

Министерство образования и науки РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Горного дела и строительства

Кафедра «Санитарно-технические системы»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**к курсовому проектированию**  
**по дисциплине**  
**Современные источники**  
**теплоснабжения**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ КОТЕЛЬНОЙ** Уровень  
профессионального образования: *(высшее образование – магистратура)*  
Направление подготовки: *08.04.01 - СТРОИТЕЛЬСТВО*  
Профиль подготовки: *Теплогазоснабжение и вентиляция*  
Квалификация выпускника: *69 - магистр*

Тула 2019 г.

Методические указания составлены доцентом С.А. Солодковым и  
обсуждены на заседании кафедры "Санитарно-технические системы"  
горно-строительного факультета

Протокол № 7 от « 17 » 03 2019 г.

Зав. кафедрой



Р.А.Ковалев

Методические указания пересмотрены и утверждены на заседании  
кафедры "Санитарно-технические системы" горно-строительного  
факультета

Протокол № \_\_\_\_\_ от “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

Зав. кафедрой

Р.А. Ковалев

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Исходные данные для проектирования .....	4
2. Состав проекта .....	6
3. Оформление проекта .....	6
4. Проектирование ввода газопровода .....	6
5. Аксонометрическая схема газопровода .....	8
6. Расчёт крышной котельной .....	9
7. Расчёт насосов теплоснабжения .....	14
8. Выбор крышной котельной .....	18
9. Расчёт ввода газопровода для крышной котельной .....	19
10. Составление спецификации крышной котельной .....	20
11. Пример заполнения основной надписи .....	21
Литература .....	22

## СОКРАЩЕНИЯ

В1 – водопровод холодный хозяйственно-питьевой  
Г1 – газопровод низкого давления  
ГВС – горячее водоснабжение  
СП – свод правил  
СПДС – система проектной документации в строительстве  
Ст – стояк (вертикальный трубопровод)

## **Введение**

Автономное теплоснабжение связано с обеспечением теплом здания или группы зданий этажностью от четырёх и более этажей с тепловой мощностью котельной до 3 МВт. Цель курса состоит в формировании необходимых знаний, навыков и компетенций учащихся по проектированию автономного теплоснабжения в виде крышной котельной. Студенты должны понять и закрепить на занятиях с преподавателем, а также самостоятельно основы предмета, имеющие практическое значение в области строительства, по своему профилю.

В данном учебном пособии все положения предмета рассмотрены с примерами, базирующимися на нормах проектирования [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. При этом были устранены некоторые неточности и недомолвки нормативов. Студенты должны самостоятельно учитывать все изменения норм и правил, произошедшие после издания настоящего учебного пособия.

Учебная литература по проектированию крышных котельных [10, 11] приложена в конце учебного пособия. Она носит вспомогательный характер и не может заменить строительных нормативов. Студенту рекомендуется самостоятельно пополнять список полезной учебной литературы по мере её появления в открытой печати или в Интернете.

# 1. Исходные данные

Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание на выполнение курсового проекта. Оно содержит исходные данные для проектирования. К заданию прилагается вкладыш: план этажа секции жилого дома в масштабе 1:100. Задание и вкладыш прикладываются к пояснительной записке студентами по окончании проектирования при защите курсового проекта.

Приступая к проектированию, студент, прежде всего, должен внимательно ознакомиться с заданием и прочесть данное учебное пособие.

Жилой дом, рассматриваемый в работе, может быть задан многоэтажный из нескольких секций, вытянутый в плане, то есть он многоподъездный.

В таблице исходных данных (см. задание) содержится информация по генплану участка застройки: расположение наружных водопроводных и газопроводных сетей по отношению к зданию, их диаметры, абсолютные отметки труб и пола 1-го этажа. Красная линия застройки – это граница между территориями застройки и улицы (проезжая часть с тротуарами и газонами).

Абсолютные высотные геодезические отметки отсчитывают от среднего уровня поверхности океана. В России они отсчитываются от уровня Балтийского моря. Абсолютные отметки применяют для наружных сетей. Относительные отметки здания отсчитываются обычно от поверхности пола 1-го этажа, который принимается за нуль. Относительный нуль здания обычно выше земли на расстоянии около метра. Относительные отметки выше нуля проставляют со знаком плюс, ниже нуля – со знаком минус. Относительные отметки применяют для внутренних сетей.

В учебном пособии рассмотрен пример проектирования крышной котельной на природном газе для жилого пятиэтажного двухсекционного панельного здания с техническим подпольем и плоской кровлей. Здание построено до 1985 года. На 1-м этаже расположен продуктовый магазин с восемью работниками, то есть часть здания является общественной. Лестничная клетка относится к жилому зданию, так как используется жильцами. План этажа секции данного жилого дома показан на рис. 1.

Вариант задания по генплану участка (но не сам генплан) с существующими наружными сетями водопровода В1 и газопровода Г1 изображён на рис. 2.

Крышная котельная в нашем случае должна быть выбрана для существующего жилого многоэтажного здания в блочно-модульном варианте, то есть в состоянии полной заводской готовности (с котлами и т.д. внутри) её нужно доставить от завода-изготовителя к зданию. Её монтаж показан на обложке нашего учебного пособия, где видно, как крышную котельную устанавливают с помощью стрелового строительного крана на кровлю здания. Размерами в плане она обычно с металлический гараж около  $6 \times 3 \text{ м}^2$  (длина и ширина). Установить её надо на кровлю над нежилыми помещениями, например над лестничной клеткой. Ввод газопровода Г1, при расположении наружной сети Г1 с торца здания, проложить параллельно длинной стороне здания не ближе 5 м от наружной стены с поворотом в районе подъезда к простенку шириной не менее 1,5 м, далее наружным стояком Г1 поднять до уровня кровли и над кровлей на высоте около 10–20 см завести трубу Г1 в котельную.

Вариант генплана участка

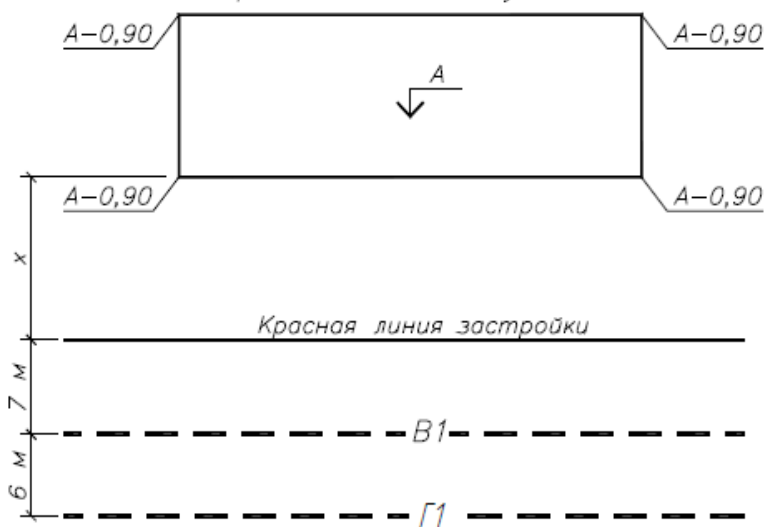


Рис. 2. Пример варианта генплана

На генплане прямоугольником изображено многосекционное здание. В центре здания дана в метрах абсолютная отметка пола 1-го этажа, в примере  $A = 100,00$ . По краям дома показаны отметки земли. Красная линия застройки находится на расстоянии от здания  $B = 12$  м. Далее расположены существующие наружные сети холодного хозяйственно-питьевого водопровода В1 и газопровода низкого давления Г1. Диаметр трубы наружного водопровода 100 мм. Диаметр трубы наружного газопровода 150 мм. Высота этажа 3 м (от пола до пола). Толщина междуэтажного перекрытия 0,3 м. Толщина плоской кровли 0,5 м. Высота подвала 2,5 м (от пола до пола). Абсолютные отметки: верха трубы наружного водопровода 96,10 м; верха трубы наружного газопровода 98,10 м. Здание имеет централизованное горячее водоснабжение с ваннами длиной более 1700 мм, оборудованными душами. На 1-м этаже есть продовольственный магазин.

## **2. Состав проекта**

Курсовой проект состоит из расчётов и графической части, которые следует оформить в виде пояснительной записки формата А4 с подшитыми чертежами:

- план жилого этажа с размерами помещений и толщиной стен и перегородок (масштаб 1:200);
- план 1-го этажа с магазином с размерами помещений и толщиной стен (масштаб 1:200) – убрать перегородки, лестничную клетку оставить жильцам;
- генплан участка с сетями Г1 и В1 (масштаб 1:500);
- план кровли с нанесением контура крышной котельной и привязкой его к разбивочной оси здания (масштаб 1:200);
- аксонометрическая схема ввода газопровода с нанесением запорной арматуры и обозначением ввода газопровода, наружного стояка на крышу, его диаметра труб и характерных высотных отметок трубопровода (масштаб 1:200);
- спецификация оборудования крышной котельной;
- подробный пояснительный текст и расчёты по подбору крышной котельной и диаметра ввода газопровода низкого давления Г1 для котельной.

## **3. Оформление проекта**

Чертежи крышной котельной и ввода газопровода Г1 выполняют в соответствии с требованиями стандартов СПДС, в первую очередь ГОСТов.

Чертежи могут быть выполнены карандашом или же распечаткой на принтере или графопостроителе в случае проектирования на компьютере. Чертежи в карандаше должны быть чёткими, с хорошей графикой и шрифтом по ГОСТу. Допускается отдельные таблицы и тексты распечатывать на принтере (матричном, струйном или лазерном) и аккуратно приклеивать на лист, но в случае ошибок их труднее исправлять. Формат чертежей А4, А3, А2 или А1.

Вначале рекомендуется все чертежи поэтапно прорабатывать в черновике в виде эскизов на бумаге или на компьютере и параллельно проводить расчёты. После накопления черновиков всех расчётных и графических материалов можно приступить к оформлению пояснительной записки курсового проекта начисто.

Чертежи системы газопровода Г1 являются главными в данной работе, поэтому трубопроводы этой системы вычерчиваются толстыми основными линиями, причём видимые участки труб наносят сплошной, а невидимые (например, подземные или заделанные в стену) — штриховой толстой линией. Строительные конструкции, в отличие от архитектурных чертежей, на чертежах инженерных сетей показывают только тонкими линиями. Другими словами, на чертежах сетей визуально доминируют сети.

## **4. Проектирование ввода газопровода**

Данный раздел содержит нормативные указания по проектированию ввода газопровода низкого давления Г1 для крышной котельной. Подробности газоснабжения будут рассмотрены в другом соответствующем курсе.

Вначале на генплане намечают ввод газопровода для крышной котельной здания. Ввод представляет собой подземный трубопровод, подводящий газ

наружной сети к зданию. Начинается он от наружной сети газоснабжения Г1 – от узла подключения к наружной сети газопровода. Ввод прокладывается с глубиной заложения труб не менее 0,8 м [9]. Подведя к зданию трубу ввода газопровода Г1, далее её ведут снаружи по стене здания, то есть монтируют вертикально вверх до кровли. При этом ширина простенка без окон должна быть не менее 1,5 м [1]. Далее прокладывают газопровод по кровле на инвентарных металлических опорах с креплением к плите кровли и тщательной гидроизоляцией в этом месте. Затем заводят газопровод в крышную котельную, причём труба должна быть в футляре. Здесь ввод газопровода заканчивается и далее располагается крышная котельная.

Ранее на рис. 2 был представлен исходный вариант задания для генплана. Сам же генплан с сетями вычерчивают в масштабе 1:500 с соблюдением всех конфигураций стен здания по внешнему контуру. Пример генплана для нашего случая показан на рис. 3.

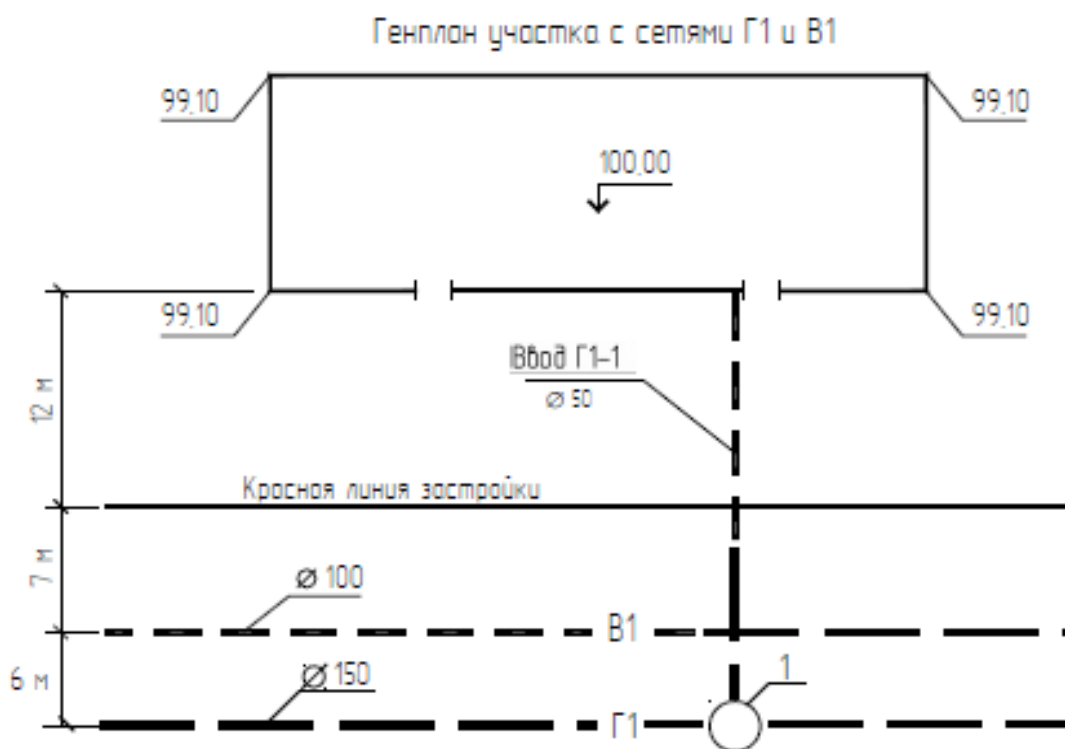


Рис. 3. Пример генплана

Первоначально диаметр ввода газопровода Г1 неизвестен, хотя на генплане показан . 50 мм. Диаметр находят с помощью расчёта по формуле (16), что рассмотрено далее. Узел 1 – это узел подключения ввода газопровода к наружной сети Г1 диаметром . 150 мм. Здесь устраивают колодец с задвижкой.

На генплане (см. рис. 3) также показан контур двухсекционного здания с входами в подъезды. Внутри контура дома дана абсолютная отметка пола 1-го этажа, а по углам здания на выносках указаны абсолютные отметки земли. Красная линия служит границей между застройкой и улицей (включая тротуары и газоны).

Следующим шагом разработки схемы газопровода является трассировка разводящей сети Г1 по фасаду и на кровле здания. На рис. 4 показан план кровли с сетью Г1 (масштаб 1:200).





Рис. 4. Пример плана кровли

Ввод газопровода на плане кровли дают с привязкой к одной из разбивочных осей. Термин «ввод привязан» означает, что показано расстояние от координатной оси здания до оси трубы ввода (см. рис. 4). Ввод следует проложить снаружи здания по наружной стене с шириной простенка не менее 1,5 м, так требует норматив [1]. А располагать крышную котельную над жилыми помещениями нельзя, тоже согласно [1]. Её привязку к разбивочным осям также надо показать на плане кровли (см. рис. 4). Габариты котельной показывать не надо, так как их принимают по данным завода изготовителя.

Трубы разводящей сети Г1 могут быть проложены по трём способам опирания:

- 1) на инвентарных металлических опорах по кровле;
- 2) кронштейнах по наружной стене;
- 3) подвесках к потолку крышной котельной.

Высоту трубы газопровода принимают около 10–20 см над кровлей. Опирают трубы на опоры через 2–5 м при диаметрах труб соответственно 15–50 мм. Зазор между трубой и стеной должен быть 5 см. По высоте стояк Г1 крепят через 3 м. В случае парапетной кровли принять, что наружная стена возвышается над кровлей на 1 м, стену показать двумя линиями.

## 5. Аксонометрическая схема газопровода

Аксонометрическую схему внутреннего газопровода Г1 выполняют во фронтальной изометрии с левой системой осей (рис. 5). По всем трём осям размеры откладывают без искажения. Одна из осей (ось у) имеет угол наклона  $45^\circ$  к горизонту.

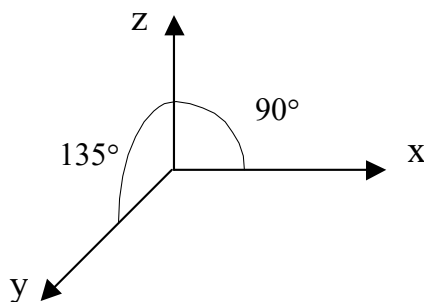


Рис. 5. Фронтальная изометрия

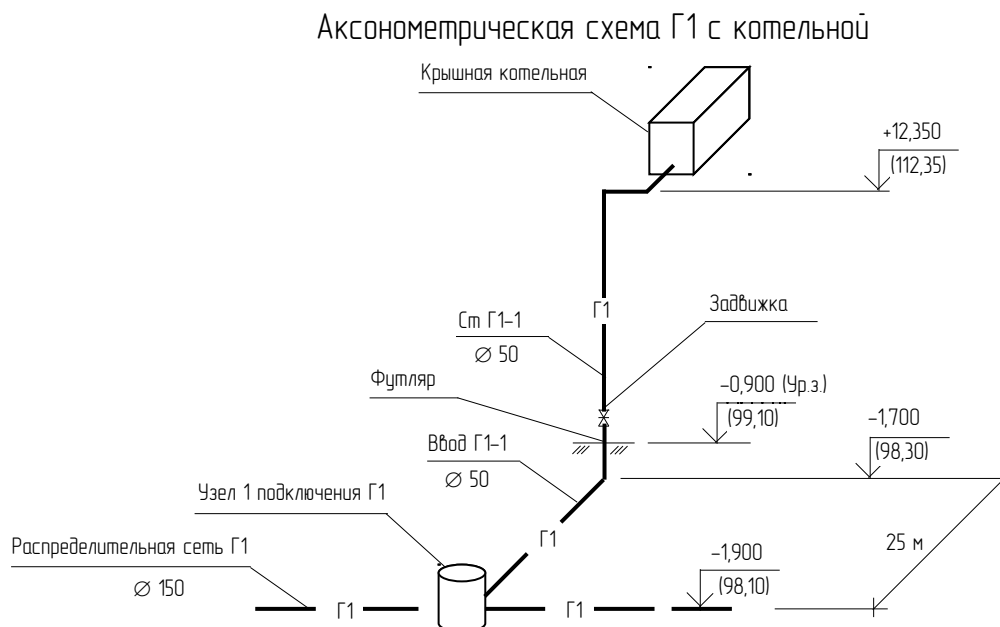


Рис. 6. Пример аксонометрической схемы

Масштаб аксонометрической схемы принимают 1:200. На рис. 6 приведена аксонометрическая схема газопровода Г1 для пятиэтажного двухсекционного здания (наш пример).

На аксонометрической схеме Г1 обозначают стояк. На газопроводной сети Г1 должна быть установлена запорная арматура (пробочные краны, задвижки) на уровне 1-го этажа над землей и внутри крышной котельной.

На аксонометрической схеме указывают узел 1, диаметр газопровода и характерные высотные отметки (в скобках – абсолютные отметки). Глубина заложения подземного Г1 не менее 0,8 м по требованиям свода правил (СП) по газораспределительным системам [9]. При пересечении с поверхностью земли (уровень земли – Ур.з.) труба газопровода должна быть помещена в стальной футляр [9]. При пересечении коммуникаций других инженерных сетей зазор (расстояние в свету) между газопроводом и пересекаемой сетью должен приниматься с учётом требований [9]. Например, в нашем случае при пересечении холодного хозяйственно-питьевого водопровода В1 зазор должен быть не менее 0,2 м.

## 6. Расчёт крышной котельной

Расчёт начинают с определения тепловых нагрузок на крышную котельную в зависимости от типа здания, его этажности, района строительства и т.д.

Тепловые нагрузки для расчёта и выбора оборудования автономных котельных определяют для трёх режимов [1]:

- ◆ максимального – при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку с обеспеченностью 0,92;
- ◆ среднего – при средней температуре наружного воздуха в наиболее холодный месяц;
- ◆ летнего.

Указанные расчётные температуры наружного воздуха принимают в соответствии с [2] и [5].

Расчётная производительность автономной котельной определяется суммой расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимальном режиме (максимальные тепловые нагрузки) и тепловых нагрузок на горячее водоснабжение при среднем режиме и расчётных нагрузок на технологические цели при среднем режиме. При определении расчётной производительности котельной должны учитываться также расходы тепла на нужды котельной [1].

Средние тепловые нагрузки на горячее водоснабжение  $Q_{hm}$  следует определять по нормам расхода горячей воды, приведённым в табл. А.2 свода правил по внутреннему водопроводу и канализации зданий [7]. При этом строительно-климатический район необходимо определять по схематической карте климатического районирования на рис. А1 свода правил по строительной климатологии [5]. Например, для города Омска (надпись Петропавловск) строительно-климатический район по карте обозначен как *IV*.

Максимальные тепловые нагрузки на отопление  $Q_{o \max}$ , вентиляцию  $Q_{v \max}$ , и средние тепловые нагрузки на горячее водоснабжение  $Q_{hm}$  нашего жилого здания определим по формуле (1) [1].

Тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение нашего здания найдём по методике СП [1], с нашими исправлениями в [10]:

а) максимальный расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий, Вт,

$$Q_{o \max} = q_0 \cdot A \cdot (1 + k_1), \quad (1)$$

где  $q_0$  – укрупненный показатель максимального расхода теплоты на отопление и вентиляцию здания на 1 м<sup>2</sup> общей площади, Вт/м<sup>2</sup>, принимать по приложению В свода правил по тепловым сетям [4], например, для Омска при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку с обеспеченностью 0,92 вначале по строительной климатологии [5] в табл. 3.1 находим –37 °С и далее по [4], интерполируя, определяем для нашего жилого 5-этажного панельного здания строительства до 1985 г. показатель  $q_0 = 83$  Вт/м<sup>2</sup>, таким образом мы уточнили недомолвки норматива [1];

$A$  – общая площадь здания, м<sup>2</sup>, имеется в виду внутренняя площадь с вычитанием площадей стен, перегородок и т.д., причём суммирование надо делать по всем этажам здания. Считаем  $A$  отдельно в обозначениях электронных таблиц Excel для жилой и общественной части с магазином на 1-м этаже (см. рис. 1) по площадям помещений, причём лестничную клетку на 1-м этаже относим к площади жилой части:

$$\begin{aligned} A_{жил} &= 4 \text{этажа} \cdot 2 \text{секции} \cdot (11,62 \cdot 17,62 - 0,19 \cdot (11,62 \cdot 2 + 17,62 \cdot 2) - \\ &- 0,38 \cdot 17,62 - 8 \cdot 6 \cdot 0,1 - 6 \cdot 2 \cdot 0,25) + 2 \text{лест.клетки} \cdot 2,8 \cdot 6 = 1466,7 \text{ м}^2; \\ A_{общ} &= 1 \text{этаж} \cdot 2 \text{секции} \cdot (11,62 \cdot 17,62 - 0,19 \cdot (11,62 \cdot 2 + 17,62 \cdot 2) - \\ &- 0,38 \cdot 17,62 - 8 \cdot 6 \cdot 0,1 - 6 \cdot 2 \cdot 0,25) - 2 \text{лест.клетки} \cdot 2,8 \cdot 6 = 324,7 \text{ м}^2; \\ A &= A_{жил} + A_{общ} = 1466,7 + 324,7 = 1791,4 \text{ м}^2; \end{aligned}$$

$k_1$  – коэффициент, учитывающий долю расхода теплоты на отопление общественных зданий, причём при отсутствии данных его следует принимать равным 0,25; принимаем  $k_1 = 0,25$ .

Окончательно подсчитываем по формуле (1):

$$Q_{o \max} = q_0 \cdot A \cdot (1 + k_1) = 83 \cdot 1791,4 \cdot (1 + 0,25) = 185855 \text{ Вт};$$

б) максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий, Вт,

$$Q_{v \max} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_0 \cdot A, \quad (2)$$

где  $k_2$  – коэффициент, учитывающий долю расхода теплоты на вентиляцию общественных зданий; при отсутствии данных его следует принимать равным: для общественных зданий, построенных до 1985 г.,  $k_2 = 0,4$ , после 1985 г.  $k_2 = 0,6$ ; принимаем  $k_2 = 0,4$  (так как по заданию наше здание постройки до 1985 г.); рассчитываем по формуле (2):

$$Q_{v \max} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_0 \cdot A = 0,25 \cdot 0,4 \cdot 83 \cdot 1791,4 = 14868 \text{ Вт};$$

в) средний расход теплоты на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт,

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a+b) \cdot (55-t_c) \cdot c}{24 \cdot 3,6} \quad (3)$$

или же по другой формуле (а выбрать надо наибольшее  $Q_{hm}$ )

$$Q_{hm} = q_n \cdot m, \quad (3a)$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий теплоотдачу в помещения от трубопроводов системы горячего водоснабжения (отопление ванной комнаты за счёт полотенцесушителя, сушка белья);

$m$  – количество человек; оно может быть неизвестно, поэтому его можно принять равным числу смесителей в здании;

для нашего здания считаем  $m$  по рис. 1:

так как в одной секции на одном этаже 2 смесителя кухонной мойки, 2 смесителя умывальника и 2 смесителя ванны, то для 2-секционного жилого здания с 4 этажами (берём 4 этажа, а не 5 этажей, так как не забываем, что на 1-м этаже продуктовый магазин) количество человек с учётом магазина (9 человек)

$$m = 2 \text{ секции} \cdot 4 \text{ этажа} \cdot (2 + 2 + 2) + 9 = 57 \text{ чел.}$$

$a$  – норма расхода горячей воды в л/сут при температуре 55 °С для жилых зданий на одного человека в сутки, которую принимают по табл. А.2 свода правил по внутреннему водопроводу и канализации зданий [7], при этом строительно-климатический район необходимо определять по схематической карте климатического районирования на рис. А1 свода правил по строительной климатологии [5], например, для Омска по карте рис. А1 [5] район *IV*, далее по [7] в таблице А.2 для жилого здания с ваннами длиной более 1500–1700 мм находим норму расхода горячей воды  $a = 100$  л/сут;

$b$  – то же, для общественных зданий; при отсутствии данных принимается равной  $b = 25$  л/сут на одного человека; однако данные есть – для продовольственного магазина в Омске, находящегося в строительно-климатическом районе *IV* [5], по [7] в другой табл. А.3 для общественных и производственных зданий находим норму расхода горячей воды  $b = 12$  л/сут;

$t_c$  – температура холодной (водопроводной) воды В1 в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной +5 °С);

принимаем  $t_c = +5$  °С;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, подставляя  $c = 4,187$  кДж/(кг·°С);

$q_n$  – укрупнённый показатель среднего расхода теплоты на горячее водоснабжение, Вт/чел, по табл. 1 [1], интерполируя между 90 и 105 л/сут:

$$q_n = 332 + (376 - 332) \cdot (2/3) = 361 \text{ Вт/чел};$$

считаем по формуле (3):

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a+b) \cdot (55-t_c)}{24 \cdot 3,6} \cdot c = \frac{1,2 \cdot 57 \cdot (100+12) \cdot (55-5)}{24 \cdot 3,6} \cdot 4,187 = 4433 \text{ Вт};$$

считаем по другой формуле (3а)

$$Q_{hm} = q_n \cdot m = 361 \cdot 57 = 20596 \text{ Вт};$$

сравниваем результаты формул (3) и (3а) и окончательно выбираем наибольшую величину

$$Q_{hm} = 20596 \text{ Вт};$$

г) максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт,

$$Q_{h \max} = 2,4 \cdot Q_{hm} = 2,4 \cdot 20596 = 49430 \text{ Вт}; \quad (4)$$

д) средний расход теплоты на отопление, Вт, следует определять по формуле

$$Q_{om} = Q_{o \max} \cdot \frac{(t_i - t_{om})}{(t_i - t_o)}, \quad (5)$$

где  $t_i$  – средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, принимаемая для жилых и общественных зданий  $+18^\circ\text{C}$ , для производственных зданий  $+16^\circ\text{C}$ ; принимаем  $t_i = +18^\circ\text{C}$ ;

$t_{om}$  – средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой воздуха  $+8^\circ\text{C}$  и менее (отопительный период или холодный период года),  $^\circ\text{C}$ ; вернее  $+10^\circ\text{C}$  по [2] п. 3.43;

в табл. 3.1 СП строительная климатология [5] находим среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период со среднесуточной температурой воздуха  $+10^\circ\text{C}$  и менее для города Омска в столбце 14:

$$t_{om} = -6,9^\circ\text{C};$$

$t_o$  – расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления,  $^\circ\text{C}$ ; например, для Омска определяют так: по п. 5.13 [2] для отопления принимаем параметр Б холодного периода, затем по табл. 10.1 [5] находим ссылку на табл. 3.1, графа 5 [5], то есть на температуру воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 и для Омска окончательно принимаем  $t_o = -37^\circ\text{C}$ ;

считаем по формуле (5):

$$Q_{om} = Q_{o \max} \cdot \frac{(t_i - t_{om})}{(t_i - t_o)} = 185855 \cdot \frac{(18 - (-6,9))}{(18 - (-37))} = 84142 \text{ Вт}.$$

Таким образом, мы показали подробности нахождения необходимых расчётных параметров для крышной котельной по формулам (1)–(5), которые, к сожалению, в нормативах [1] не раскрыты; продолжим методику расчёта;

е) средний расход теплоты на вентиляцию, Вт, при  $t_o$

$$Q_{vm} = Q_{v \max} \cdot \frac{(t_i - t_{om})}{(t_i - t_o)} = 14868 \cdot \frac{(18 - (-6,9))}{(18 - (-37))} = 6731 \text{ Вт}; \quad (6)$$

ж) средняя нагрузка на горячее водоснабжение в летний период для жилых зданий, Вт,

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \cdot \frac{(55 - t_c^s)}{(55 - t_c)} \cdot \beta, \quad (7)$$

где  $t_c^s$  – температура холодной (водопроводной) воды В1 в летний период (при отсутствии данных принимают равной  $+15^\circ\text{C}$ ); принимаем  $t_c^s = +15^\circ\text{C}$ ;

$t_c$  – температура холодной (водопроводной) воды В1 в отопительный холодный период (при отсутствии данных принимают равной +5 °С); принимаем  $t_c = +5$  °С;  
 $\beta$  – коэффициент по [1], учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в летний период по отношению к отопительному холодному периоду, принимают при отсутствии данных для жилых домов равным  $\beta = 0,8$  (для курортных и южных городов  $\beta = 1,5$ ), для предприятий  $\beta = 1,0$ ;  
 принимаем для нашего дома  $\beta = 0,8$ ;  
 считаем по формуле (7)

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \cdot \frac{(55 - t_c^s)}{(55 - t_c)} \cdot \beta = 20596 \cdot \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} \cdot 0,8 = 13181 \text{ Вт} ;$$

з) годовые расходы теплоты, кВт·ч (в [1] записано ошибочно как кДж и без знаменателя 1000 для перевода из Вт в кВт), жилого здания на отопление

$$Q_{oy} = \frac{24 \cdot Q_{om} \cdot n_o}{1000} , \quad (8)$$

на вентиляцию общественного здания, с нашими исправлениями

$$Q_{vy} = \frac{z \cdot Q_{vm} \cdot n_o}{1000} , \quad (9)$$

на горячее водоснабжение жилого и общественного зданий, с нашими исправлениями

$$Q_{hy} = \frac{24 \cdot Q_{hm} \cdot n_o + 24 \cdot Q_{hm}^s \cdot (n_{hy} - n_o)}{1000} , \quad (10)$$

где  $n_o$  – продолжительность отопительного периода в сутках, соответствующая периоду со средней суточной температурой наружного воздуха +8 °С и ниже, принимаемому по [5], при этом заметим, что по [2], согласно п. 3.43, эта температура должна быть не +8 °С, а +10 °С, видимо правильнее принимать для +10 °С;

принимаем по СП строительная климатология [5] из табл. 3.1 для города Омска при +10 °С и ниже продолжительность отопительного периода

$$n_o = 232 \text{ сут};$$

$n_{hy}$  – расчётное число суток в году работы системы горячего водоснабжения; при отсутствии данных следует принимать 350 суток;

$$\text{принимаем } n_{hy} = 350 \text{ сут};$$

$z$  – усреднённое за отопительный период число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток (при отсутствии данных принимать равным 16 ч);

$$\text{принимаем } z = 16 \text{ ч};$$

считаем по формуле (8) годовые расходы теплоты на отопление:

$$Q_{oy} = \frac{24 \cdot Q_{om} \cdot n_o}{1000} = \frac{24 \cdot 84142 \cdot 232}{1000} = 468501 \text{ кВт} \cdot \text{ч} ,$$

далее по формуле (9) годовые расходы теплоты на вентиляцию:

$$Q_{vy} = \frac{z \cdot Q_{vm} \cdot n_o}{1000} = \frac{16 \cdot 6731 \cdot 232}{1000} = 24987 \text{ кВт} \cdot \text{ч} ,$$

далее по формуле (10) годовые расходы теплоты на ГВС:

$$Q_{hy} = \frac{24 \cdot Q_{hm} \cdot n_o + 24 \cdot Q_{hm}^s \cdot (n_{hy} - n_o)}{1000} =$$

$$= \frac{24 \cdot 20596 \cdot 232 + 24 \cdot 13181 \cdot (350 - 232)}{1000} = 152008 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

## 7. Расчёт насосов теплоснабжения

Расчёт насосов теплоснабжения покажем на примере нашего здания.

В автономных котельных следует устанавливать группы насосов по двухконтурной или одноконтурной схеме по требованиям [1].

При двухконтурной схеме [1]:

– насосы первичного контура для подачи воды от котлов к подогревателям отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;

– сетевые насосы систем отопления (насосы вторичного контура);

– сетевые насосы систем горячего водоснабжения;

– циркуляционные насосы горячего водоснабжения.

При одноконтурной схеме [1]:

– сетевые насосы систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;

– рециркуляционные насосы горячего водоснабжения.

Далее формулы методики расчёта даны нами (Сологаевым В.И. [10]) в исправленном виде, так как в своде правил [1] они ошибочные – можете сравнить их по оригиналу текста норматива [1]. Сразу показываем на примере.

При выборе насосов автономных котельных рассчитывается:

1) подача (расход) насосов первичного контура, кг/ч (вместо м³/ч [1]),

$$G_{do} = 3,6 \cdot \frac{(Q_{o \max} + Q_{v \max} + Q_{h \max})}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c}, \quad (11)$$

где  $G_{do}$  – расчётный максимальный массовый расход греющей воды от котлов, кг/ч, причём для пересчёта в объёмный расход воды в м³/ч полученную величину  $G_{do}$  надо разделить на 1000, так как насосы подбирают в каталогах изготовителей по объёмному расходу в м³/ч;

$\tau_1 = +115^\circ\text{C}$  – температура греющей воды на выходе из котла, °C;

$\tau_2 = +105^\circ\text{C}$  – температура обратной воды на входе в котёл, °C;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, подставлять  $c = 4,187 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

$Q_{o \max} = 185855 \text{ Вт}$  – расход теплоты на отопление по формуле (1);

$Q_{v \max} = 14868 \text{ Вт}$  – расход теплоты на вентиляцию по формуле (2).

$Q_{h \max} = 20596 \text{ Вт}$  – расход теплоты на горячее водоснабжение по формуле (4);

При этом напор насосов первичного контура должен быть на 20–30 кПа (2–3 м вод. ст.) больше суммы потерь давления в трубопроводах от котлов до подогревателя, в подогревателе и в котле [1], для запаса; однако окончательно подбирать насосы по расходу и напору не будем, так как это выходит за рамки нашей курсовой работы и относится к дисциплине по отоплению здания, то есть рассмотрено в другом курсе.

Считаем по формуле (11) расчётный максимальный массовый расход греющей воды от котлов, кг/ч:

$$G_{do} = 3,6 \cdot \frac{(Q_{o \max} + Q_{v \max} + Q_{h \max})}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c} = 3,6 \cdot \frac{(185855 + 14868 + 20596)}{(115 - 105) \cdot 4,187} = 10754 \text{ кг/ч},$$

и пересчитываем его в объёмный расход воды насоса в м³/ч:

$$10754/1000 = 10,754 \text{ м}^3/\text{ч},$$

причём убедимся, что не наделали грубых ошибок, сравнив с реально возможными расходами насосов, выпускаемых промышленностью, сопоставляя с рис. 7. Убеждаемся, что расход наших насосов величиной 10,754 м³/ч вполне реальный.

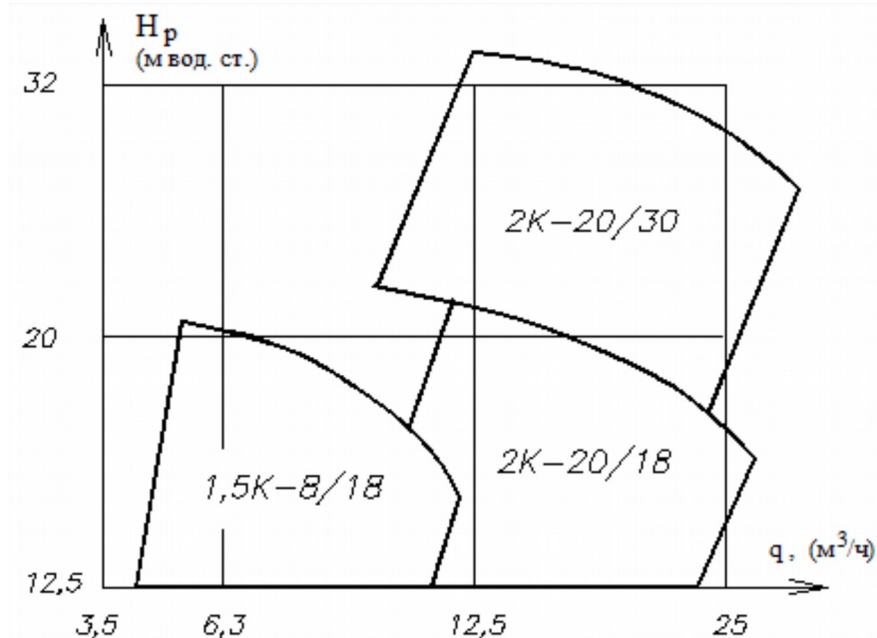


Рис. 7. Графики для подбора насосов по П.П. Пальгунову и В.Н. Исаеву  
(на каждом заводе-изготовителе обычно есть такие графики)

2) Подача (расход) насосов вторичного контура, кг/ч (вместо м³/ч [1]),

$$G_o = 3,6 \cdot \frac{(Q_{o \max} + Q_{v \max})}{(t_1 - t_2) \cdot c}, \quad (12)$$

где  $G_o$  – расчётный максимальный массовый расход горячей воды на отопление и вентиляцию, кг/ч, причём для пересчёта в объёмный расход воды в м³/ч полученную величину  $G_o$  надо разделить на 1000 для подбора насосов по м³/ч;

$t_1 = +95$  °С – температура в подающем трубопроводе отопления Т1, °С;

$t_2 = +70$  °С – температура в обратном трубопроводе отопления Т2, °С;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, подставлять  $c = 4,187$  кДж/(кг·°С);

$Q_{o \max} = 185855$  Вт – расход теплоты на отопление по формуле (1);

$Q_{v \max} = 14868$  Вт – расход теплоты на вентиляцию по формуле (2).

При этом напор насосов вторичного контура должен быть на 20–30 кПа (2–3 м вод. ст.) больше суммы потерь давления в системе отопления [1], для запаса; однако окончательно подбирать насосы по расходу и напору не будем, так как это выходит за рамки нашей курсовой работы и относится к дисциплине по отоплению здания, то есть рассмотрено в другом курсе.

Считаем по формуле (12) расчётный максимальный массовый расход горячей воды на отопление и вентиляцию, кг/ч:

$$G_o = 3,6 \cdot \frac{(Q_{o \max} + Q_{v \max})}{(t_1 - t_2) \cdot c} = 3,6 \cdot \frac{(185855 + 14868)}{(95 - 70) \cdot 4,187} = 6903 \text{ кг/ч}$$



и пересчитываем его в объёмный расход воды насоса в м<sup>3</sup>/ч:

$$6903/1000 = 6,903 \text{ м}^3/\text{ч},$$

причём убедимся, что не наделали грубых ошибок, сравнив с реально возможными расходами насосов, выпускаемых промышленностью, сопоставляя с рис. 7. Убеждаемся, что расход наших насосов величиной 6,903 м<sup>3</sup>/ч вполне реальный.

3) Подача (расход) сетевых насосов горячего водоснабжения (ГВС), кг/ч (вместо м<sup>3</sup>/ч [1]),

$$G_{dh\max} = 3,6 \cdot \frac{Q_{h\max}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c}, \quad (13)$$

где  $G_{dh\max}$  – расчётный максимальный массовый расход горячей воды ГВС, кг/ч, причём для пересчёта в объёмный расход воды в м<sup>3</sup>/ч полученную величину  $G_{dh\max}$  надо разделить на 1000, так как насосы подбирают в каталогах изготовителей по объёмному расходу в м<sup>3</sup>/ч;

$\tau_1 = +115$  °С – температура греющей воды на выходе из котла, °С;

$\tau_2 = +105$  °С – температура обратной воды на входе в котёл, °С;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, подставлять  $c = 4,187$  кДж/(кг·°С);

$Q_{h\max}$  – расход теплоты на горячее водоснабжение по формуле (4).

Считаем по формуле (13) подачу (расход) сетевых насосов ГВС, кг/ч:

$$G_{dh\max} = 3,6 \cdot \frac{Q_{h\max}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c} = 3,6 \cdot \frac{20596}{(115 - 105) \cdot 4,187} = 2125 \text{ кг/ч},$$

и пересчитываем его в объёмный расход воды насоса в м<sup>3</sup>/ч:

$$2125/1000 = 2,125 \text{ м}^3/\text{ч},$$

причём убедимся, что не наделали грубых ошибок, сравнив с реально возможными расходами насосов, выпускаемых промышленностью, сопоставляя с рис. 7. Убеждаемся, что расход наших насосов величиной 2,125 м<sup>3</sup>/ч вполне реальный.

4) Подача (расход) циркуляционных насосов горячего водоснабжения (ГВС) в размере 10% расчётного расхода воды на ГВС, кг/ч (вместо м<sup>3</sup>/ч [1])

$$G_{zh} = 0,1 \cdot G_{h\max}, \quad (14)$$

где  $G_{h\max}$  – максимальный массовый часовой расход воды на горячее водоснабжение, кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{h\max} = 3,6 \cdot \frac{Q_{h\max}}{(\tau_3 - \tau_4) \cdot c}, \quad (15)$$

где для пересчёта в объёмный расход воды в м<sup>3</sup>/ч полученную величину  $G_{h\max}$  надо разделить на 1000, так как насосы подбирают в каталогах изготовителей по объёмному расходу в м<sup>3</sup>/ч;

$\tau_3 = +75$  °С – температура горячей воды подающего трубопровода ТЗ, °С;

$\tau_4 = +60$  °С – температура горячей воды обратного трубопровода Т4, °С;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, подставлять  $c = 4,187$  кДж/(кг·°С);

$Q_{h\max}$  – расход теплоты на горячее водоснабжение по формуле (4).

Считаем по формуле (15) максимальный массовый часовой расход воды на горячее водоснабжение, кг/ч:

$$G_{h\max} = 3,6 \cdot \frac{Q_{h\max}}{(\tau_3 - \tau_4) \cdot c} = 3,6 \cdot \frac{20596}{(75 - 60) \cdot 4,187} = 2833 \text{ кг/ч}$$

и пересчитываем его в объёмный расход воды насоса в м<sup>3</sup>/ч:

$$2833/1000 = 2,833 \text{ м}^3/\text{ч},$$

причём убедимся, что не наделали грубых ошибок, сравнив с реально возможными расходами насосов, выпускаемых промышленностью, сопоставляя с рис. 7. Убеждаемся, что расход наших насосов величиной 2,833 м<sup>3</sup>/ч вполне реальный.

Определяем по формуле (14) подачу (расход) циркуляционных насосов горячего водоснабжения (ГВС) в размере 10% расчётного расхода воды на ГВС, кг/ч,

$$G_{zh} = 0,1 \cdot G_{h \max} = 0,1 \cdot 2833 = 283 \text{ кг/ч}$$

и пересчитываем его в объёмный расход воды циркуляционного насоса в м<sup>3</sup>/ч:

$$283/1000 = 0,283 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Большинство систем отопления устраивают по принципу наличия первичного кольца (контура) и вторичного. Таким образом получается малоинерционная система отопления, которая быстро реагирует на запрос тепла, поступающего от любого вторичного потребителя. На практике такая схема будет выглядеть так, как показано на рис. 8.

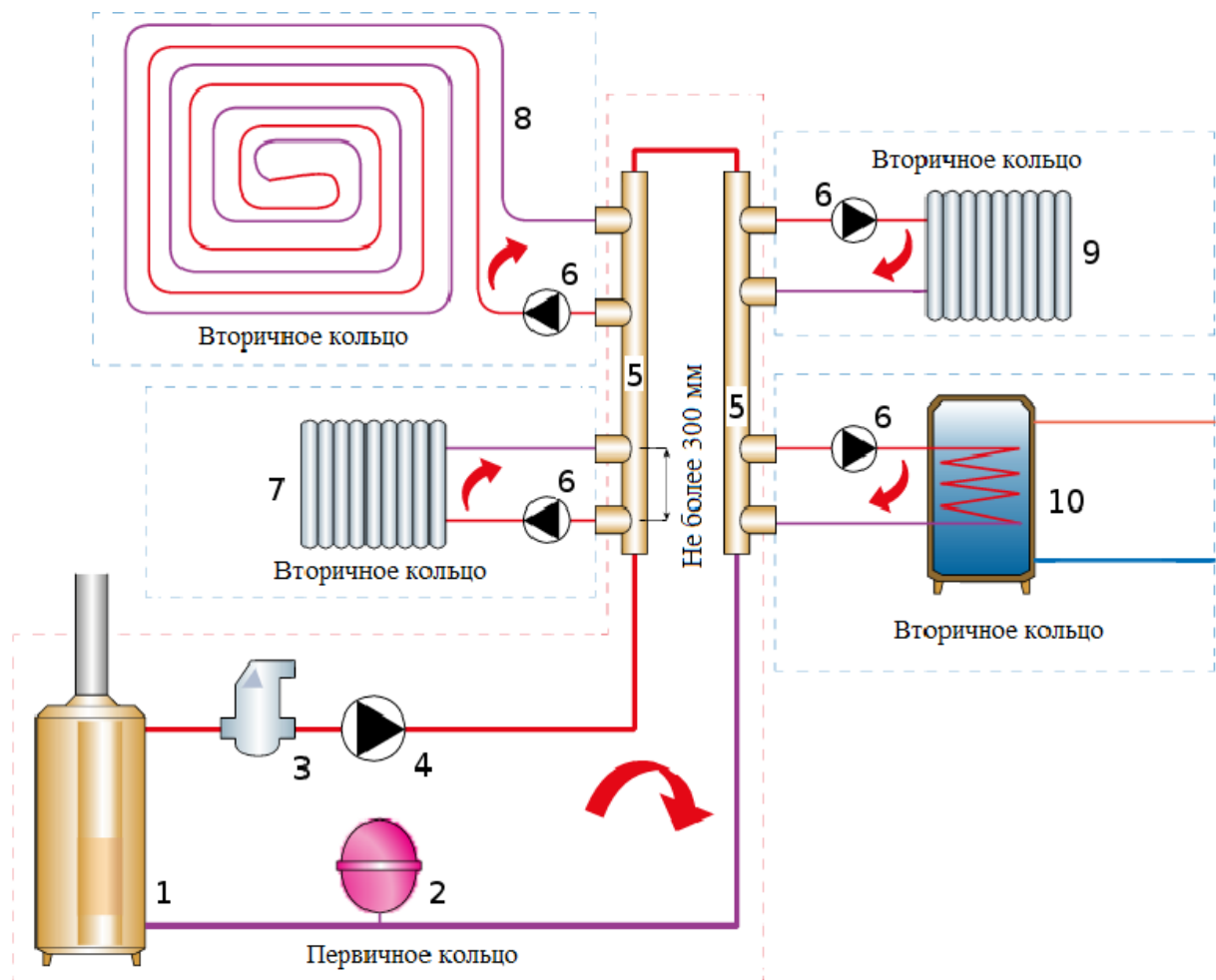


Рис. 8. Первичный и вторичный контуры внутреннего теплоснабжения:

1 – котёл; 2 – мембранный расширительный бак; 3 – сепаратор воздуха; 4 – циркуляционный насос первичного кольца; 5 – коллекторы (распределительные гребёнки); 6 – циркуляционные насосы вторичных колец; 7 – радиаторная система отопления первого этажа; 8 – система отопления «тёплый пол»; 9 – радиаторная система отопления второго этажа; 10 – система горячего водоснабжения с бойлером

Вторичными контурами являются контуры или тёплого пола, или бассейна, или радиаторного отопления, либо подачи горячей воды на бак ёмкостного водонагревателя (бойлер). Эти вторичные контуры, включая свои собственные насосы, будут забирать с первичного кольца столько горячей воды или тепла, сколько им необходимо для поддержания заданной температуры. Во вторичных контурах можно устанавливать собственную запорную арматуру, собственные терморегуляторы, задавать температуру, которую нужно, она может отличаться от температуры, заданной в первичном контуре на 10, 20 и более °С.

## 8. Выбор крышной котельной

Крышная котельная в нашем случае должна быть выбрана для существующего жилого многоэтажного здания в блочно-модульном варианте, то есть в состоянии полной заводской готовности (с котлами и т.д. внутри). Её надо доставить от завода-изготовителя к зданию. Её монтаж показан на обложке нашего учебного пособия, где видно, как крышную котельную устанавливают с помощью стрелового строительного крана на кровлю здания. Размерами в плане она обычно с металлический гараж около 6х3 м<sup>2</sup> (длина и ширина). Установить её надо на металлические опоры на кровлю на высоте порядка 0,5 м над кровлей, над нежилыми помещениями здания, например над лестничной клеткой (см. рис. 4).

Вначале надо определить требуемую тепловую мощность котельной по сумме уже рассчитанных в предыдущем разделе максимальных величин расхода тепла:

$Q_{o \max} = 185855$  Вт – расход теплоты на отопление по формуле (1);

$Q_{v \max} = 14868$  Вт – расход теплоты на вентиляцию по формуле (2);

$Q_{h \max} = 20596$  Вт – расход теплоты на ГВС по формуле (4).

Таким образом, определяем требуемую тепловую мощность крышной котельной, кВт:

$$Q_{\text{треб}} = \frac{Q_{o \max} + Q_{v \max} + Q_{h \max}}{1000} = \frac{185855 + 14868 + 20596}{1000} = 250 \text{ кВт}.$$

Фактическую мощность  $Q_{\text{факт}}$  надо брать по данным завода-изготовителя.

Некоторые заводы-изготовители крышных блочно-модульных котельных можно найти в другом учебном пособии [11]. Однако мы поступим проще и современнее – воспользуемся поиском завода-изготовителя через Интернет. Желательно иметь завод-изготовитель поближе к месту расположения нашего здания. Но эта рекомендация нежёсткая, так как всегда можно доставить крышную котельную транспортным путём.

Набираем google-поиск:

«купить крышную котельную»

и в многочисленных ссылках видим, например, такой адрес завода в городе Саратове:

[http://sargs.ru/produkcija/blochno\\_modulnye\\_kotelnye/](http://sargs.ru/produkcija/blochno_modulnye_kotelnye/)

где самая малая готовая блочно-модульная котельная имеет фактическую тепловую мощность  $Q_{\text{факт}} = 350$  кВт, что, с некоторым запасом, нам подходит.

Блочно-модульная котельная ГазСинтез-БМ-350 производства завода «ГазСинтез» в городе Саратове имеет следующие характеристики, перечисленные в заводской таблице, показанной на рис. 9.

№	НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ
1	Номинальная теплопроизводительность, кВт	350
2	Тип котла/кол-во, шт.	САБК 15 DIEMATIC M3 - 1 САКЗ 15 K3 - 1
3	КПД котла, %	92,2
4	Температура дымовых газов, °С	190-210
5	Расход газа, м³/ч (при низшей теплоте сгорания 7600 ккал/м³)	43
6	Давление газа перед горелкой, кПа	не менее 1,8
7	Расход дизельного топлива, кг/ч	32
8	Рабочее давление воды в системе отопления, МПа	не более 0,6
9	Расход воды при t-25°С, м³/ч	
	на отопление	10,8
	на ГВС	1,0
	подпиточный	0,15
10	Напряжение электрической цепи, В	380
11	Расход тепла на собственные нужды, %	3
12	Потребляемая электрическая мощность, кВт	15,71
13	Масса без дымовой трубы, кг	9000
14	Габаритные размеры, ДхШхВ, мм	9400х3400х3100
15	Срок службы котельной, лет	15

\*характеристики котельной зависят от индивидуального заказа

Рис. 9. Пример заводской таблицы

Обратим внимание на примечание под таблицей на рис. 9. По требованию заказчика кое-что в данной котельной можно уточнить. Например, длину крышной котельной вместо 9,4 м для нашего здания желательно уменьшить до 6 м. С учётом меньшей требуемой мощности 250 кВт видимо можно найти подрядчика (завод), который изготовит крышную котельную нужных нам габаритов. Обратим также внимание, что указанный в таблице на рис. 9 расход воды на отопление 10,8 м³/ч практически совпал с нашим, рассчитанным по формуле (11) расходом насосов первичного контура 10,754 м³/ч. Расчёт верный.

## 9. Расчёт ввода газопровода для крышной котельной

Расчёт ввода газопровода для крышной котельной произведём по нашему учебному пособию [10], так как по своду правил [1] считать нельзя, там формула для газопровода дана с ошибками.

Внутренний диаметр ввода газопровода следует определять расчётом из условия обеспечения газоснабжения в часы максимального потребления газа.

Диаметр газопровода  $d$  определим по формуле из [10], которую мы исправили (в [1] формула дана ошибочная), см:

$$d = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot (273 + t)}{p_{абс} \cdot V}}, \quad (16)$$

где  $d$  – внутренний диаметр газопровода, см;

$Q$  – расход газа, м³/ч, при температуре 0 °С и давлении 0,10132 МПа;

$t$  – температура газа, °С;

$p_{абс}$  – среднее абсолютное давление газа на расчётном участке газопровода, МПа (по [1] ошибочно в кПа);

$V$  – скорость газа, м/с.

При гидравлическом расчёте надземных и внутренних газопроводов принимать скорость движения газа не более 7 м/с для газопроводов низкого давления Г1 (жилые здания) и 15 м/с для газопроводов среднего давления [1].

Проверим формулу (16) на нашем примере блочно-модульной крышной котельной мощностью 350 кВт для многоэтажного жилого здания с паспортным расходом газа  $Q = 43 \text{ м}^3/\text{ч}$  (см. рис. 9) при температуре 0 °С, давлении  $p_{абс} = 0,10132 + 0,003 = 0,10432 \text{ МПа}$  и скорости движения газа в трубе  $V = 7 \text{ м/с}$ .

Считаем по исправленной формуле (16):

$$d = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot (273 + t)}{p_{абс} \cdot V}} = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{43 \cdot (273 + 0)}{0,10432 \cdot 7}} = 4,59 \text{ см},$$

результат реальный, по сортаменту внутренний диаметр принимаем  $d = 50 \text{ мм}$ .

Ввод газопровода следует предусматривать непосредственно в помещение, где установлены котлы [1].

## 10. Составление спецификации крышной котельной

Спецификация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Масса	Примеч	
1	«ГазСинтез», г. Саратов	Котельная ГазСинтез-БМ-350	1	9000	кг.	15
2	ГОСТ 3262-75 (с изм.)	Труба стальная Ø50	42	4,88	кг/м	8
3	Каталог ЦКБА	Задвижка газовая 30с41нж Ø50	2	18	кг	
15	60	65	10	15	20	185

Рис. 10

Спецификация оборудования – это таблица, содержащая перечень трубопроводов, оборудования, изделий и деталей для крышной котельной здания. Размеры спецификации принимают стандартные по ГОСТ 21.101-97. Пример спецификации для нашего здания показан на рис. 10. Размеры спецификации, то есть ширина её столбцов, строк и т. д., являются обязательными к исполнению в тексте и на чертежах.

В первом столбце указывают марку или позицию трубы, оборудования. Во втором столбце «Обозначение» вписывают ссылку на ГОСТ, каталог, предприятие-изготовитель. В столбце «Наименование» пишут название изделия, оборудования или прибора, затем – его марку или характеристику. В столбце «Кол.» указывают количество поштучно или в метрах, причём количество в метрах (обычно для труб) дополнительно оговаривают в примечании (последний столбец). В столбце «Масса ед., кг» указывают массу одного изделия (если количество поштучно) или 1 погонного метра трубы (если их количество дано в

метрах). Сведения по массе принимают по справочникам и каталогам изделий и оборудования. Массу погонного метра стальных водогазопроводных труб можно выписать из ГОСТ 3263-75 «Трубы стальные водогазопроводные», электронную версию которого можно получить через Интернет.

Следует отметить, что в примере спецификации на рис. 10 не представлены все возможные трубы или фасонные детали и т.д. В своём курсовом проекте студент должен научиться подбирать оборудование, трубы и т.д. к своим чертежам, пользуясь ГОСТами и каталогами заводов-изготовителей. Количество оборудования, трубопроводов и прочего в спецификации всегда указывают для всего здания.

## 11. Пример заполнения основной надписи

Окончательно оформляя курсовой проект, к пояснительной записке надо подшить чертежи. При этом каждый лист чертежа стандартного формата А4, А3, А2 и т.д. необходимо делать с рамкой (слева 20 мм, остальные по 5 мм от края листа), а также справа внизу к каждому листу помещать основную надпись, пример которой показан на рис. 11. Обратите внимание, что если листов несколько, то ставим их общее количество на каждом листе и номер листа.

The diagram illustrates the layout and dimensions of a technical drawing frame. The overall width is 185 mm and the height is 55 mm. The frame is divided into several sections:

- Left Margin:** A vertical strip on the left with a width of 20 mm.
- Title Block Area:** A large rectangular area on the right side, containing a grid for drawing details and a section for the title block.
- Title Block Section:** A section at the bottom right of the title block area, containing the text "Чертежи крышной котельной" (Roof boiler drawings) and a table for sheet information.
- Sheet Information Table:** A table with three columns: "Стандия" (Standard), "Лист" (Sheet), and "Листов" (Total sheets). The "Стандия" column contains the letter "У".
- Dimensions:** The width of the title block area is 70 mm. The height of the title block area is 15 mm. The height of the sheet information table is 10 mm. The height of the drawing area is 15 mm.

Рис. 11

## Литература

### *Нормативные документы*

1. Свод правил СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения. – Москва, 2008.
2. Свод правил СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 . – Москва, 2012.
3. Свод правил СП 41-108-2004. Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе . – Москва, 2012.
4. Свод правил СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 . – Москва, 2012.
5. Свод правил СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99· (с изм. N 2). – Москва, 2012.
6. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях . – Москва, 2013.
7. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85·. – Москва, 2012.
8. СП 89.13330.2012. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76. – Москва, 2012.
9. СП 62.13330.2011·. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 . – Москва, 2014.

### *Учебная литература*

10. Сологаев В.И. Автономное теплоснабжение: учебное пособие. – Омск: СиБАДИ, 2017.
11. Мазурова О.К., Кузнецов Н.В., Бутенко А.Н. Автономное теплоснабжение: учебное пособие. – Ростов-н/Д., 2011.