

Федеральное агентство по образованию

Томский государственный
архитектурно-строительный университет

**ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ЗДАНИЯХ
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ
СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

Методические указания к практическим занятиям

Составитель М.В. Анисимов



Томск - 2008

Формирование микроклимата в зданиях различного назначения за счет применения систем отопления: методические указания к практическим занятиям / Сост. М.В. Анисимов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 23 с.

Рецензент Г.И. Ковалев
Редактор Е.Ю. Глотова

Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Производственная санитария и гигиена труда», «Безопасность жизнедеятельности», «Современные проблемы микроклимата в рабочей зоне» для студентов всех форм обучения и слушателей ИНО ТГАСУ.

Печатаются по решению методического семинара кафедры охраны труда и окружающей среды, протокол № 10 от 05.02.2008 г.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В.В. Дзюбо

с 05.02.2008
до 01.02.2013

Подписано в печать 05.02.2008.
Формат 60х90/16 Бумага офсет. Гарнитура Таймс,
печать офсет. Уч-изд. л. 1,2. Тираж 150 экз. Заказ №

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общие положения	5
1.1. Основные понятия, термины и определения.....	5
1.2. Классификация видов систем отопления	8
1.3. Обзор водяных радиаторных систем отопления.....	11
2. Основы расчета приборов отопления производственного цеха	16
3. Пример расчета регистра, состоящего из гладких труб	20
4. Задание для самостоятельной работы	21
Контрольные вопросы	22
Список рекомендуемой литературы	23

ВВЕДЕНИЕ

В нашем современном мире системы отопления куда более комфортабельны, экономичны и совершенны, чем это было ранее. Они не требуют больших затрат ручного труда, расходуют намного меньше энергии, а продукты их деятельности приносят минимальный вред экологии и окружающей среде. Кроме того, стоит отметить, что системы отопления могут быть как централизованными, так и автономными.

В больших городах, как правило, используется система центрального отопления, но в большинстве случаев городские котельные в состоянии обеспечить только минимум потребности горожан в тепле и горячей воде. Именно поэтому большинство людей предпочитают отапливать свои частные дома и котеджи самостоятельно. Существует несколько видов отопления: водяное, прямое электрическое и воздушное.

Водяное отопление было и остается наиболее востребованным среди населения. Принцип действия такой системы достаточно прост: нагретая вода, проходя через систему труб и нагревательных элементов, отдает свое тепло воздуху помещения, тем самым обеспечивая требуемые характеристики микроклимата в здании. Стоит заметить, что этот принцип отопления использовался даже в древнем Египте. Однако, если две тысячи лет тому назад по трубопроводам циркулировала только вода, то сейчас в такую систему заливают любую жидкость, которая имеет схожие теплофизические свойства. Популярность водяного отопления объясняется доступностью и высокой теплоотдачей.

Что же касается прямого электрического отопления, то оно намного проще в эксплуатации и установке, но вместе с тем более дорогостоящее, хотя и имеет ряд неоспоримых преимуществ. Например, отопительные приборы не требуют такого тщательного ухода, как в случае водяной системы отопления,

кроме того, электроэнергия является экологически чистым источником тепла. Немаловажно и то, что поломка водяной отопительной системы будет представлять большую опасность для жителей всего дома, чем выход из строя электрической системы отопления.

Имея неоспоримые достоинства, водяное радиаторное отопление получило в настоящее время наибольшее распространение. Радиаторные системы водяного отопления надежны, бесшумны, просты и удобны в эксплуатации, могут иметь значительный радиус действия. Опыт эксплуатации водяных радиаторных систем показал их высокие гигиенические и эксплуатационные свойства.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основные понятия, термины и определения

Система отопления любого здания является сложной инженерной системой, включающей в себя большое количество узлов и специальных устройств. Системы отопления (на теплоносителях воде и паре) состоят из узла учета потребления тепловой энергии, узла регулирования параметров теплоносителя, разводящих трубопроводов с теплоносителем, различных вентилях, спускных кранов и терморегуляторов, а кроме того, отопительных приборов, таких, как радиаторы, конвекторы и т. д.

Хотя отопление любого здания и включает в себя большое количество элементов, тем не менее, можно выделить основные понятия и узлы, знание которых необходимо.

Теплоносителем называется вещество (среда с различным агрегатным состоянием), с помощью которого тепловая энергия передается от источника ее производства (котельной, печей и т. д.) до конечного потребителя (воздух помещений). Теплоносителем может быть: вода, пар и воздух, кроме того, в последнее

время распространение получили масляные системы, где теплоносителем является минеральное масло.

Теплоотдачей от отопительных приборов называется процесс переноса теплоты от поверхности отопительного прибора к воздуху внутри помещения.

Тепловые сети представляют собой трубопроводы различного диаметра, которые служат для транспортировки теплоносителя от места его подогрева (например, котельная) до потребителя (здания различного назначения).

Тепловой узел обычно устанавливается на вводе тепловых сетей в здание и служит для учета потребления тепловой энергии зданием и регулирования параметров теплоносителя (температуру и расход воды).

Разводящие трубопроводы – это трубопроводы, по которым теплоноситель транспортируется от теплового узла до отопительных приборов.

Конвекторы относятся к стационарным отопительным приборам, представляющим собой оребренные стальными пластинами трубы с теплоносителем водой.

Радиаторы относятся к стационарным отопительным приборам, представляющим собой чугунные или алюминиевые вертикальные секции, соединенные между собой, с теплоносителем водой. В настоящее время большое распространение получили алюминиевые радиаторы, т. к. теплопроводность алюминия в 3 – 4 раза выше, чем у чугуна и стали, и это позволяет создавать радиаторы с большой теплоотдачей при довольно компактных размерах. Длину радиаторов (и, соответственно, их мощность) легко подбирать, изменяя число используемых секций. Каждая секция имеет верхний и нижний коллекторы, соединенные вертикальным каналом, и специальные элементы (ребра), увеличивающие поверхность и, соответственно, теплоотдачу. Алюминий обладает свойствами, позволяющими при

изготовлении элементов методом литья получать очень сложную форму изделий.

Масляные радиаторы представляют собой многосекционный корпус, наполненный минеральным маслом, имеющим высокую температуру кипения. В масло погружены несколько нагревательных элементов (ТЭНов), использование масла в качестве теплоносителя обеспечивает полный прогрев достаточно массивной конвективной поверхности радиатора, улучшает электрозащиту прибора. Некоторые модели оснащены вентиляторами, некоторые таймерами включения и выключения.

Регистры представляют собой гладкие, соединенные между собой трубы, по которым протекает теплоноситель (вода, пар). Такой вид отопительных приборов, как правило, используется в помещениях с незначительными требованиями к эстетике системы отопления (цеха, склады, мастерские и т. д.).

Тепловентиляторы, тепловые пушки используют в качестве теплоносителя воздух, который нагревается за счет электроэнергии в ТЭНах. Воздушный поток, созданный вентилятором, проходя через керамические, трубчатые, спиральные нагревательные элементы, обеспечивает эффективный теплообмен и быстрый прирост температуры в помещении. Если стоит задача обогреть помещение, в том числе, с солидным объёмом, то бытовой вентилятор должен уступить место тепловым "пушкам", которые рассчитаны на большие мощности, большие производительности по воздуху, длительный период работы. Как правило, тепловентиляторы и тепловые "пушки" могут быть использованы как обычные вентиляторы.

Инфракрасные обогреватели обогревают помещения за счет передачи тепловой энергии излучением. Используются, как правило, в общественных зданиях. Тепловая энергия, излучаемая инфракрасными обогревателями аналогично обычному свету, почти не поглощается воздухом, поэтому практически полностью идёт на обогрев окружающих поверхностей и предме-

тов, которые в свою очередь отдают тепло воздуху, обогревая помещение. Некоторые модели допускают установку на высоту до 10 метров. С помощью инфракрасных обогревателей возможна организация "зонального" и "точечного" обогрева непосредственно на рабочих местах. Инфракрасные обогреватели не создают сквозняков, не поднимают пыль, могут обеспечить обогрев непосредственно работника, даже находящегося на открытой площадке. Этот тип обогревателей совместим с любыми типами вентиляции, может использоваться в технологических процессах, где необходимо поддерживать повышенную температуру поверхности.

«Теплые полы» – система отопления, представляющая собой трубопроводы (теплоноситель вода) или нагревательные электрические кабели, уложенные в полу помещения. Такие системы бесшумны, комфортны, экологически чисты и не требуют никакого обслуживания в течение всего срока эксплуатации, который сопоставим со сроком эксплуатации здания или объекта.

1.2. Классификация видов систем отопления

Существует достаточно большое количество различных принципиальных способов нагрева воздуха внутри помещений с помощью отопительных приборов, работающих по конвективному принципу и за счет излучения энергии с поверхности отопителя. Кроме того, по виду теплоносителя системы отопления подразделяются на водяные, паровые, воздушные и масляные (или схожие по свойствам веществ), рис. 1.

Выбор той или иной системы отопления должен быть технически и экономически обоснован. При проектировании таких систем проводится оценка потенциальных источников тепловой энергии, среди которых выбирается оптимальный для конкретного здания и климатического региона вариант.

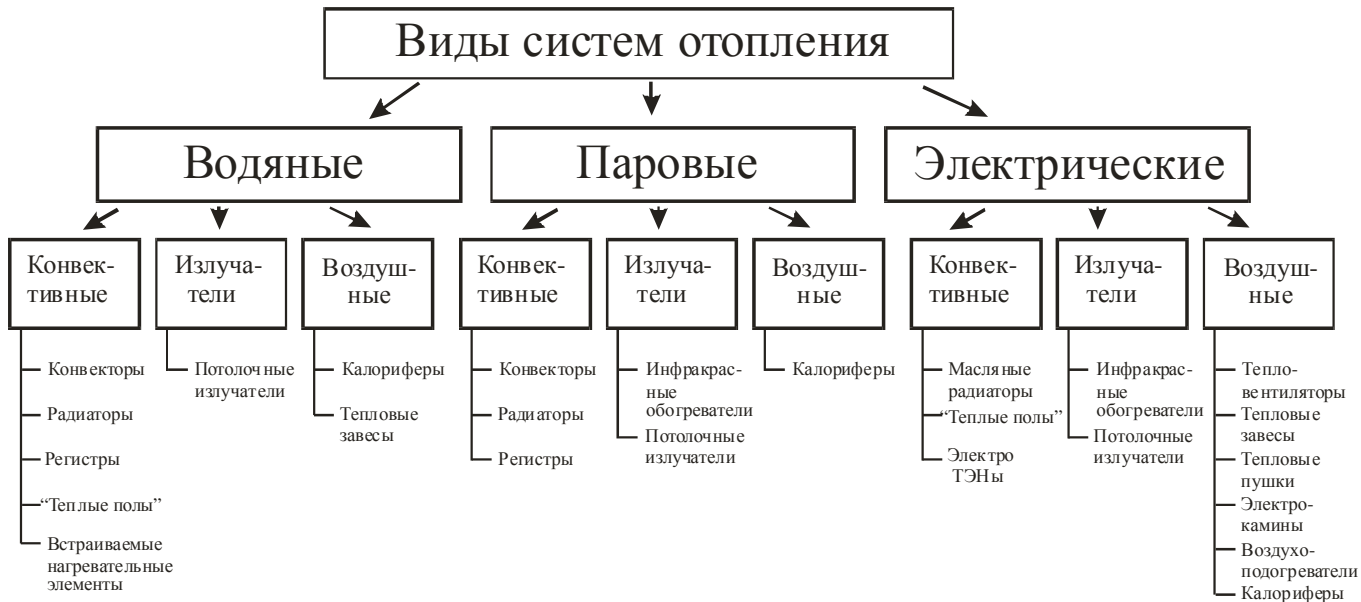


Рис. 1. Основные виды современных систем отопления

СНиП [1] регламентирует типы отопительных систем, которые возможно применять в жилых, общественных и производственных зданиях.

К отопительным приборам обычно выдвигается ряд требований, на основании которых можно судить о степени их применимости и производить их выбор для конкретного случая.

Данные требования формируют по следующим группам:

1. Санитарно-гигиенические.

Отопительные приборы по возможности должны обладать более низкой температурой корпуса, иметь наименьшую площадь горизонтальной поверхности для уменьшения отложений пыли, позволять беспрепятственно удалять пыль с корпуса и ограждающих поверхностей помещения вокруг них.

2. Экономические.

Отопительные приборы должны иметь наименьшие приведённые затраты на их изготовление, монтаж, эксплуатацию, а также обладать наименьшим расходом металла.

3. Архитектурно-строительные.

Внешний вид отопительного прибора должен соответствовать интерьеру помещения, а занимаемый ими объём должен быть наименьшим.

4. Производственно-монтажные.

Должна обеспечиваться максимальная механизация работ при производстве и монтаже отопительных приборов. Отопительные приборы должны обладать достаточной механической прочностью.

5. Эксплуатационные.

Отопительные приборы должны обеспечить управляемость их теплоотдачей и обеспечивать теплоустойчивость и водонепроницаемость при предельно допустимом в рабочих условиях гидростатическом давлении внутри прибора.

6. Теплотехнические.

Отопительные приборы должны обеспечивать наибольшую плотность удельного теплового потока, приходящегося на единицу площади ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

1.3. Обзор водяных радиаторных систем отопления

В условиях городской застройки широкое применение нашли водяные системы отопления с теплоносителем водой. Как говорилось ранее, этот вид отопления зданий имеет ряд существенных достоинств, таких как надежность, бесшумность, простота, экологичность и удобство эксплуатации.

Использование новейших технологий (применение алюминиевых радиаторов, установка терморегуляторов и т. д.) позволяет достичь не только высоких теплотехнических характеристик таких систем, но и обеспечить высокие эстетические качества подобных систем. Немаловажно и то, что такой вид отопления обходится намного дешевле, чем, к примеру, электрическое отопление.

Стоит отметить, что водяные системы отопления, по способу побуждения движения теплоносителя, делятся на две категории, рис. 2.



Рис. 2. Виды систем водяного отопления

Гравитационные системы основаны на разнице плотностей нагретой и охлажденной воды и не требуют использования специального оборудования, такого как насосы. Достоинствами такой системы являются меньшая стоимость при строительстве, а недостатками то, что такие системы имеют большие диаметры труб, гидравлически малоустойчивы и регулирование параметров теплоносителя таких систем затруднительно.

Тем не менее, такие системы часто используются в небольших зданиях. На рис. 3 показана принципиальная схема гравитационной системы.

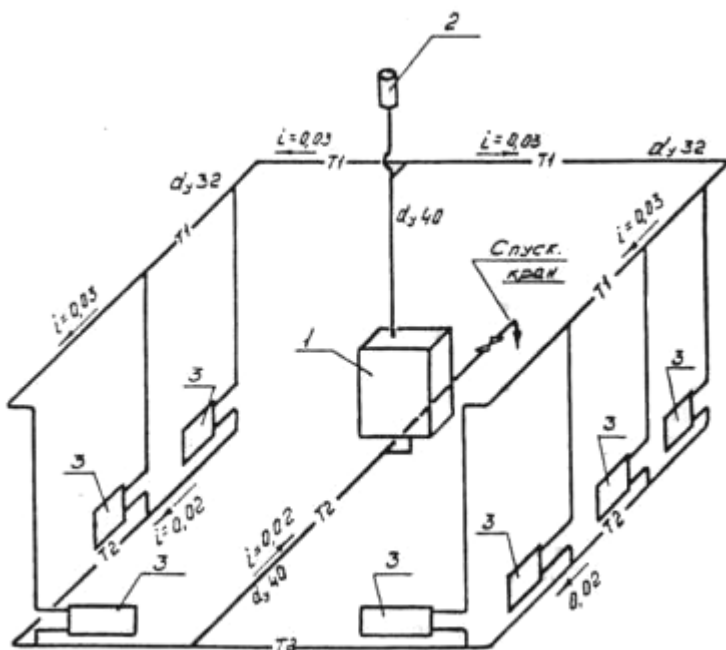


Рис. 3. Принципиальная схема системы водяного отопления с естественным движением воды:

1 — отопительный котел; 2 — расширительный бак и отвод воздуха;
3 — отопительные приборы

В зависимости от схемы соединения труб с нагревательными приборами, системы водяного отопления делят на двухтрубные и однотрубные. В двухтрубной системе каждый нагревательный прибор присоединен к общим подающим и обратным трубопроводам индивидуально, при этом все отопительные приборы оказываются принципиально параллельными и равноправными по отношению друг другу. В однотрубных системах отопления нагревательные приборы одной ветви соединяются одной трубой так, что вода последовательно перетекает из одного прибора в другой.

В зависимости от места прокладки магистральных трубопроводов, системы подразделяют на системы с верхней разводкой, если подающая магистраль прокладывается выше нагревательных приборов, и системы с нижней разводкой, когда подающая и обратная магистрали лежат ниже приборов, рис. 4.

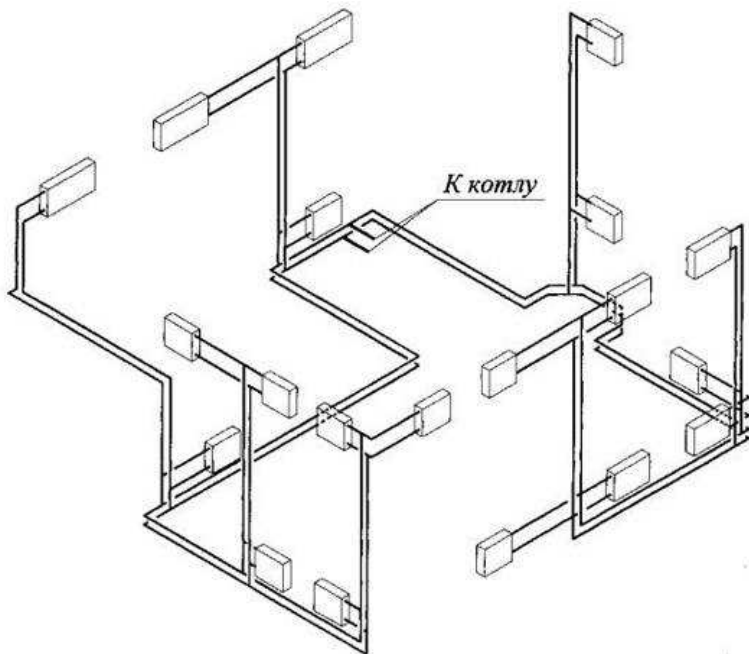


Рис. 4. Принципиальная схема системы отопления с нижней разводкой

По расположению труб, соединяющих нагревательные приборы, системы делят на вертикальные, когда приборы присоединяются к вертикальному стояку, и горизонтальные, когда приборы присоединяются к горизонтально расположенным трубопроводам.

В вертикальной двухтрубной системе отопления с верхней разводкой с одно- и двухсторонним присоединением нагревательных приборов горячая вода из теплового пункта подается в главный стояк, затем по горизонтальной магистрали разводится к стоякам и от них — к нагревательным приборам. Охлажденная вода из нагревательных приборов собирается в общий обратный стояк и далее через обратную магистраль поступает в тепловой пункт. Горизонтальные магистрали прокладывают с уклоном 0,002. Уклоны горизонтальных труб должны обеспечить выход воздуха из системы к верхним точкам, где он будет удален через устройство удаления воздуха.

В системе с нижней разводкой магистральная линия располагается в нижней части системы. Движение воды по стоякам происходит снизу вверх. Воздух из системы удаляется через воздушные краны, устанавливаемые на верхних нагревательных приборах, или с помощью автоматических воздухоотводчиков, устанавливаемых на стояках или специальных воздушных линиях.

Однотрубные системы в настоящее время применяют очень широко, особенно в зданиях повышенной этажности. По сравнению с двухтрубными системами длина труб однотрубной системы составляет 70 – 75 %. Однотрубные системы выполняют с верхней и нижней разводкой. Они подразделяются на три типа в зависимости от способа подключения приборов: проточные, проточные с нерегулируемым байпасом и проточные с регулируемым байпасом. Воздух выпускается в верхних точках системы через автоматические воздухоотводчики или ручные краны.

Горизонтальные схемы применяют в зданиях большой протяженности. Магистраль горизонтальных схем прокладывают в удобных местах, обычно во вспомогательных помещениях. Горизонтальные системы бывают однотрубными и двухтрубными.

Так, на рис. 5 приведена принципиальная схема современной горизонтальной двухтрубной системы отопления.

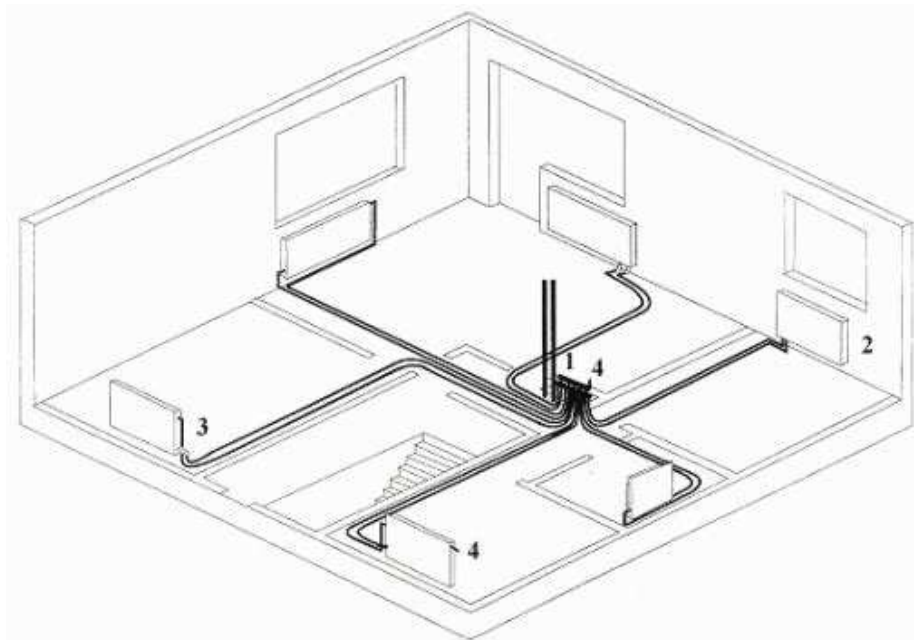


Рис. 5. Принципиальная схема горизонтальной двухтрубной коллекторной системы отопления с поэтажной разводкой:

1 – коллектор; 2 – нагревательные приборы; 3 – регулирующий кран; 4 – выпуск воздуха

Системы с искусственной циркуляцией могут выполняться по нескольким схемам в зависимости от источника теплоснабжения.

Расчетную температуру горячей воды в системах отопления жилых, общественных и административных помещений принимают равной 95 °С, в детских и лечебных учреждениях — 85 °С, в производственных помещениях — до 150 °С. Температуру обратной воды обычно принимают равной 70 °С.

Система может быть с индивидуальной котельной или с общим теплоснабжением. При теплоснабжении от общей котельной или ТЭЦ применяют три схемы: независимую с тепловым узлом, независимую со смешением воды, зависимую прямоточную.

В независимой схеме с тепловым узлом вместо водогрейного котла устанавливают теплообменник, обогреваемый первичной водой из тепловой сети.

Зависимую схему со смешением воды применяют, когда необходимо ограничить температуру в системе отопления, но нет потребности ограничивать давление. Зависимую прямоточную схему применяют, когда нет необходимости ограничивать ни температуру, ни давление.

Зависимые схемы проще, однако регулирование системы отопления определяется регулированием тепловых сетей. Поэтому предпочтительнее системы с индивидуальной котельной или с индивидуальным тепловым пунктом.

2. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПРИБОРОВ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕХА

В помещениях промышленных зданий приборы отопления зачастую выполняются из гладких труб. Это объясняется низкими капитальными затратами и невысокими требованиями к эстетике отопительных приборов.

Тепловой расчет системы отопления и устанавливаемых приборов отопления представляет собой довольно трудоемкий процесс, требующий знания основ теплотехники. Тем не менее,

принципиально проектирование и расчет системы водяного отопления можно представить как последовательность следующих этапов:

- 1) определение тепловых потерь как каждым помещением, так и зданием в целом;
- 2) составление схемы системы отопления здания;
- 3) расчет отопительных приборов;
- 4) проведение гидравлического расчета системы отопления с подбором диаметров трубопроводов;
- 5) на основании проведенного гидравлического расчета подбор оборудования теплового узла, в том числе подбор циркуляционных насосов.

В случае, когда теплотери помещения известны (теплотери определяются на основании теплотехнических расчетов, методика которых здесь не приводится), расчет длины регистров из гладких труб сводится к следующему.

1. Сбор данных для расчета. Исходными данными являются значения нормативной температуры воздуха внутри расчетного помещения $t_{в}$, °С и расчетные тепловые потери помещением $Q_{п}$, Вт.

Кроме того, необходимо знать температурный график в системе отопления здания (как правило, температура воды в подающем трубопроводе $T_{11} = 95$ °С, в обратном $T_{21} = 70$ °С).

Изначально нужно выбрать диаметр гладких труб, которые будут использоваться в качестве отопителей (диаметры могут быть $\varnothing 40, 50, 70, 80, 100$ мм).

Важной информацией является и то, сколько труб будет расположено в ряду. По вертикали может располагаться как одна, так и несколько труб. Так, на рис. 6 приведена принципиальная схема регистра, состоящего из двух гладких труб. На рис. 6 условно обозначено направление подачи нагретой воды (T_{11}) и выход охлажденной воды из отопительного прибора (T_{21}). Кроме того, на рисунке условно показана регулирующая

(терморегулятор) и отсечная (вентиль) арматура, которая служит для поддержания оптимальных параметров микроклимата в расчетном помещении.

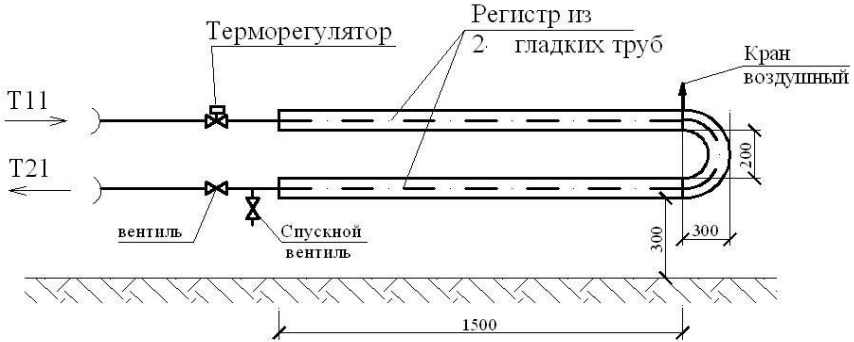


Рис. 6. Принципиальная схема регистра из двух гладких труб

2. Рассчитывается температурный напор от отопительного прибора, °С:

$$t_{\text{напор}} = \frac{(T_{11} + T_{21})}{2} - t_{\text{В}}, \quad (1)$$

где T_{11} и T_{21} – температурные параметры воды, описанные в п.1.

3. Определяется теплоотдача от отопительного прибора в зависимости от расчетного температурного напора, табл. 1.

Таблица 1

Зависимость теплоотдачи от отопительного прибора от расчетного температурного напора

Температурный напор $t_{\text{напор}}, \text{ } ^\circ\text{C}$	Теплоотдача $q_{\text{э}}, \text{ ккал/ч} \cdot \text{ЭКМ}$
46	280
48	295

Окончание табл. 1

Температурный напор $t_{\text{напор}}, ^\circ\text{C}$	Теплоотдача $q_3, \text{ккал/ч} \cdot \text{ЭКМ}$
50	310
52	325
54	340
56	360
58	375
60	395
62	415
64,5	435
66	450
68	465
70	480
72	500
74	520
76	535
78	555
80	575
82	595
84	615
86	635
88	650

4. Определяется требуемая площадь нагрева регистра, экм,

$$F_{\text{H}} = \frac{Q_{\text{П}}}{1,16 \cdot q_3}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{П}}$ – расчетные тепловые потери помещением, Вт.

5. В зависимости от числа труб по вертикали и их диаметров по табл. 2 определяется эквивалентная поверхность нагрева прибора (экм) с заданной теплоотдачей.

Таблица 2

Зависимость теплоотдачи от поверхности нагрева отопительного прибора от диаметра труб и числа рядов по вертикали

Число рядов труб по вертикали	Диаметр трубы, мм				
	40	50	70	80	100
	Поверхность нагрева 1 м гладких труб $F_{\text{ЭКВ}}$, экм				
Один	0,244	0,304	0,384	0,45	0,58
Два и более	0,195	0,243	0,306	0,358	0,462

6. После проведенных расчетов определяется суммарная длина труб, из которых состоит регистр, м,

$$L = \frac{F_{\text{Н}}}{F_{\text{ЭКВ}}}, \quad (3)$$

где $F_{\text{Н}}$, $F_{\text{ЭКВ}}$ – требуемая площадь нагрева и эквивалентная площадь нагрева, определенная по табл. 2.

В случае, когда число рядов по вертикали два и более, необходимо полученную по зависимости (3) длину поделить на количество труб, уложенных по вертикали, для того чтобы определить длину трубы в одном ряду.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА РЕГИСТРА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ ГЛАДКИХ ТРУБ

К примеру, рассчитаем длину труб в регистре, состоящем из двух рядов (рис. 6).

К заданию дано, что тепловые потери помещения составляют $Q_{\text{П}} = 2000$ Вт, температура воздуха в помещении принимается равной 18 °С. Температурный график в системе отопления здания $T_{11} = 95$ °С, $T_{21} = 70$ °С.

Диаметр труб примем равным $\varnothing 100$ мм.

1. По зависимости (1) рассчитаем температурный напор от отопительного прибора, °С

$$t_{\text{напор}} = \frac{(T_{11} + T_{21})}{2} - t_{\text{В}} = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5.$$

2. Определяем требуемую площадь нагрева регистра, экм

$$F_{\text{Н}} = \frac{Q_{\text{П}}}{1,16 \cdot q_{\text{Э}}} = \frac{2000}{1,16 \cdot 435} = 3,96,$$

где $q_{\text{Э}}$ определяется из табл. 1 в соответствии с рассчитанным температурным напором.

3. Определяем суммарную длину труб, из которых состоит регистр, м:

$$L = \frac{F_{\text{Н}}}{F_{\text{ЭКВ}}} = \frac{3,96}{0,462} = 8,57,$$

где $F_{\text{ЭКВ}}$ – требуемая площадь нагрева и эквивалентная площадь нагрева, определенная по табл. 2.

Так как число труб, входящих в регистр, составляет две штуки, то полученную длину необходимо разделить на 2, т. е. длина одной трубы составляет $\approx 4,28$ м. Округлив полученное значение до одного знака после запятой и увеличив в большую сторону, получим длину одной трубы в регистре $L = 4,5$ м.

4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рассчитать, пользуясь формулами (1) – (3), длину труб регистра промышленного здания, используя данные табл. 1 и табл. 2. Температурный график в системе отопления здания принять, как в примере расчета.

Данные для расчета:

№ варианта	Теплопотери помещения, $Q_{п}$, Вт	Температура воздуха, $t_{в}$, °С	Диаметр труб, мм	Число рядов, шт
1	2000	18	50	4
2	1500	16	70	3
3	1200	15	80	2
4	1600	10	100	1
5	1800	18	50	2
6	2200	16	70	4
7	2500	15	80	4
8	3000	10	100	4
9	2800	18	50	3
10	1900	16	70	2
11	1700	15	80	3
12	1400	10	100	1
13	2000	18	50	2
14	2100	16	70	3
15	2200	15	80	4

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие существуют основные термины отопления различных помещений? Перечислите их.

2. Классифицируйте виды систем отопления зданий. Какие вы видите достоинства и недостатки каждой из них?

3. Какие требования предъявляются к системам отопления зданий различного назначения?

4. На чем основаны гравитационные водяные системы отопления? В чем достоинство и недостатки таких систем?

5. Почему такое широкое применение получили системы водяного отопления?

6. В чем принципиальное различие между однотрубными и двухтрубными системами водяного отопления здания?

7. Подумайте, почему система отопления «теплые полы» считается наиболее комфортной для человека?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Взамен СНиП 2.04.05 – 91*. – Введ. 01.01.2004. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 54 с. (отказано в госрегистрации).

2. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учебник / В.Н. Богословский. – М. : Высш. Школа, 1982. – 415 с.

3. Богословский, В.Н. Справочник проектировщика, ч.1. Отопление, водопровод, канализация. // В.Н. Богословский, С.Ф. Копьев, Л.И. Друскин [и др.]. – М. : Стройиздат, 1976. – 429 с.

4. Сканави, А.Н. Отопление / А.Н. Сканави. – М.: Стройиздат, 1988. – 416 с.

5. Богословский, В.Н. Отопление и вентиляция: учебник для вузов / В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н.Разумов. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.