
7	VIII	0, 1, 2	6000
		3, 4, 5	6200
		6, 7, 8, 9	6400
8	IX	0, 1, 2	6000
		3, 4, 5	6200
		6, 7, 8, 9	6400
9	X	0, 1, 2	6000
		3, 4, 5	6200
		6, 7, 8, 9	6400

Таблица 3

Расположение здания

Предпосл. цифра номера З.К.	Ориентация главн. фасада	Расстояние до теплосети, м
0	С	3,5
1	СВ	2,6
2	СЗ	4,2
3	Ю	3,3
4	ЮВ	2,5
5	ЮЗ	3,1
6	В	3,9
7	З	4,3
8	Ю	3,7
9	С	3,2

Таблица 4

Параметры теплоносителя

Последняя цифра номера З.К.	Температуры теплоносителя, °С	Перепад давления теплоносит., кПа
0	150/70	110
1	145/70	120
2	140/70	100
3	135/70	70
4	130/70	90
5	125/65	80
6	120/70	90
7	115/65	70
8	110/70	100
9	150/70	120

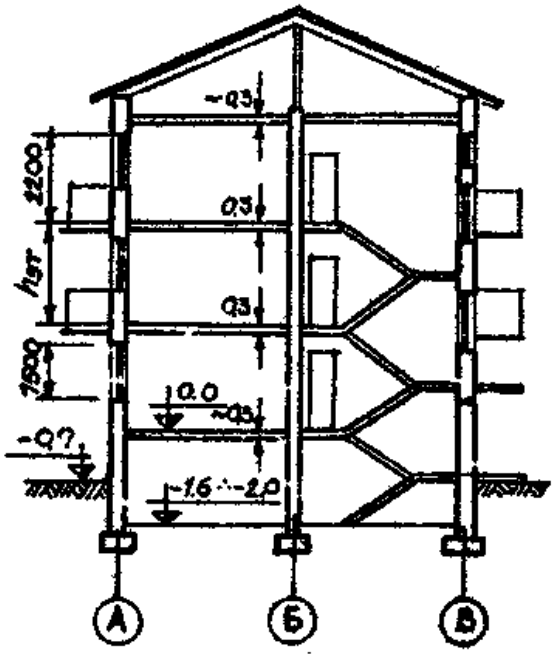
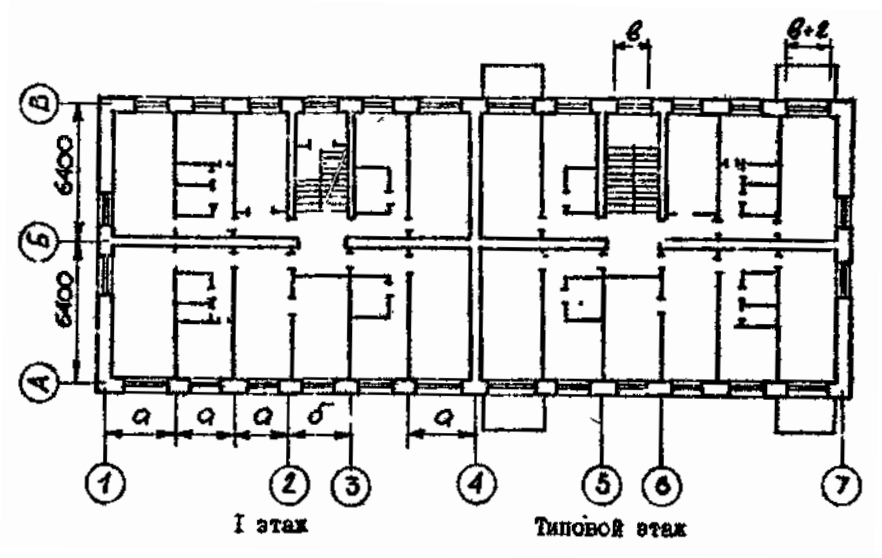


Рис. 1

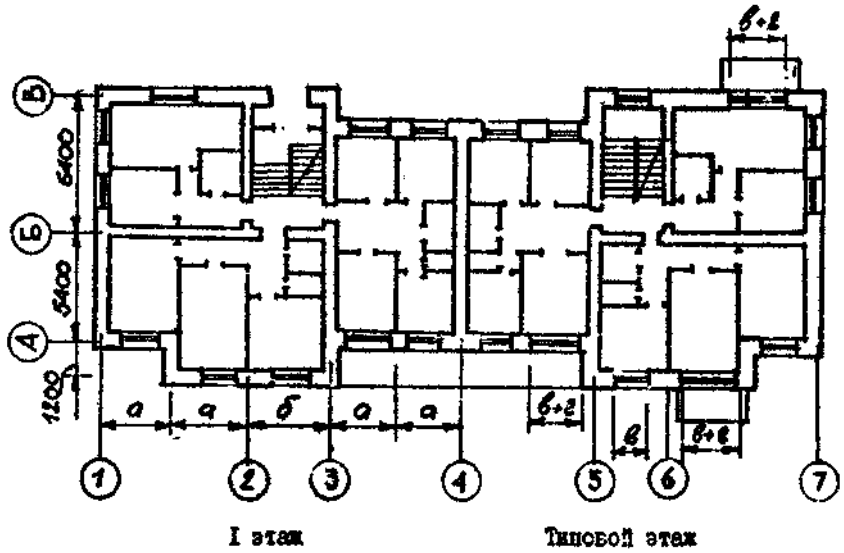
Таблица 5

Размеры зданий

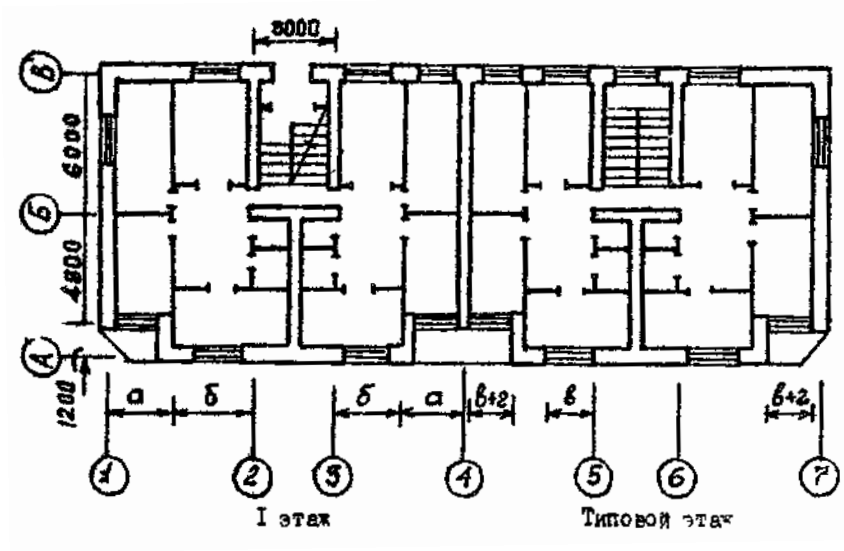
Вариант	а	б	в	г	$h_{эт}$
I ÷ VI	3000	3000	900	900	3000
	3200	2900	1000	700	2800
	3400	2700	800	800	3100
	3600	2800	800	900	2900
VII ÷ X	6000	3000	900	700	2800
	6200	2900	1000	800	3000
	6400	2800	800	900	2900



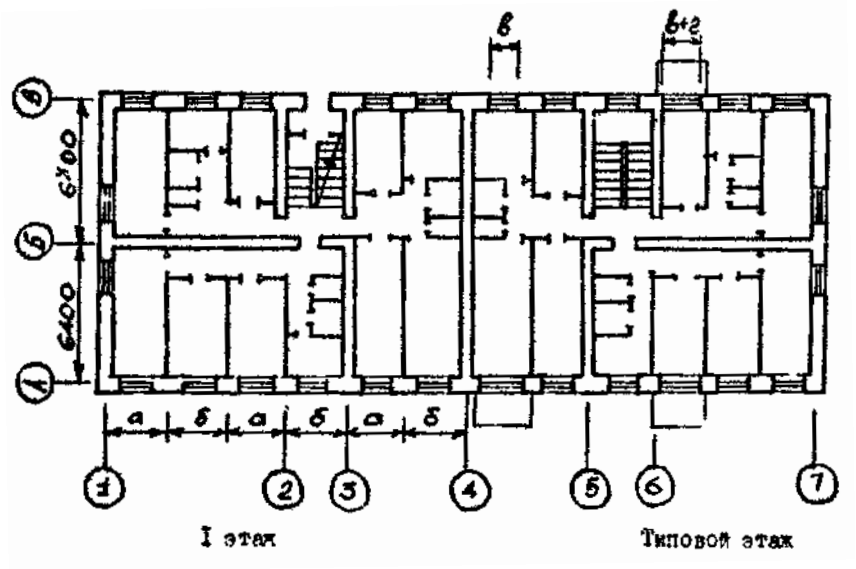
Вариант I



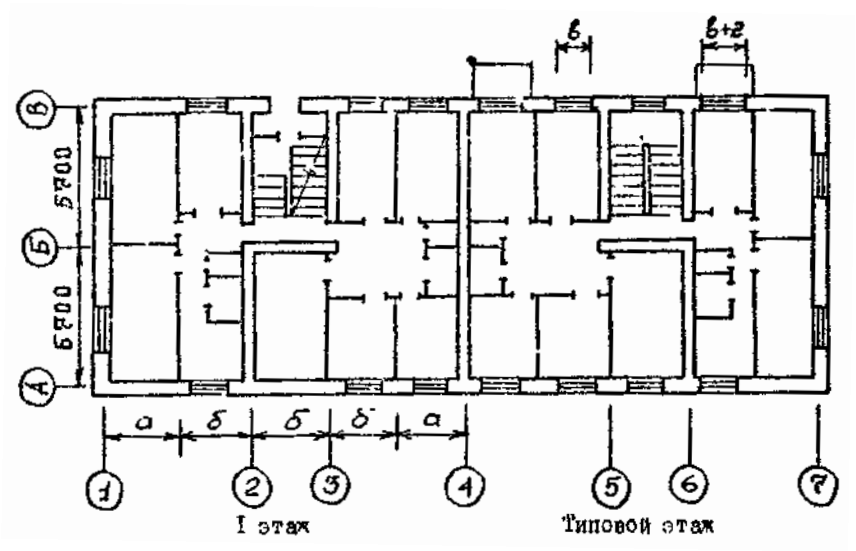
Вариант II



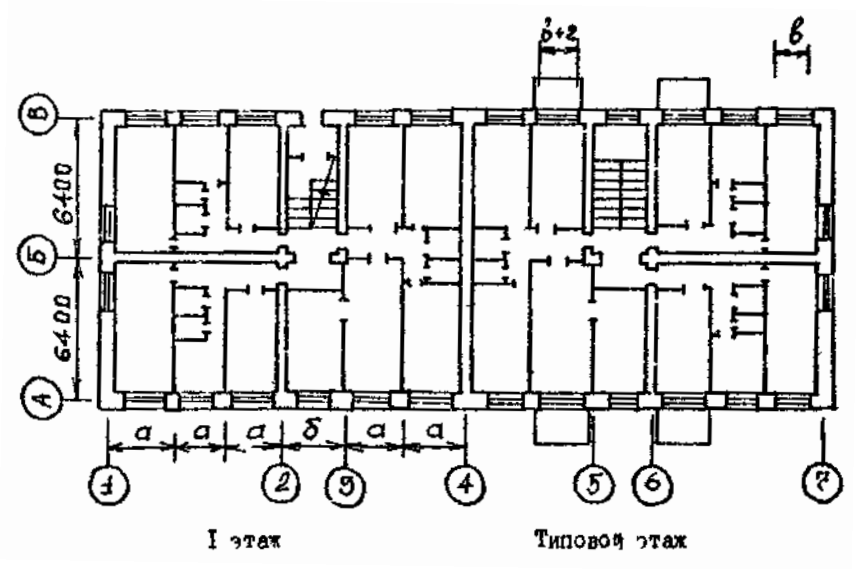
Вариант III



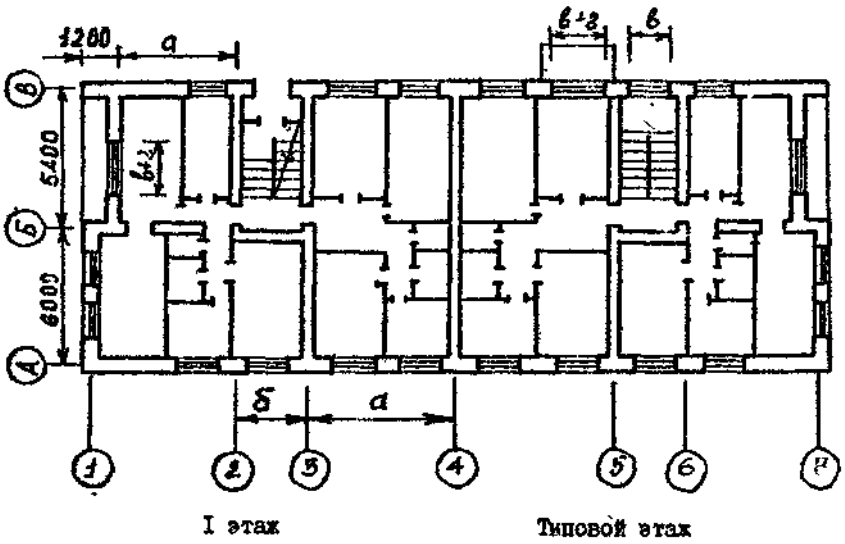
Вариант IV



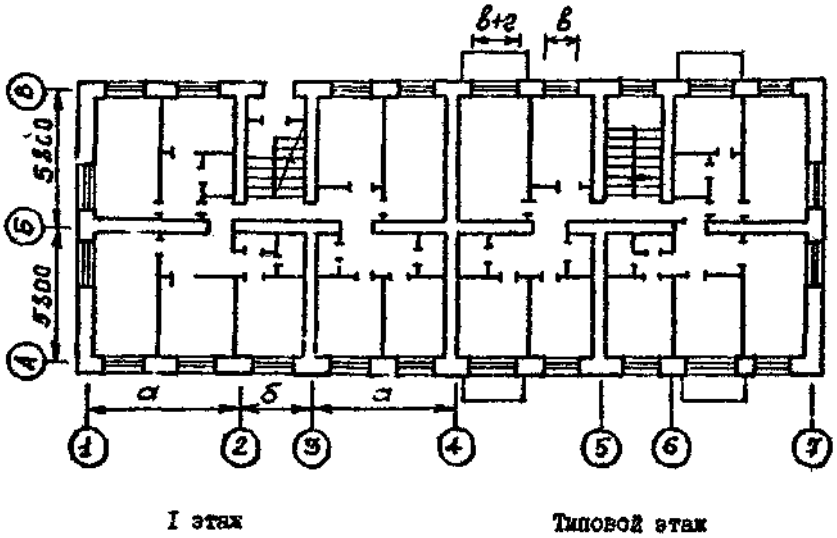
Вариант V



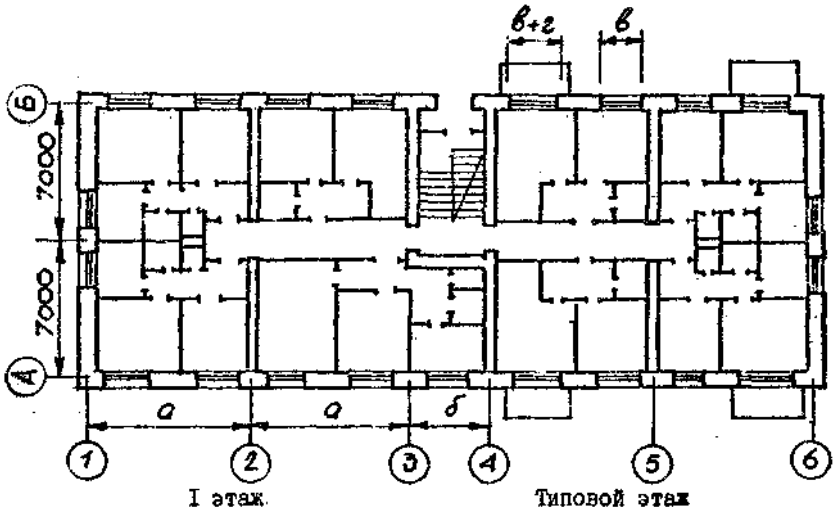
Вариант VI



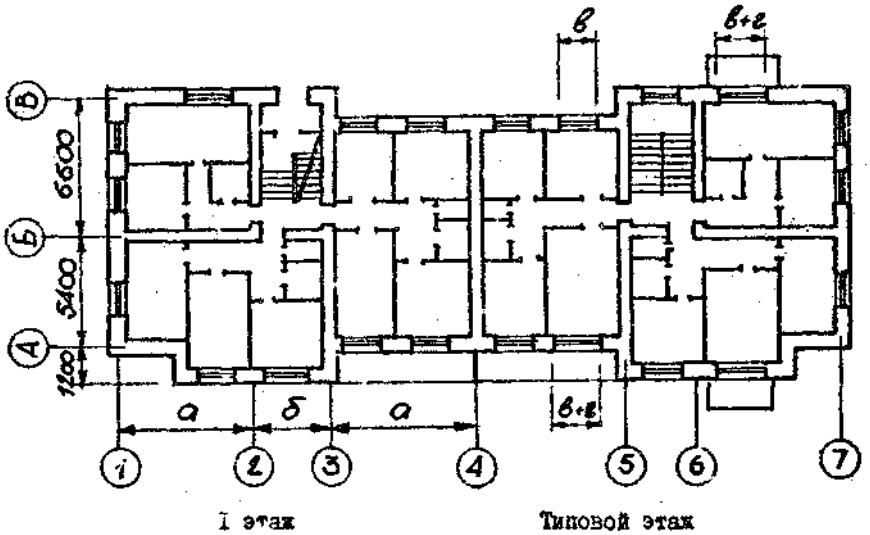
Вариант VII



Вариант VIII



Вариант IX



Вариант X

1.Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха

При проектировании системы отопления необходимо узнать параметры внутреннего и наружного воздуха, города, в котором будет находиться отапливаемое здание,

1) Для определения параметров наружного воздуха необходимо воспользоваться СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99» Приложение 1 «Расчетные климатические характеристики отопительного периода».

2) Параметры внутреннего воздуха в помещении принимаются следующими

Жилая комната: – $t_в$= 20°С.

Кухня: – $t_в$= 19°С.

Совмещённый санузел: – $t_в$= 24°С.

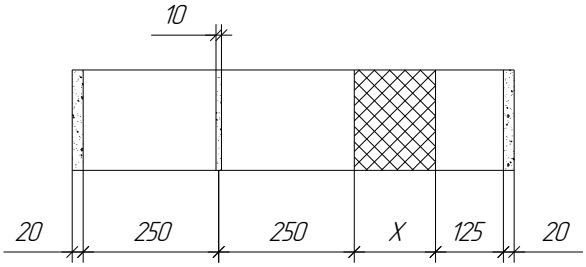
Лестница: – $t_в$= 16°С.

Кладовая: – $t_в$= 16°С.

Угловая комната: – $t_в$= 22°С

2.Теплотехнические расчет ограждающей конструкции

Рассчитываем сопротивление теплопередачи наружной стены и оптимальную толщину утеплителя



Рис№2. Наружная стена.

Определяем требуемое термичесское сопротивление ГСОП (Градус-Сутки отопительного Периода).

$$ГСОП = Z \cdot (t_в - t_{ср.оп}) \quad (1)$$

Где, z - продолжительность отопительного периода,сут

$t_в$ - внутренняя температура воздуха, ^0C

$t_{ср.оп}$ - средняя температура отопительного периода, ^0C

При помощи полученного значения ГСОП определяем нормируемое значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкции $R_{тр}^{огр}$ ($м^2 \cdot {}^0С/Вт$), методом интерполяции (Приложение 2)

Далее производим расчет термичесского сопротивления наружной стены.

В качестве состава стены принимаем:

Керамический пустотный кирпич: $\lambda_{клад} = 0{,}7, Вт/м°С$, ;

Штукатурная стяжка (песчаная известняковая) : $\lambda_{шт} = 0{,}81, Вт/м°С$, ;

Теплоизоляционный материал (перлитофосфосель): $\lambda_{из} = 0{,}05, Вт/м°С$, ;

Воздушная прослойка: $R_В = 0{,}16 \frac{м^2 \cdot °С}{Вт}$

Размеры строительных материалов указаны на Рисунке 2 (Наружная стена)

Составляем уравнение полного термического сопротивления стены и определяем толщину изоляционного слоя из выражения:

$$R_{ст} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{2 \cdot \delta_{шт}}{\lambda_{шт.}} + \frac{2{,}5 \cdot \delta_{кл.}}{\lambda_{кл.}} + \frac{\delta_{из.}}{\lambda_{из.}} + R_В + \frac{1}{\alpha_н} \quad (2)$$

Где, λ – коэффициент теплопроводности материала, $Вт/м^2 \cdot °С$

δ - толщина слоя, мм;

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к внутренней поверхности стены, $\alpha_в = 8{,}7$ $Вт/м^2 \cdot °С$.

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи от наружной стены к наружному воздуху, $\alpha_н = 23$ $Вт/м^2 \cdot °С$.

Примечание: для простоты расчета, рекомендуется рассчитать сначала R для каждой ограждающей конструкции по отдельности (штукатурка, кирпич), а после уже определять толщину теплоизоляционного слоя.

Полученное значение толщины округляем до целого числа к примеру 10 или 20 см.

После находим термическое сопротивление теплоизоляционного слоя по формуле:

$$R_{из} = \frac{\delta_{из.}}{\lambda_{из.}}, м^2 \cdot °C / Вт. \quad (3)$$

Теперь определим полное термическое сопротивление ограждающей конструкции с учетом принятого сопротивления теплоизоляционного слоя:

$$R = \frac{1}{\alpha_в} + 2 \cdot R_{шт} + 2{,}5 \cdot R_{кл} + R_{из} + R_В + \frac{1}{\alpha_н} \quad (4)$$

Посоле расчета полного термического сопротивления сравниваем полученное сопротивление с нормируемым сопротивление ГСОП, если суммарное сопротивление больше нормируемого, то расчет выполнен верно

$$R \geq R_{ГСОП}$$

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции должен быть не более 4°С. Находим температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности стены, Δtн.

$$R = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t \cdot \alpha_в} \Rightarrow \Delta t = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{R \cdot \alpha_в} °C \quad (5)$$

Где, n – коэффициент, учитывающий отношение ограждающей конструкции к наружному воздуху

$t_н$ – температура наиболее холодной пятидневки;

$t_в$ – температура внутри помещения, принимается 20°С

Если Δt <4, то следовательно ограждающая конструкция посчитана верно.

Определим коэффицент теплопередачи:

$$K = \frac{1}{R}, Вт / м^2 °C \quad (6)$$

Определяем сопротивление теплопередачи совместной кровли из многопустотной железобетонной плиты и определяем максимальную толщину утеплителя.

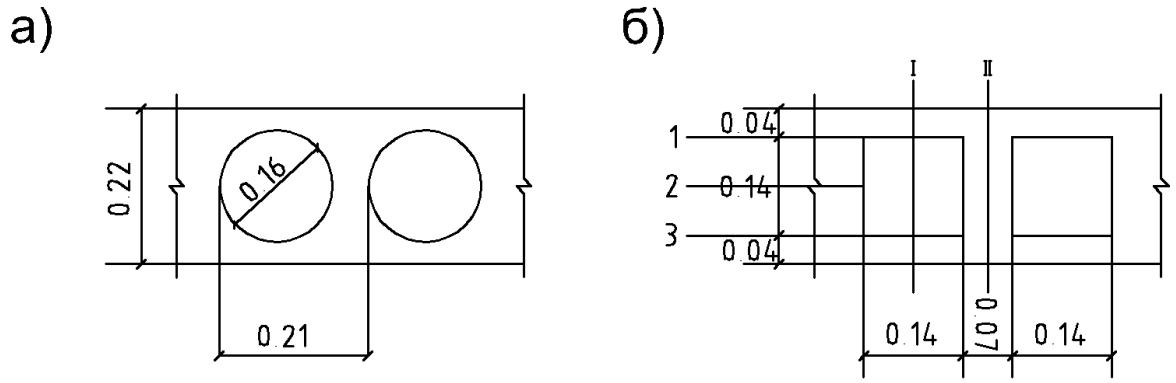


Рис 3. Многопустотная бетонная плита

Определяем требуемое термическое сопротивление ГСОП (Градус-Сутки отопительного Периода).

$$ГСОП = Z \cdot (t_в - t_{ср.оп}) \quad (7)$$

При помощи полученного значения ГСОП определяем нормируемое значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкции $R_{тр}^{огр}$

далее находим термическое сопротивление многопустотной железобетонной плиты и оптимальную толщину утеплителя, но без учёта гидроизоляции, выравнивающего слоя и пароизоляции. Для упрощения расчётов круглое отверстие железобетонной плиты принимаем равным по площади квадратному.()

$$a = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3{,}14 \cdot 0{,}16^2}{4}} = 0{,}14 м \quad (8)$$

Так как плита используется стандартная то все площади сечении принимаются из рисунка 2 (Б)

Определяем термическое сопротивление для сечения «I–I»:

$$R^{I-I} = \frac{2 \cdot \delta_б}{\lambda_{б.}} + R_{воз.пр} \; м^2 °C / Вт \quad (9)$$

Где, $\delta_б$ - толщина слоя (применятся без учета квадратного отверстия) мм

$\lambda_б$ – коэффициент теплопроводности бетонной плиты 1,92 Вт/м°С;

$R_{воз.пр}$ – термическое сопротивление воздушной прослойки 0,15 $м^2$°С/Вт.

Для сечения «II–II», определяем термическое сопротивление:

$$R^{II-II} = \frac{\delta_б}{\lambda_{б.}}, м^2 °C / Вт, \quad (10)$$

Согласно СНиП 23.02–2003 «Тепловая зашита зданий» определяется термическое сопротивление параллельное тепловому потоку:

$$R^{II} = \frac{F_1 + F_2 + ... + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + ... + \frac{F_n}{R_n}} м^2 °C/Вт \quad (11)$$

Где F_1; F_2 … F_n – площади рассматриваемых участков.

R_1; R_2 … R_n – термические сопротивления рассматриваемых участков.

Теперь необходимо разделить плиту перпендикулярно тепловому потоку на три зоны, следовательно, 1 и 3 плоскость будут однородными, а 2 будет неоднородной, состоящей из горизонтальной воздушной прослойки и слоя железобетона.

Термическое сопротивление 1 и 3 слоя определяется по формуле.

$$R_1 = R_3 = \frac{\delta_б}{\lambda_{б.}}, м^2 °C/Вт \quad (12)$$

Среднее термическое сопротивление второго слоя находиться по формуле

$$R_{ср} = R_2 = \frac{F_1 + F_2}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2}} м^2 °C/Вт \quad (13)$$

Далее находим общее термическое сопротивление в направлении перпендикулярном тепловому потоку.

$$R^{\perp} = R_1 + R_2 + R_3, м^2 °C/Вт; \quad (14)$$

Теперь необходимо найти полное термическое сопротивление многопустотной железобетонной плиты.

$$R_{пол} = \frac{R^{II} + 2 \cdot R^{\perp}}{3}, м^2 °C/Вт; \quad (15)$$

Составляем уравнение полного термического сопротивления перекрытия и определим толщину изоляционного.

$$R_{тр}^{огр} = \frac{\delta_{из.}}{\lambda_{из.}} + R_{пол.}, м^2 °C/Вт. \quad (16)$$

После находим термичесское сопротивление плиты с учетом изоляционного слоя

$$R = \frac{1}{\alpha_В} + R_{пол} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_Н}, м^2 °C/Вт \quad (17)$$

Находим температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности стены Δt.(должен быть не больше 3°С)

$$R = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t \cdot \alpha_в} °C \quad (18)$$

Теперь определим коэффицент теплопередачи

$$K = \frac{1}{R}, Вт/м^2 °C. \quad (19)$$

Определяем сопротивление теплопередачи бесчердачного перекрытия и рассчитать наименьшую толщину утеплителя для отапливаемого помещения общественного назначения.

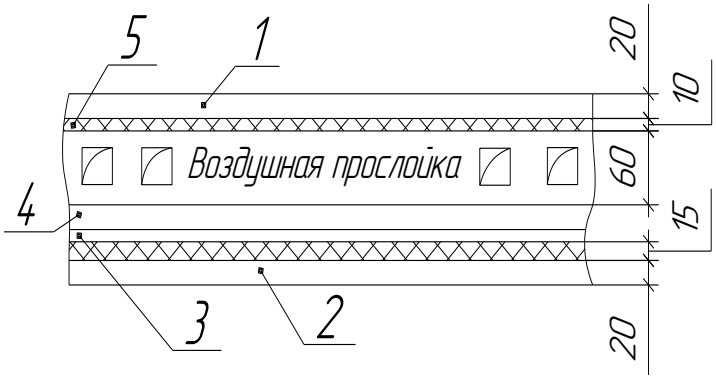


Рис 4. Бесчердачное перекрытие. Потолок.

1–два слоя толи, 2–штукатурка подранки, 3–пароизоляция, 4–теплоизоляция, 5–обрешетка из досок.

Рассчитаем требуемое термическое сопротивление ГСОП (Градус–Сутки Отопительного Периода) и определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{тр}^{огр}$, методом интерполяции.

$$ГСОП = Z \cdot \left(t_{в} - t_{ср.оп}\right) \tag{20}$$

Для простоты расчета определим термическое сопротивление каждого слоя по отдельности ($R_{дер}$, $R_{дер\text{-}2}$, $R_{шт}$, $R_{толь}$), используя формулу:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, м^2 °C/Вт. \tag{21}$$

Коэффициент теплопроводности дерева 0,23 Вт/м·°С

Коэффициент теплопроводности штукатурной подранки 0,52 Вт/м·°С

Коэффициент теплопроводности слоя толи 0,17 Вт/м·°С

Термическая сопротивление воздушной прослойки 0,142 м^2·°С/Вт

После расчета Сопротивлении каждого слоя, составляем полное уравнение термического сопротивления, и определяем толщину изоляционного слоя.

$$R_{тр}^{огр} = R_{дер.1} + R_{дер.2} + R_{шт.} + \frac{\delta_{из.}}{\lambda_{из.}} + R_{толь} + R_{воз.пр.}, м^2 °C/Вт. \tag{22}$$

Теперь необходимо рассчитать термическое сопротивление с учетом выбранной толщины изоляционного слоя

$$R = \frac{1}{\alpha_{В}} + R_{дер.1} + R_{дер.2} + R_{шт.} + R_{из} + R_{толь} + R_{воз.пр.} + \frac{1}{\alpha_{Н}} \tag{23}$$

Определяем коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{R}, Вт/м^2 °C. \tag{24}$$

3.Определение теплопотерь здания

Произведем расчет теплопотерь помещения (угловая комната). За расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем 22^0С

Общие теплопотери помещения рассчитываются по формуле:

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{и(в)} + Q_{быт}, (Вт) \quad (25)$$

Где, $Q_{огр}$ – потери тепла через наружные ограждения, Вт;

$Q_{и(в)}$ – потери тепла на инфильтрацию наружного воздуха или вентиляцию;

$Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, (Вт/ м·^{0}С)Вт.

Теплопотери через наружное ограждение ($Q_{огр}$) находим по формуле:

$$Q_{огр} = KF(t_в - t_н) \cdot n \cdot (1+\beta) \quad (26)$$

Где, К - коэффициент теплопередачи (Вт/ м·^{0}С);

F – площадь теплотеряющей конструкции, (м^2),

$t_н$ – расчетная температура наружного воздуха, ^{0}С;

n – характеристика ограждения по отношению к наружному воздуху, которая определяется по СНиП 2302-2003 «Тепловая защита зданий» (Приложение 3);

β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждения (сторона света).

При расчете площади теплоограждающей конструкции, площадь стены берется с вычетом площади окна ($F_{ст}$-$F_{оп}$).

Коэффициент поправки стороны света берется в соответствии с рисунком 5

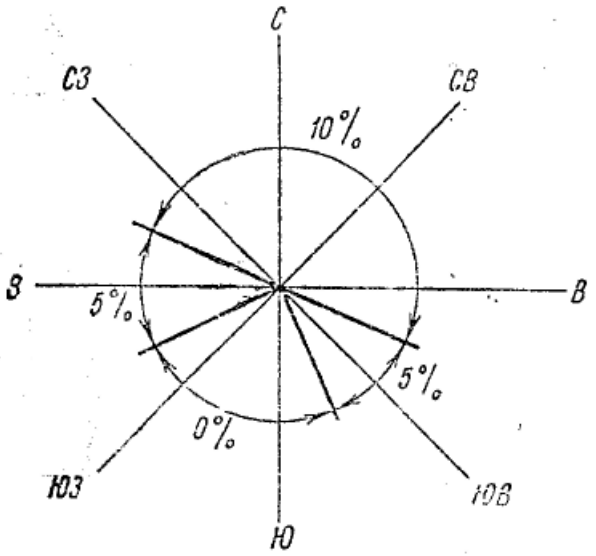


Рис. 5. Величины добавок к основным теплопотерям в зависимости от ориентации ограждения по странам света

примечание: коэффициент поправки на сторону света у пола и чердачного перекрытия всегда равен 1.

Бытовые тепло выделения рассчитываются по формуле

$$Q_{быт} = 10 \cdot F_ж \quad (27)$$

Где $F_ж$ – площадь пола в помещении

Теплопотери на нагревание наружного воздуха в объёме, обеспечивающего минимальный нормативный воздухообмен в жилых комнатах определяем по формуле:

$$Q_в = 0{,}28 \cdot L \cdot c \cdot \rho_н \cdot (t_в - t_н) \cdot F_ж \qquad (28)$$

Где, $L_В$ - нормируемый расход воздуха определяемый из расчета 3 м^3/ч на 1м^2 площади жилых помещений и кухонь;

С – удельная теплоемкость воздуха, с = 1,005 (кДж/кг·$^{\circ}C$);

$\rho_Н$ - плотность наружного воздуха.

$$\rho_н = \frac{353}{273 - t_н} \qquad (29)$$

$F_ж$ – Площадь жилой комнаты.

Количество тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего в помещения жилых и общественных зданий путем инфильтрации $Q_и$, Вт, следует определять по формуле:

$$Q_и = 0{,}278 \cdot G_i \cdot c \cdot k \cdot (t_в - t_н), \text{ Вт,} \qquad (30)$$

Где Gi- расход инфильтрирующего воздуха через ограждающие конструкции здания, кг/ч;

с - удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг·°С);

к- коэффициент учета нагревания инфильтрирующегося воздуха встречным тепловым потоком, равный 0,7- для стыков панелей и окон с тройными переплетами; 0,8- для окон и балконных дверей с раздельными переплетами; 1- для окон с одинарными и спаренными переплетами;

$$G_i = 0{,}216 \frac{\sum F_i \cdot \Delta p_i^{0,67}}{R_u}, \text{ кг/ч,} \qquad (31)$$

Где F - площадь наружных ограждающих конструкций, соответственно, м²;

Ru - сопротивление воздухопроницанию, принимаемое по СНиП,

$$Ru = \frac{1}{R_{инф.ок.дв}} \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_o}\right)^{2/3}, \qquad (32)$$

Где Δp_i – разность давлений по разные стороны воздухопроницаемого элемента здания;

$R_{инф.ок.дв}$ – сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения 10 кг/м^2·ч

Δpi - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при Δp_0=10 Па.

$$\Delta p_i = 9{,}81 \cdot (h_{у.ш} - h_n)(\rho_н - 1{,}27) + 1{,}4 \cdot (\beta \cdot v)^2 \cdot \rho_н \cdot \frac{18 + h_n}{60 + h_n}, \text{ Па,} \qquad (33)$$

Где hу.ш — высота устья вытяжной шахты над уровнем земли, м (высота здания n количества этажей + 1,5 м);

hn — высота центра рассматриваемого элемента ограждения в зависимости от этажа над уровнем земли;

β — поправочный коэффициент, учитывающий несовпадение во времени принятых в расчете скоростей ветра и температуры наружного воздуха (для Европейской части России, расположенной севернее 52° с.ш., и центральных районов Сибири β=0,6; для прибрежных районов Приморского края β=1,2; для остальных районов СНГ β=1);

v — расчетная скорость ветра, ν=5 м/с.

После того как мы рассчитали $Q_в$ и $Q_и$ необходимо выбрать наибольшее из этих двух значении и занести в таблицу 6, а после суммировать с остальными теплопотерям.

$$\Sigma Q = Q_{и(в)} + Q_{огр} - Q_{быт}, Вт \quad (34)$$

№ помещения	Ограждение							Основные теплопотери Q огр ; Вт.	Поправка на сторону света η	Q*Q огр ; ВТ	$\Sigma Q_{огр}$	$Q_{инф}$	$Q_{быт}$	ΣQ
	Название и сторона света	A*B; м	Количество	Площадь F; м^2	Коэффициент теплопередачи K, Вт/(м^2·°C)	Разность температур tв - tн , °C	Коэффициент n							

Таблица 6, Расчет теплопотерь здания

4.Конструктивное решение по системе отопления

В соответствии с заданием производим конструирование системы отопления.

В системах отопления подающая магистраль располагается ниже или выше (зависит от разводки системы отопления) жилого помещения, и горячая жидкость поступает в подающую магистраль и продолжает движение по различным стоякам к отопительным приборам.

Стояки размещаем с таким расчётом, чтобы нагревательные приборы по возможности располагались по обе стороны стояков, и чтобы нагревательные приборы смежных помещений, имели самостоятельные подводки от стояков.

Тепловой пункт размещаем в подвальном помещении лестничной клетки. В лестничных клетках предусматриваем отдельные стояки.

Выберем марку нагревательного прибора, запорную и регулирующую арматуру. Установим биметаллические секционные радиаторы марки РБС-500 со следующими техническими характеристиками:

Характеристики радиатора РСБ–500

Наименование показателей и их размерность	**РБС-500**
Габаритные размеры, мм. монтажная высота $H_м$, высота H, глубина B, длина L/	500x578x100x80
Номинальный тепловой поток $q_{Ну}$ (с учётом эксплуатационных испытаний), кВт	0,195
Теплоплотность (по длине секции), Вт/м	2438
Площадь наружной поверхности f_c, $м^2$	0,48
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях K_{HV}, Вт/($м^{2o}$С)	5,8
Масса (без учёта массы пробок), не более, кг	2,7
Удельная масса (без учёта массы пробок), не более, кг/кВт	13,85
Объём воды, л	0,23

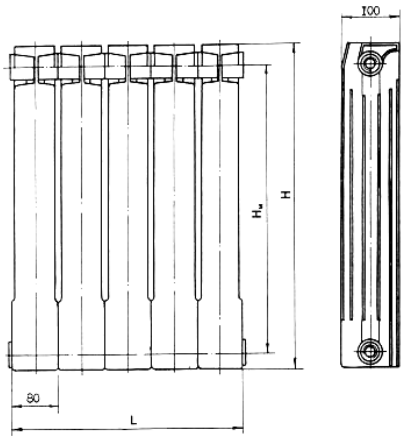


Рис. 1. Габаритные размеры радиатора «Сантехпром БМ»

Радиатор состоит из стального закладного элемента (каркаса), омываемого изнутри теплоносителем, и наружного литого под давлением оребрения из высококачественных алюминиевых сплавов. Каркас изготовлен из стальных труб 20x2 мм, выполняющих роль вертикальных колонок оригинальной формы, и электросварных цельнотянутых труб 38x4 мм, образующих горизонтальные коллекторы, сваренных между собой в среде смеси аргона и углекислого газа. При этой конструкции, во-первых,

исключается контакт теплоносителя с алюминиевым сплавом, отсутствуют условия электрохимической коррозии, что определяет долговечность прибора, во-вторых, оригинальная форма фронтальных алюминиевых рёбер и вертикальных колонок определяет высокую эффективность и стабильность теплопередачи и улучшает гигиеничность прибора и, в-третьих, обеспечивается надёжность и герметичность при сборке и перегруппировке радиаторов.

5.Определение поверхности нагрева отопительных приборов.

Рассмотрим на примере ранее рассчитанного помещения.

Площадь нагревательной поверхности отопительного прибора определяется по формуле:

$$A = \frac{Q_{пр}}{\left(t_{ср.пр.} - t_{в}\right) \cdot K} \cdot \beta_1 \beta_2 \qquad (35)$$

Где, $Q_{пр}$ – тепловая нагрузка прибора, Вт;(общие теплопотери в комнате;

$t_{ср.пр.}$ – средняя температура теплоносителя в приборе, $°C$;

β_1 – поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора применяется от 1,06 до 1,11;

β_2 – поправочный коэффициент, учитывающий остывание воды в трубах; при открытых трубопроводах водяного отопления в среднем принимается от 1,03 – 1,05;

К – коэффициент теплопередачи прибора, К = 5,8 ($Вт/м^2 \cdot °C$).

Средняя температура теплоносителя в приборе находится по формуле:

$$t_{ср.пр.} = \frac{t_г + t_{об}}{2} \qquad (36)$$

Где, $t_г$ – расчетная температура горячей воды в приборе, $t_г = 95°C$;

$t_{об}$ – расчетная температура обратной воды в приборе, $t_{об} = 70°C$;

После расчета формулы () определяем ориентировочное число секции в отопительном приборе:

$$n = \frac{A}{a} \qquad (37)$$

Где, а – площадь поверхности нагрева одной секции, а = 0,48 ($м^2$);

Установочное число секции отопительного прибора определяем по формуле:

$$n_{уст} = n \cdot \beta_3 \qquad (38)$$

Где, β_3 – коэффициент учитывающий изменение коэффициента, теплопередачи прибора в зависимости от числа секций в нём до 5 секции β_3 = 0,95, при 6-10 секции β_3 = 1, при 11-20 секции β_3 = 1,05, свыше 20 секции β_3 = 1,1;

Данные расчеты для каждой комнаты сводиться в общую таблицу

Таблица № 7 Определение поверхности нагрева отопительных приборов и количества секции

№ помещения	1 этаж			№ помещения	2 этаж			№ помещения	3 этаж		
	Qco, Вт	F, м^2	Nуст секц ий.		Qco, Вт	F, м^2	Nуст секц ий		Qco, Вт	F, м^2	N уст секци й

6.Гидравлическесский расчет системы отопления

Гидравлический расчет систем водяного отопления состоит в определении диаметров труб, подводящих к каждому отопительному прибору необходимое количество теплоносителя под воздействием расчетного циркуляционного давления при известных тепловых нагрузках участков и длинах этих участков – отрезков труб с постоянными расходами и диаметрами.

Гидравлический расчет систем водяного отопления проводят в следующем порядке:

1. Вычерчиваем принципиальную аксонометрическую схему системы отопления, планы подвала типового этажа. На данную схему наносим тепловые нагрузки на приборах, на стояках и ответвлениях к стоякам, которые пронумеровываем на планах.

2. Определяем расчетные циркуляционные кольца (наиболее удаленное, наиболее близкое и наиболее нагруженное). За главное циркуляционное кольцо системы принимаем наиболее нагруженное.

3. Разбиваем главное циркуляционное кольцо на участки.

4. Определяем расход воды G на каждом участке из расчета тепловой нагрузки на данном участке:

$$G_{пр} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{уч}}{c \cdot (t_г - t_{об})}, \qquad (39)$$

Где, $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка на участке, Вт;

c – удельная массовая теплоемкость воды 4,19 кДж/кг· $°C$;

$t_г$ – расчетная температура горячей воды в приборе, $t_г = 95°C$;

$t_{об}$ – расчетная температура обратной воды в приборе, $t_{об} = 70°C$;

5. После того как мы нашли G на участке, с помощью Приложения 4 находим следующие данные:

R – удельные потери давления на трение Па/м;

d – диаметр трубопровода (диаметр всегда должен увеличиваться или уменьшаться в зависимости от трубопровода подающий или обратный);

V – скорость движения воды в трубопроводе

L – длина расчетного участка;

6. Далее мы с помощью скорости определяем динамическое давление Pg с помощью Приложения 5.

7. Коэффициент местных сопротивлении $\sum\zeta$ находим с помощью Приложения 6.

Примечание - учитываются все элементы на данном участке к примеру: Радиатор двухколонный, тройник на ответвление, или же отвод на 90^0 внезапное сужение.

8. Определяем сопротивление по длине Rl, произведение удельных потерь давления на трение R на длину расчетного участка l.

9. С помощью коэффициента местных сопротивлении $\sum\zeta$ и динамического давления Pg найдем z.

10. После чего мы находим расчетное циркуляционное давление Rl+z, после чего суммируем все давления на участке.

Полученные значения сводим в таблицу гидравлического расчета.

Такой же расчет проводим для самого близкого участка от теплового пункта, и так же суммируем значения Rl+z.

11. Произведем увязку дальнего и ближнего участка системы отопления по формуле:

$$\frac{\Sigma Rддальнег - \Sigma Rбближнег}{\Sigma Rддальнег} \cdot 100\% \leq 15\% \qquad (40)$$

Если полученный процент меньше 15%, то гидравлическесский расчет выполнен верно, если он оказался больше 15% то следует произвести повторный гидравлический расчет с использованием других диаметров.

Все полученные расчеты (дальнего и ближнего участков) сводятся общую таблицу 8.

Таблица 8 Расчет циркуляционного кольца.

№	**Q, Вт**	**G, кг/ч**	**l,м**	**d, мм**	**v, м/с**	**R, Па/м**	**Rl, Па**	**∑ζ**	**z, Па**	**Rl+z, Па**	**Pg Па**	**нмс**

НМС – Наименование местных сопротивлении.

Примечание: в курсовой работе в таблице гидравлического расчета, вместо нмс написать «Наименование местных сопротивлении»

Подбор и расчет оборудования узла ввода

Расчет элеваторного узла сводиться к определению его параметров :

-Коэффициент подмешивания ;

-d горловины;

-d сопло элеватора .

По ним подбирается основные размеры и номер элеватора.

1.-Расчетная температуры теплоносителя в тепловой сети T_1 и t_0 принимается 130 -70 ^{0}C или 150-70 ^{0}C.

2.- Расчетный перепад температуры в системе отопления t_2 и t_0 95 и 70 ^{0}C:

3.-расчетный расход воды в системе отопления G, принимается по расходу у воду в тепловой пункт. (кг/ч)

4. Требуемое давление P необходимое для работы элеватора: принимается равным 1,2 Па

5.-Коэффициент подмешивания (инжекции) элеватора:

$$U = \frac{T_1 - t_2}{t_2 - t_0} \qquad (41)$$

6.-Диаметр горловины элеватора:

$$d_{гор} = 8{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{сис}}{\sqrt{P}}} \qquad (42)$$

7.- По диаметру выбираем номер элеватора.

Конструктивные характеристики (длина, диаметры), масса различных типоразмеров элеваторов 40с10бк приведены в табл. 9:

Таблица №9.Конструктивные характеристики водоструйного элеватора 40с10бк.

№ элеватора	Корпус									Сопло	
	горловина $d_{гор}$, мм	размеры, мм							масса, кг	$d_с^н$	допустимые интервалы $d_с$, мм
		L	$D_у$	D_1	$D_{уп}$	D_2	b	h			
1	15	360	40	145	40	145	70	130	8,3	13	3-8
2	20	440	50	160	40	145	93	135	11,3	13	4-8
3	25	570	65	180	50	160	104	145	15,5	16	6-10
4	30	620	80	195	65	180	180	170	18,7	18	7-12

После выбранных размеров, в чертеже необходимо нарисовать данный элеватор используя рисунок 6

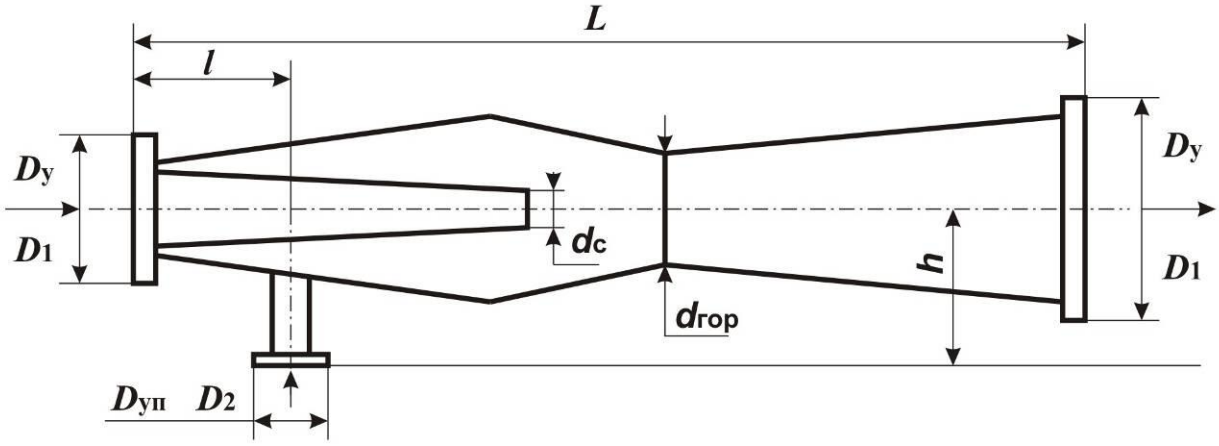


Рис 6

8.-Расчетный диаметр сопла элеватора:

$$d = \frac{d}{1+U} \tag{43}$$

9.-Давление необходимое для работы элеватора:

$$P_{эл} = 1{,}4 \cdot P_{н} \cdot (1+U)\ Па \tag{44}$$

10.-Давление перед элеватором с учетом гидравлических потер:

$$P_{эл.у} = P_{н} + [2 \div 3]\ Па \tag{45}$$

Список использованной литературы

1.СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: Стройиздат, 2000, 84 с.

2. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. М.: Стройиздат, 2000, 84 с.

3. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания. М.: Стройиздат, 1990, 85 с.

4. НПБ 110-03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией", М., 2003.

5. СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения» М., 2009,85 с.

6.СНиП 41-01—2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»- М.: ФГУП ЦНС.- 2004 г.

7. СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий» М., 2012, 89 с.

8. СП 60.13330-2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» М., 2012, 84 с.

9. СП 131.13330-2012 «Строительная климатология», Министерство регионального развития РФ М., 2012, 84 с.

10. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [электронный ресурс]. Санкт-Петербург, 2012, 428с. ISBN 978-5-7325-0941-0.

11. Отопление : учеб. пособие. Ч. 2 / ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ" ; сост.: А. К. Родин, Е. А. Дудкин. - Саратов : ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2012. - 100 с.

12. Гидравлический и тепловой расчеты однотрубной системы водяного отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов. [электронный ресурс] Учебно-методическое пособие. Сост.: Бодров В.Н., Бодрова В.Ф. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2012, 61с.

Приложение 1

Расчетные климатические характеристики отопительного периода

Город	Температура, °С				Продолжительность отопительного периода $n_{о,п}$, сут	Средняя температура отопительного периода $t_{о,п}$, °С	Средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца v, м/с	Влажностная зона
	средняя наиболее холодной пятидневки $t_в=t_н^Б$	средняя наиболее холодных суток t_1	абсолютная минимальная $t_{min}=t_н^В$	расчетная вентиляционная $t_н^А$				
Алма-Ата	-25	-28	-38	-10	166	-2,1	1,5	Сухая
Архангельск	-32	-36	-45	-19	251	-4,7	6,2	Влажная
Ашхабад	-11	-14	-24	-2	111	3,9	2,8	Сухая
Баку	-4	-6	-13	1	119	5,1	8,4	Нормальная
Верхоянск	-60	-63	-68	-51	272	-22	3	Сухая
Вильнюс	-23	-25	-37	-9	194	-0,9	4,6	Нормальная
Владивосток	-25	-26	-31	-16	201	-4,8	9	Влажная
Волгоград	-22	-29	-36	-13	182	-3	8,5	Сухая
Душанбе	-14	-17	-29	-2	112	3,6	1,9	»
Ереван	-19	-20	-31	-4	114	-0,9	1,9	Нормальная
Иркутск	-38	-40	-50	-25	241	-8,9	2,8	Сухая
Калуга	-26	-31	-46	-14	214	-3,5	4,1	Нормальная
Караганда	-32	-35	-49	-20	212	-7,5	7,7	Сухая
Киев	-21	-26	-32	-10	187	-1,1	4,1	Нормальная
Кишинев	-15	-20	-32	-7	166	0,6	5,4	Сухая
Ленинград	-25	-28	-36	-11	219	-2,2	3	Влажная
Минск	-25	-30	-39	-10	203	-1,2	4,8	Нормальная
Москва	-25	-32	-40	-14	205	-3,2	4,4	»
Новосибирск	-39	-42	-50	-24	227	-9,1	3	Сухая
Одесса	-18	-22	_29	-6	168	0,8	85	»
Рига	-20	-25	-35	-9	205	-0,6	5,9	Нормальная
Ростов-на-Дону	-22	-27	-33	-8	175	-1,1	5,8	Сухая
Саратов	-27	-33	-41	-16	193	-5	5,6	»
Таллинн	-21	-25	-32	-9	221	-0,8	6	Влажная
Ташкент	-15	-18	-30	-6	130	2,4	2,1	Сухая
Тбилиси	-7	-10	-23	0	152	4,2	3,9	Нормальная
Фрунзе	-23	-27	-38	-9	157	-0,9	1,6	Сухая
Хабаровск	-32	-34	-43	-23	205	-10,1	5,7	Нормальная
Харьков	-23	-28	-36	-11	189	-2,1	5,2	Сухая
Челябинск	-29	-35	-45	-20	216	-7 1	4 5	»
Чита	-38	-41	-49	-30	240	-11,6	2,2	»

Приложение *2*

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкции зданий

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_{пр}^{тр}$, (м²·°С)/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных над хол. подпольями, подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,35	0,25
	4000	2,8	4,2	3,7	0,40	0,30
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45	0,35
	8000	4,2	6,2	5,5	0,50	0,40
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55	0,45
	12000	5,6	8,2	7,3	0,60	0,50
Общественные, кроме указанных выше, административные бытовые за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33	0,23
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38	0,28
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43	0,33
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48	0,38
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53	0,43
	12000	4,8	6,4	5,5	0,58	0,48
Производственные с сухим и нормальным режимом	2000	1,4	2,0	1,4	0,21	0,19
	4000	1,8	2,5	1,8	0,24	0,22
	6000	2,2	3,0	2,2	0,27	0,25
	8000	2,6	3,5	2,6	0,30	0,28
	10000	3,0	1,0	3,0	0,33	0,31
	12000	3,4	4,5	3,4	0,36	0,34

Приложение 3

Поправочный коэффициент *n* на расчетную разность температур $t_в$ - $t_н$

Ограждения	*n*
Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами, оконные проемы	1
Чердачные перекрытия со стальной, черепичной или асбестоцементной кровлей по разреженной обрешетке и покрытия с вентилируемыми прослойками	0,9
Перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли	0,75

Приложение 4

Таблица для гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления при $t_г$=95°С, $t_о$=70°С и *k*=0,2 мм

Удельные потери давления на трение *R*, Па/м	Количество проходящей воды *G*, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды *v*, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-85) условным проходом *d*, мм.						
	15	**20**	**25**	**32**	**40**	**50**	**70**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041	210 0,045	409 0,052	788 0,06
1,2	17,5 0,025	40 0,031	76 0,037	164 0,045	229 0,048	454 0,059	872 0,067
1,4	19 0,027	44 0,034	84 0,041	180 0,049	249 0,052	496 0,064	948 0,073
1,6	21 0,03	47 0,037	96 0,045	191 0,053	269 0,057	535 0,069	1016 0,075
1,8	22 0,031	50 0,039	108 0,051	197 0,054	287 0,06	571 0,073	1077 0,082
2	24 0,033	53 0,042	111 0,054	203 0,057	304 0,064	606 0,078	1137 0,087
2,4	26 0,037	59 0,046	120 0,057	223 0,062	338 0,071	671 0,087	1258 0,096
2,8	28 0,041	64 0,05	130 0,064	244 0,068	368 0,077	729 0,096	1377 0,106
3,2	31 0,044	72 0,058	140 0,068	263 0,073	396 0,083	774 0,102	1438 0,114
3,6	33 0,047	80 0,062	143 0,071	281 0,078	422 0,089	818 0,108	1578 0,121
4	35 0,05	85 0,065	146 0,073	299 0,082	448 0,094	861 0,115	1667 0,128
5	40 0,057	95 0,073	157 0,074	336 0,093	507 0,107	971 0,13	1898 0,145
6	44 0,063	103 0,08	169 0,082	373 0,103	559 0,118	1081 0,144	2090 0,16
7	48 0,069	111 0,086	184 0,089	406 0,112	601 0,126	1172 0,152	2269 0,174

1	2	3	4	5	6	7	8
8	55 0,082	113 0,088	199 0,097	434 0,12	642 0,135	1236 0,161	2470 0,187
9	57 0,084	119 0,092	212 0,103	463 0,128	684 0,144	1354 0,171	2593 0,199
10	59 0,087	128 0,097	225 0,109	490 0J36	726 0,151	1445 0,182	2744 0,21
12	63 0,093	140 0,108	248 0,12	537 0,149	809 0,17	1583 0,201	3011 0,23
14	67 0,098	151 0,117	269 0,131	579 0,16	876 0,184	1720 0,218	3246 0,248
16	70 0,103	163 0,126	289 0,141	621 0,172	937 0,197	1858 0,236	3428 0,266
18	74 0,108	174 0,135	309 0,15	663 0,184	997 0,21	1974 0,251	3718 0,284
20	77 0,114	184 0,142	332 0,161	705 0,195	1058 0,222	2090 0,265	3953 0,302
24	84 0,124	204 0,157	360 0,175	778 0,215	1166 0,245	2291 0,291	4327 0,331
28	91 0,135	221 0,171	391 0,19	840 0,233	1261 0,265	2645 0,312	4702 0,35
32	98 0,145	237 0,183	416 0,202	902 0,25	1357 0,284	2740 0,334	5043 0,383
36	106 0,156	255 0, 195	441 0,214	964 0,267	1444 0,304	2814 0,356	5350 0,409
40	112 0,164	267 0,206	467 0,226	1026 0,284	1524 0,321	2973 0,376	5657 0,433
50	126 0,186	297 0,28	530 0,257	1149 0,318	1710 0,36	3336 0,422	6339 0,485
60	139 0,205	324 0,25	593 0,288	1270 0,352	1866 0,393	3699 0,468	6971 0,533
70	151 0,223	351 0,271	635 0,308	1369 0,379	2022 0,426	3988 0,504	7534 0,576
80	162 0,239	377 0,291	677 0,328	1467 0,406	2178 0,458	4276 0,54	8065 0,618
90	173 0,255	404 0,312	719 0,348	1554 0,43	2309 0,486	4543 0,574	8567 0,655
100	183 0,269	430 0,332	759 0,369	1632 0,452	2431 0,512	4788 0,605	9035 0,691
120	201 0,295	469 0,362	835 0,405	1786 0,491	2674 0,563	5250 0,664	9899 0,757
140	216 0,318	507 0,392	904 0,438	1939 0,537	2895 0,609	5686 0,719	10584 0,81
160	229 0,338	546 0,422	972 0,471	2079 0,576	3095 0,651	6093 0,77	11269 0,862
180	243 0,358	584 0,451	1028 0,499	2201 0,609	3294 0,693	6473 0,818	11953 0,914

Приложение 5

Значения динамического давления $P_а$ для расчета потерь давления в местных сопротивлениях трубопроводов систем водяного отопления

Скорость движения воды *v*, м/с	$P_а$, Па	Скорость движения воды *v*, м/с	$P_а$, Па	Скорость движения воды *v*, м/с	$P_а$, Па
0,01	0,05	0,25	30,44	0,49	117,71
0,02	0,2	0,26	33,34	0,5	122,61
0,03	0,45	0,27	36,29	0,51	127,52
0,04	0,8	0,28	38,55	0,52	131,37
0,05	1,23	0,29	41,19	0,53	138,31
0,06	1,77	0,3	44,13	0,54	143,21
0,07	2,45	0,31	47,08	0,55	149,09
0,08	3,14	0,32	49,99	0,56	154
0,09	4,02	0,33	53,93	0,57	159,88
0,1	4,9	0,34	56,88	0,58	165,77
0,11	5,98	0,35	59,82	0,59	170,67
0,12	7,06	0,36	63,74	0,6	176,55
0,13	8,34	0,37	67,67	0,61	183,42
0,14	9,61	0,38	70,61	0,62	189,3
0,15	11,08	0,39	74,53	0,65	207,88
0,16	12,56	0,4	78,45	0,68	227,48
0,17	14,22	0,41	82,37	0,71	248,07
0,18	15,89	0,42	86,3	0,74	268,67
0,19	17,75	0,43	91,2	0,77	291,23
0,2	19,61	0,44	95,13	0,8	314,79
0,21	21,57	0,45	99,08	0,85	355
0,22	23,53	0,46	103,98	0,9	398,18
0,23	26,48	0,47	108,89	0,95	443,29
0,24	28,44	0,48	112,81	1	490,3

Приложение 6

Коэффициенты местных сопротивлений ζ для различных элементов систем отопления (приближенные значения)

Элементы систем отопления	ζ при условном проходе труб d, мм					
	15	**20**	**25**	**32**	**40**	**≥50**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Котлы:						
чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
стальные	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Компенсаторы:						
П-образные	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы:						
90° и утки	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2
двойные широкие	1	1	1	1	1	1
Скобы	3	2	2	2	2	2
Тройники:						
на проходе	1	1	1	1	1	1
на ответвлении	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3
Крестовины:						
на проходе	2	2	2	2	2	2
на ответвлении	3	3	3	3	3	3
Вентили:						
обыкновенные	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Задвижки	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Краны:						
проходные	4	2	2	2	-	-
двойной регулировки	4	2	2	-	-	-
Трехходовой кран:						
при повороте потока	3	3	4,5	-	-	-
при прямом проходе	2	1,5	2	-	-	-