

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекциям и практическим занятиям (включая рекомендации обучающимся по организации самостоятельной работы)
по дисциплине «Теплогазоснабжение и вентиляция»
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство,
направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция, Промышленное и гражданское строительство, Водоснабжение и водоотведение, Организация инвестиционно-строительной деятельности, Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций, Гидротехническое, геотехническое и энергетическое строительство

Нижегород
2022

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекциям и практическим занятиям (включая рекомендации обучающимся по организации самостоятельной работы)
по дисциплине «Теплогазоснабжение и вентиляция»
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство,
направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция, Промышленное и гражданское строительство, Водоснабжение и водоотведение, Организация инвестиционно-строительной деятельности, Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций, Гидротехническое, геотехническое и энергетическое строительство

Нижний Новгород
ННГАСУ
2022

УДК 697 (075.8)

Пузиков Н. Т. Теплогазоснабжение и вентиляция [Электронный ресурс]: учеб. – метод. пос. / Н. Т. Пузиков, С. В. Болдин; Нижегород. гос. архитектур. – строит. ун - т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. – 138 с; ил. 1 электрон. опт. диск (CD-RW)

В учебно-методическом пособии рассматриваются системы отопления, вентиляции и газоснабжения гражданских и промышленных зданий.

Даны основные положения проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Излагаются теория, методика расчетов и принципы работы инженерных систем зданий.

Содержание

1. Основы теплопередачи.....	5
1.1. Теплопроводность.....	6
1.2. Конвективный теплообмен.....	7
1.3. Тепловое излучение	8
1.4. Теплопередача.....	8
2. Микроклимат помещения и системы его обеспечения.....	10
2.1. Тепловая защита зданий.....	13
3. Теплотехнические требования к наружным ограждениям.....	13
3.1 Сопротивление теплопередаче.....	13
3.2..Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции.....	19
3.3. Теплоустойчивость ограждающих конструкций.....	20
3.4. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций.....	21
3.5. Теплоусвоение поверхности полов.....	22
3.6. Паропроницаемость ограждающих конструкций.....	23
4. Системы отопления.....	27
4.1. Требования к системам отопления.....	27
4.2. Водяное отопление.....	30
4.2.1. Размещение и устройство основных элементов систем отопления	33
4.3. Паровое отопление.....	35
4.4. Отопительные приборы.....	37
5. Местное отопление.....	48
5.1. Печное отопление.....	48
5.2. Электрическое отопление.....	49
5.3. Газовое отопление.....	49
6. Централизованное теплоснабжение.....	51
6.1. Классификация систем теплоснабжения.....	51
6.2. Источники теплоты.....	52
6.2.1. Топливо, его виды, характеристики.....	52

6.2.2. Котельные установки и поверхности нагрева котлоагрегатов.....	53.
6.3. Тепловые сети.....	63
7. Горячее водоснабжение.....	81
8. Вентиляция и кондиционирование воздуха.....	85
8.1. Гигиенические основы вентиляции.....	86
8.2. Способы поддержания требуемого состояния воздушной среды. Классификация вентиляционных систем.....	87
8.3. Определение расчетных расходов воздуха в системах вентиляции...	90
8.4. Нагревание воздуха в системах вентиляции. Воздушное отопление...	92.
8.5. Воздушные завесы.....	97
8.6. Естественная вентиляция.....	97
8.6.1. Конструктивные элементы.....	100
8.6.2. Аэрация.....	104
8.6.3. Вентиляция общественных зданий.....	107
8.6.4. Вентиляция предприятий бытового обслуживания и общественного питания.....	111
8.7. Механическая вентиляция.....	116
8.7.1. Местная приточная вентиляция.....	118
8.7.2. Кондиционирование воздуха.....	123
9. Газоснабжение.....	129
Литература	138

1. Основы теплопередачи

Теория теплопередачи – наука о процессах распространения теплоты. Различают три основных вида передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.

Теплопроводностью называется молекулярный перенос теплоты в телах (или между ними), обусловленный переменной температурой в рассматриваемом пространстве. Теплота передается за счет непосредственного соприкосновения частиц, имеющих различную температуру, что приводит к обмену энергией между молекулами, атомами или свободными электронами.

Конвекцией называется перенос теплоты при перемещении в пространстве массы газообразного, жидкого или сыпучего вещества. Конвекция возможна только в текучей среде. При этом перенос теплоты неразрывно связан с переносом самой среды. Чем больше скорость движения среды тем интенсивнее конвекция. В текучей среде перенос теплоты конвекцией всегда сопровождается теплопроводностью, т.к. при этом осуществляется и непосредственный контакт частиц с различной температурой.

При движении среды у поверхности твердого тела из-за разности температур возникает конвективный теплообмен. Конвективным теплообменом называют процесс, обусловленный совместным действием конвективного и молекулярного переноса теплоты. В инженерной практике большое значение имеет частный случай этого способа переноса теплоты, а именно: теплоотдача- конвективный теплообмен между движущейся средой и поверхностью ее раздела с другой средой: твердым телом.

Тепловое излучение – перенос теплоты от одних тел к другим электромагнитными волнами. В этом процессе внутренняя энергия тела превращается в энергию электромагнитного поля, поглощаемую другим телом и выделяемую в виде теплоты.

В технике и быту часто происходят процессы теплообмена между различными газами или жидкостями, разделенными твердой стенкой. Процесс пере-

дачи теплоты от более нагретой среды к менее нагретой через разделяющую их стенку называется теплопередачей.

1.1. Теплопроводность

Теплопроводность связана с распределением температур внутри тела. Совокупность мгновенных значений температуры во всех точках тела - температурное поле. Геометрическое место точек с одинаковой температурой представляет собой изотермическую поверхность. Две поверхности не могут пересекаться, т.к. одна общая линия с различными температурами существовать не может. Наиболее интенсивное изменение температуры происходит по нормали к изотермической поверхности. Предел отношения изменения температуры к расстоянию между изотермами называется градиентом температур и обозначается

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} (\Delta t / \Delta n) = \text{grad } t$$

Градиент температур – вектор, направленный в сторону повышения температуры.

Фурье установил, что количество теплоты, прошедшей через изотермическую поверхность, пропорционально градиенту температур, площади и времени

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} F \tau$$

где λ - коэффициент пропорциональности, называемым коэффициентом теплопроводности, Вт/м К;

F – площадь, м²;

τ - время, с.

Коэффициент теплопроводности λ - количество теплоты, переносимой через 1 м² изотермической поверхности в единицу времени при градиенте температуры, равном единице.

Для расчетов λ принимают по справочным таблицам. Воздух при $t=0^\circ\text{C}$ имеет $\lambda=0,0244$ Вт/мК, для воды $\lambda=0,6$ Вт/мК, для стали $\lambda=50-52$ Вт/мК, для алюминия – 200-210

Для строительных и теплоизоляционных материалов $\lambda=0,02-3,0$ Вт/мК. Если $\lambda < 0,2$ Вт/мК, то эти материалы относят к теплоизоляционным.

Величина λ зависит от температуры, плотности, структуры, пористости, влажности.

Для определения количества теплоты, проходящей через единицу поверхности стенки (рис. 1) в единицу времени воспользуемся законом Фурье.

$$q = \frac{\lambda}{\delta}(t_{c_1} - t_{c_2}), \text{Вт/м}^2$$

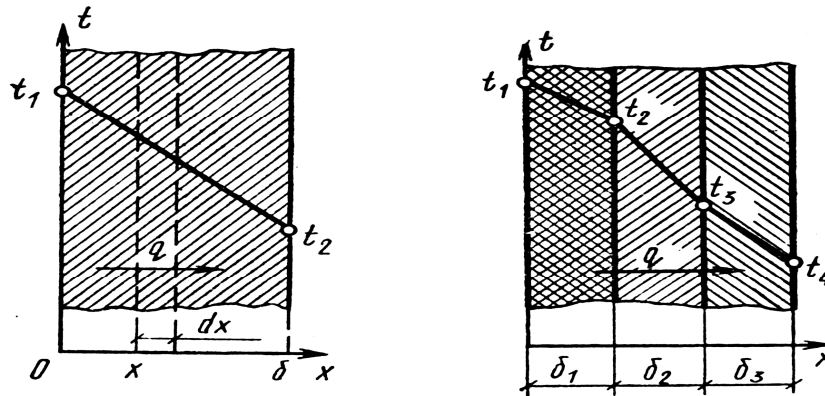


Рис.1. Распределение температур в однослойной плоской и многослойной плоской стенках

Стенка выполнена из одного материала толщиной δ , м и имеет коэффициент теплопроводности $\lambda = \text{const}$.

Величина $\delta/\lambda = R$, $\text{м}^2\text{К/Вт}$ – термическое сопротивление стенки, определяющее интенсивность падения температуры в стенке.

Ограждение зданий и сооружений выполняются чаще всего многослойными (например внутренняя штукатурка, кладка, изоляция, наружная облицовка); облицовка топок, печей, котлов и т.д. также выполняется из нескольких слоев разнородных материалов (рис. 1). Количество теплоты, проходящей через многослойную стенку

$$q = \frac{t_{c_1} - t_{c_{(n+1)}}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}, \text{Вт/м}^2$$

где n – число слоев стенки

1.2. Конвективный теплообмен

При движении среды (жидкости или газа) у поверхности твердого тела за счет разности температур возникает конвективный теплообмен. Количество теплоты в этом случае определяется законом Ньютона

$$Q = \alpha(t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}})F\tau, \text{Вт},$$

где α - коэффициент теплопередачи, характеризующий интенсивность переноса тепла;

$t_{ст}, t_{ж}$ соответственно температуры стенки и жидкости, °С

Физический смысл λ - количество тепла, которым обмениваются среда и 1 м² поверхности твердого тела при разности температур между ними в один градус за единицу времени. Единица измерения α - Вт/м²К

Коэффициенты теплопередачи между воздухом и ограждающими поверхностями приводят в соответствующих СНиПах.

1.3. Тепловое излучение

Излучение – энергия колебаний электромагнитного поля.

Световое (длина волны $\lambda = 0,4 - 0,8$ мкм) и инфракрасное (0,8мкм-0,8мм) излучения являются следствием перехода внутренней энергии тел в лучистую энергию. Такие излучения называют тепловыми. Их интенсивность определяется только температурой и оптическими свойствами тел. Для этих лучей справедливы законы распределения, отражения и преломления. При поглощении излучения его энергия превращается в теплоту. Таким образом, каждое тело не только излучает, но и поглощает лучистую энергию.

Количество энергии, излучаемой в единицу времени произвольной поверхностью, называется потоком излучения Q , Вт, а единицей поверхности – плотности потока излучения E , Вт/м²

Для реальных тел

$$E = c\left(\frac{T}{100}\right)^4$$

1.4. Теплопередача

Пусть плоская однослойная стенка толщиной δ выполнена из материала с коэффициентом теплопроводности λ . Она омывается с обеих сторон средами с температурами $t_{ж1} > t_{ж2}$. Интенсивность теплообмена сред и поверхностей α_1 и α_2 . (рис. 2)

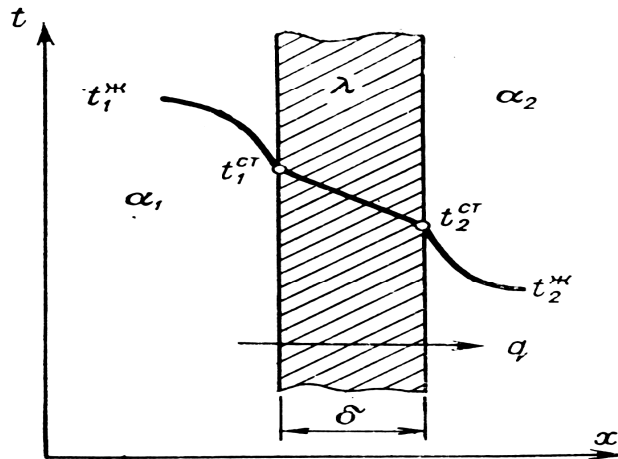


Рис 2. Теплопередача через плоскую стенку

Тепловой поток, проходящий через стенку, определяется по формуле

$$q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = k(t_{ж1} - t_{ж2}), \text{ Вт/м}^2$$

где k – коэффициент теплопередачи – количество теплоты, переданной в единицу времени через 1 м^2 поверхности стенки от одной среды к другой при разности их температур в один градус, $\text{Вт/м}^2\text{К}$.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Величина, обратная k , называется термическим сопротивлением теплопередаче.

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}, \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Оно складывается из сопротивлений теплоотдаче и теплопроводности.

Для многослойной плоской стенки коэффициент теплопередачи,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=0}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Общее количество теплоты, передаваемой через какую – то площадь, равно

$$Q = q \cdot F, \text{ Вт}$$

F – площадь поверхности, m^2 теплообмен между движущейся средой и поверхностью ее раздела с другой средой; твердым телом.

2. Микроклимат помещения и системы его обеспечения

Большую часть своей жизни человек проводит в помещениях: жилых, общественных, производственных зданиях, транспорте. Здоровье и работоспособность человека в значительной степени зависит того, насколько помещение в санитарно-гигиеническом отношении удовлетворяет его физиологическим требованиям.

Под *микроклиматом* помещения понимается состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (по ГОСТ 30494-96).

Основное требование к микроклимату – поддержание благоприятных условий для людей, находящихся в помещении. В результате протекающих в организме человека процессов обмена веществ освобождается энергия в виде теплоты. Эта теплота путем конвекции, излучения, испарения и теплопроводности должна быть передана окружающей среде, так как организм человека стремится к сохранению постоянной температуры ($36,6^{\circ}C$). Для нормальной жизнедеятельности и хорошего самочувствия человека должен быть тепловой баланс между теплотой, вырабатываемой организмом, и теплотой, отдаваемой в окружающую среду.

Интенсивность теплоотдачи человека зависит от микроклимата помещения, характеризующегося температурой внутреннего воздуха t_v , радиационной температурой помещения (средней температурой его ограждающих поверхностей) и относительной влажностью φ_v воздуха. Сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее

чем у 80% людей, находящихся в помещении, называют оптимальными параметрами микроклимата.

В первую очередь необходимо поддерживать в помещении благоприятные температурные условия, поскольку подвижность и относительная влажность воздуха в помещении изменяются незначительно. Зоны комфортных сочетаний t_B и t_R для гражданских зданий в холодный и теплый период года приведены на рис. 3.

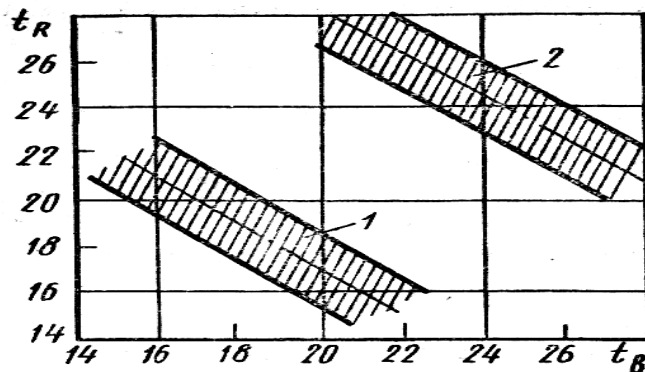


Рис.3. Зоны комфортных сочетаний температур t_B и t_R в жилых помещениях

1-для холодного периода года; 2- для теплого периода года

Очевидно, что нет необходимости в создании комфортных условий во всем объеме помещения, достаточно лишь в определенной части или в рабочей зоне. Рабочей зоной называется место преимущественной деятельности человека. В промышленных зданиях это обычно объем с $h \leq 2$ м, в ряде случаев это место обслуживания установок.

Тепловые условия помещения зависят главным образом от t_B и t_R , то есть от его температурной обстановки, которую принято характеризовать двумя условиями комфортности. Первое условие комфортности температурной обстановки определяет такую область сочетаний t_B и t_R , при которой человек, находясь в центре рабочей зоны, не испытывал ни перегрева, ни переохлаждения. Второе условие комфортности определяет допустимые температуры

нагретых и охлажденных поверхностей при нахождении человека в непосредственной близости от них.

Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений следует принимать по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПин 2.1.2.1002 и СанПин 2.2.4.548 для обеспечения метеорологических условий и поддержания чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещений.

Расчетные параметры воздуха нормируются в зависимости от периода года. Различают три периода года: теплый, холодный и переходный.

Теплый период года характеризуется средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10°C в зависимости от вида здания.

Холодный (отопительный) период года характеризуется средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8°C в зависимости от вида здания.

Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать 10°C и удельную энтальпию 26,5 кДж/кг.

Оптимальные значения относительной влажности воздуха в помещениях нормируются в диапазоне 40-60%, оптимальные скорости воздуха для холодного периода года принимаются 0,2-0,3, а для теплого – 0,2-0,5 м/с.

По интенсивности труда все виды работ делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые с затратой энергии соответственно до 172Вт, 172-293Вт и более 293Вт.

В зависимости от интенсивности явных тепловыделений различают три группы помещений:

- с незначительными теплоизбытками явной теплоты (до 23 Вт/м³);
- со значительными теплоизбытками явной теплоты (более 23 Вт/м³);

жилые, общественные помещения и вспомогательные помещения производственных зданий при всех значениях явной теплоты.

В тесной связи с тепловым режимом помещений находится воздушный режим, под которым понимают процесс обмена воздухом между помещениями и наружным воздухом.

2. 1. Тепловая защита зданий

Строительство зданий должно осуществляться в соответствии с требованиями к тепловой защите зданий для обеспечения, установленного для проживания и деятельности людей микроклимата в здании, необходимой надежности и долговечности конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период.

Нормами [1] установлены три показателя тепловой защиты здания:

- а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (**поэлементные требования**);
- б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (**комплексное требование**);
- в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (**санитарно-гигиеническое требование**).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

3. Теплотехнические требования к наружным ограждениям

3.1 Сопротивление теплопередаче

Теплозащитные качества ограждения принято характеризовать величиной сопротивления теплопередаче R , которая численно равна падению температуры при прохождении теплового потока, равного 1Вт, через 1м² ограждения.

Применительно к наружному ограждению здания уравнение () можно записать в виде:

$$R = R_{в} + R_{к} + R_{н} ,$$

где $R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в}}$ - сопротивление теплоотдаче внутренней поверхности, м²К/Вт

$\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/ м²К; [2]

$R_H = \frac{1}{\alpha_H}$ - сопротивление теплоотдаче наружной поверхности, м²К/Вт

α_H - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/ м²К; [2]

R_K – термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями, м²К/Вт

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

где R_1, R_2, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, м²К/Вт

Термическое сопротивление каждого слоя однородной ограждающей конструкции R_1, R_2, R_n определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя, м

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/мК, принимаемый действующему ГОСТу или по [3]

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , м²К/Вт, ограждающих конструкций, а также окон и фонарей, следует принимать не менее нормируемых значений R_{req} , м²К/Вт, определяемых по таблице 1 [2], в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , °С*сут, которые определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) Z_{ht},$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °С, определяется по ГОСТ 30494 для жилых и общественных зданий, для производственных зданий по нормам проектирования соответствующих зданий

t_{ht}, Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемая по СНиП 23-01.

Таблица 1 - Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

		Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} ,
--	--	--

		м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
Здания и помещения, коэффициенты α и β .	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут	Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
α	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
β	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бы-	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3

товые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом						
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
<i>a</i>	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
<i>b</i>	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4

	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
α	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечания

1 Значения R_{req} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = \alpha D_d + b, \quad (1)$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

α , b - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1, где для интервала до 6000 °С·сут: $\alpha = 0,000075$, $b = 0,15$; для интервала 6000-8000 °С·сут: $\alpha = 0,00005$, $b = 0,3$; для интервала 8000 °С·сут и более: $\alpha = 0,000025$, $b = 0,5$.

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

3 Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{ext} < t_c < t_{int}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент n , определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

4 Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5% ниже установленного в таблице.

5 Для группы зданий в поз.1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать, как для группы зданий в поз.2.

Для производственных зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м³, зданий для сезонной эксплуатации, зданий с расчетной температурой воздуха 12 °С и ниже приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее значений , определяемых по формуле:

$$R_{req} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, табл [2]

Δt_n - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности τ_{int} ограждающей конструкции, °С, табл [2]

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/ м²К, табл . [2];

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для жилых и общественных зданий, принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01

Для определения нормируемого сопротивления внутренних ограждающих конструкций R_{req} при разности расчетных температур воздуха между помещениями 6 °С и выше в формуле () следует принимать $n=1$ и вместо t_{ext} - расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , м²К/Вт, для наружных стен следует рассчитывать для фасада здания.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей) определяется по своду правил [7].

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей должно быть не менее 0,6 R_{req} .

Расчетный температурный перепад Δt_o , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не

должен превышать нормируемых величин Δt_n , установленных в табл.[2] и определяется по формуле:

$$R_{req} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{R_o \cdot a_{int}}$$

3.2. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

Расчетный температурный период Δt_0 , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в табл.5, и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o \cdot a_{int}},$$

где R_o – приведенное сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций, м²·с /Вт;

a_{int} – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт / м²·°С, принимаемый по табл.[7].

Температуру внутренней поверхности многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле:

$$\tau_{S i} = t_{int} - \frac{n (t_{int} - t_{ext})}{R_o \cdot a_i}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть не ниже температуры точки росы.

Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекленных окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже +3°С.

Температуру точки росы t_d , °С в зависимости от различных сочетаний температуры t_{int} и относительной влажности ϕ_{int} , % воздуха помещений следует определять по приложению [7].

3.3. Теплоустойчивость ограждающих конструкций

Теплоустойчивостью ограждающей конструкции называется свойство ограждающей конструкции изменять температуру внутренней поверхности под воздействием колебания температуры в помещении, характеризуемого числом, представляющим отношение разности температур внутреннего и наружного воздуха и максимальной разности температур внутреннего воздуха и внутренней поверхности ограждения.

В районах со средней месячной температурой июля 21°C и выше, расчетная амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен и перекрытий / покрытий), $A^{\text{des}}_{\tau}, ^{\circ}\text{C}$ зданий жилых, больничных учреждений, детских учреждений, а также производительных зданий, в которых необходимо соблюдать оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне в теплый период года или по условиям технологии поддерживать постоянными температуру или температуру и относительную влажность воздуха, не должна быть более нормируемой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $A^{\text{reg}}_{\tau}, ^{\circ}\text{C}$, определяемой по формуле:

$$A^{\text{reg}}_{\tau} = 2,5 - 0,1(t_{\text{ext}} - 21),$$

где t_{ext} – средняя месячная температура наружного воздуха за июль, $^{\circ}\text{C}$, табл.3 СНиП 23 – 01.

Расчетная амплитуда колебаний результирующей температуры помещений $A^{\text{des}}_{\text{f}}, ^{\circ}\text{C}$ жилых, а также общественных зданий (больниц, детских ясель – садов и школ) в холодный период года не должна превышать ее нормируемого значения $A^{\text{reg}}_{\text{f}}, ^{\circ}\text{C}$ в течение суток: при наличии центрального отопления и печей при непрерывной топке $-1,5^{\circ}\text{C}$.

При наличии в здании отопления с автоматическим регулированием температуры внутреннего воздуха устойчивость помещений в холодный период года не нормируется.

Расчетные амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций следует определять по своду правил.

3.4 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Воздухопроницаемостью ограждающей конструкции называется свойство ограждающей конструкции пропускать воздух под действием разности давления на наружной и внутренней поверхностях, характеризуемое величиной, численно равной массовому потоку воздуха через единицу площади поверхности ограждающей конструкции в единицу времени при постоянной разности давления воздуха на ее поверхностях.

Все строительные материалы, за исключением металла и стекла, являются воздухопроницаемыми. При разности давлений воздуха с одной и с другой стороны ограждения через него может проникать воздух в направлении от большего давления к меньшему. Это явление называется фильтрацией. Если фильтрация происходит в направлении от наружного воздуха в помещение, то она называется инфильтрацией, при обратном направлении – эксфильтрацией.

Инфильтрация наружного воздуха через ограждения в холодный период года вызывает дополнительные потери теплоты помещениями, а также охлаждение внутренних поверхностей ограждения. Поэтому СНиП 23.02 ограничивает воздухопроницаемость ограждающих конструкций. Проектируемое значение сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{des} должно быть не менее требуемого

$$R_{inf}^{des} \geq R_{inf}^{reg}.$$

Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции определяют по формуле:

$$R_{inf}^{des} = R_{u1} + R_{u2} + \dots + R_{un},$$

где R_{u1} , R_{u2} , R_{un} – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждения $\text{м}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

Для сплошных материалов сопротивление воздухопроницанию:

$$R_u = \frac{\delta}{i}, \text{ м}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{Па} / \text{кг},$$

где δ – толщина слоя, м;

i – коэффициент воздухопроницаемости материала, $\text{кг} / \text{м}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{Па}$.

Нормируемое сопротивление воздухопроницанию определяется по формуле:

$$R_{inf}^{reg} = \frac{\Delta P}{G_n},$$

где ΔP – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па.

3.5. Теплоусвоение поверхности полов.

Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятия должна иметь расчетный показатель теплоусвоения U_{fi}^{reg} , установленной в табл.[2].

Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности пола:

- а) имеющего температуру поверхности выше 23°C
- б) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);
- в) в производственных зданиях при условии укладки на участке постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих ковриков;
- г) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залов музеев и выставок, в фойе театров, кинотеатров и т.п.)

Амплитуда A_q колебания теплового потока, Вт/м², выражается в долях от среднечасового расхода тепла q

$$A_q = qM,$$

где M – коэффициент неравномерности отопительного устройства, зависящий от вида последнего, длительности перерывов в работе ($M = 0,1 - 0,15$).

Величина, выраженная отношением A_q к амплитуде колебания температуры внутренней поверхности ограждения $A_{\text{твп}}$, представляет собой коэффициент теплоусвоения Вт/м²к внутренней поверхностью ограждения

$$S_v = A_q / A_{\text{твп}},$$

где S_v – доля теплотока A_q , которая в течении часа усваивается 1м² внутренней поверхности ограждения при изменении ее температуры на 1⁰С.

3.6. Паропоницаемость ограждающих конструкций.

Теплозащитные свойства ограждений снижаются при повышении влажности строительных материалов, т.к. увеличивается их теплопроводность. Влажный строительный материал неприемлем и с гигиенической точки зрения: появляются плесень, грибки, повышается влажность воздуха в помещении. Кроме того, влажностный режим ограждения оказывает соответствующее влияние и на долговечность ограждения.

Процесс конденсации влаги из воздуха тесно связан с теплотехническим режимом ограждения. Влага из воздуха может конденсировать как на внутренней поверхности ограждения, так и в его толще.

В зимнее время температура воздуха с внутренней стороны охлаждения выше температуры наружного воздуха, значит и парциальное давление (упругость) водяного пара в воздухе помещения окажется более высоким, чем для наружного воздуха.

Большинство строительных материалов являются капиллярно – пористыми телами. Через них происходит диффузия влаги и фильтрация воздуха. Влажностный режим наружных ограждений связан с теплотехническим. Последним определяется и процесс конденсации влаги из воздуха помещения. В большинстве случаев такая конденсация – основная причина увлажнения наружных ограждений.

Чтобы предупредить конденсацию влаги на внутренней поверхности наружного ограждения, необходимо чтобы температура на внутренней поверхности была выше температуры точки росы.

Температура точки росы определяется по $h - d$ – диаграмме влажного воздуха или по таблицам, зная температуру и относительную влажность воздуха.

С точки зрения вероятности выпадения конденсата на внутренних поверхностях наиболее опасны теплопроводные включения в конструкции здания (железобетонные балки, стойки), а также элементы, имеющие большие охлаждаемые внешние поверхности (карнизы, пилястры, внешние углы стен).

Для борьбы с конденсацией влаги на внутренних поверхностях наружных ограждений, помимо увеличения R_{nc} и вентилирования помещений, целесообразна обдувка или обогрев этих поверхностей (витринные вентиляторы, нагревательные приборы у окон, под фонарями и т.д.). Вместе с тем такая конденсация допускается, например, в банях, прачечных и в некоторых производственных мокрых помещениях.

В зимнее время, когда фактическая упругость $e_v < e_n$, водяной пар, диффундируя через наружные ограждения, может встретить слои, температура которых окажется ниже «точки росы». Возникает зона конденсации влаги в толще ограждения.

Для предупреждения конденсации в толще конструкции более плотные и теплопроводные слои следует располагать у внутренней поверхности ограждения. В этом случае в нем будет более высокая температура. В качестве плотных слоев изнутри целесообразно предусматривать покрытия из торкрета, цементную затирку и т.п.

Избежать конденсации в толще удастся не всегда. Приходится ориентироваться и на естественную просушку ограждения в теплое время.

Аналогично законом теплопроводности, количество водяного пара σ , г, проходящего через однородную плоскую стенку (без конденсации)

$$\sigma = \frac{\mu}{\delta} (e_v - e_n) Fz,$$

где μ – коэффициент паропроницаемости материала стенки, г/м·г·Па;

δ и F – толщина и площадь стены соответственно, м и м².

e_v , e_n – упругости водяного пара у внутренней поверхности ограждения, Па;

z – продолжительность диффузии пара, ч.

Свойство материалов ограждающей конструкции пропускать влагу под действием разности парциального давления (упругости) водяного пара на ее наружной и внутренней поверхностях называется парапроницаемостью ограждающей конструкции.

Сопротивление паропроницанию $R_{\partial p}$, м²·г·Па / мг, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропроницанию:

а) нормируемого сопротивления паропроницанию $R_{\partial p}^{\text{reg}}$, м²гПа / мг (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле:

$$R_{\partial p}^{\text{reg}} = \frac{(e_{\text{int}} - E)R_{\partial p}^e}{E - e_{\text{ext}}}$$

б) нормируемого сопротивления паропроницанию $R_{\partial p}^{\text{reg}}$, м²гПа / мг (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{\partial \text{пр}}^{\text{рег}} = \frac{0,0024z_0(e_{\text{int}} - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta W_{\partial} + \eta}$$

где e_{int} – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле

$$e_{\text{int}} = \left(\frac{\phi_{\text{int}}}{100} \right) E_{\text{int}}$$

где E_{int} – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре t_{int} , принимается по своду правил;

$R_{\partial \text{р}}^e$ – сопротивление паропрооницанию, м²гПа / мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации, определяемое по своду правил;

E_{ext} – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па, за годовой период, определяемое по табл., СНиП 23 – 01;

Z_0 – продолжительность, сут. периода влагонакопления, принимаемое равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СНиП 23 – 01.

E_0 – парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами согласно указаниям примечаний к этому пункту;

ρ_w – плотность материала увлажняемого слоя, кг / м³, принимаемая равной ρ_0 по своду правил;

δ_w – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, М, принимаемая равная 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщины теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции;

ΔW_{∂} – предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажненного слоя, %, за период влагонакопления Z_0 , принимаемое по табл. [2].

E – парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемому по формуле:

$$E = (E_1z_1 + E_2z_2 + E_3z_3) / 12$$

где E_1, E_2, E_3 – парциальное давление водяного пара, Па, принимаемое по температуре в плоскости возможной конденсации, устанавливаемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне – осеннего и летнего периодов, определяемое по [7];

z_1, z_2, z_3 – продолжительность, мес., зимнего, весенне – осеннего и летнего периодов, определяемое по табл. СНиП 23 – 01;

η – коэффициент, определяемый по формуле

$$\eta = 0,0024(E_0 - e_0^{\text{ext}})z_0 / R_{\text{дп}}^e$$

где e_0^{ext} – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемыми согласно своду правил.

4. Системы отопления

4.1. Требования к системам отопления

В помещениях с длительным пребыванием человека, в том числе в производственных, где по условиям технологии требуется поддержание температур в холодное время года необходимо устройство отопительных систем.

Они должны удовлетворять основным требованиям:

1. Санитарно–гигиеническим – обеспечивать без ухудшения воздушной среды необходимые внутренние температуры, отвечающие нормам СНиП и ГОСТ;

2. Строительным - предусматривать размещение строительных элементов в увязке с планировочным и конструктивным решениями здания;

3. Эксплуатационным-характеризоваться простотой и удобством управления и ремонта, бесшумностью и безопасностью действия;

4. Эстетическим –хорошо сочетаться с внутренней архитектурной отделкой помещения

Системы отопления из трех основных элементов: генератора для получения тепла; теплопроводов или каналов, для перемещения теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и отопительных приборов.

Системы отопления подразделяются на водяные, паровые и воздушные. Теплоносители отопительных систем должны обладать возможно большей способностью аккумулировать теплоту, при которой расход энергии на перемещение теплоносителя по трубам был бы незначительным, не ухудшать санитарных условий отапливаемых помещений (выделять вредные газы), быть достаточно дешевыми.

Из числа теплоносителей вода имеет большие значения теплоемкости, плотности и вязкости, она несжимаема, расширяется при нагревании с уменьшением плотности, выделяет абсорбированные газы при повышении давления. Пар обладает малой плотностью, температура и плотность его зависят от давления, отличается большим теплосодержанием за счет тепла испарения. Это тепло выделяется при конденсации пара и передается через их стенки в помещения. Отопительных приборах. Воздух имеет малые значения теплоемкости и плотности, также как и вода, расширяется при нагревании с уменьшением плотности.

Системы водяного отопления нашли наиболее широкое применение, как в гражданских, так и в промышленных зданиях. Водяные гигиеничнее паровых (меньшая и достаточно постоянная температура на поверхности отопительных приборов). Санитарно-гигиенические и эксплуатационные недостатки ограничивают область применения систем парового отопления, которые допускаются в промышленных и ряде общественных зданиях при непостоянном пребывании в них людей, и наоборот, рекомендуются для периодического или дежурного отопления. Из-за малого гидростатического давления паровые системы (малая плотность пара) выгодны для высоких зданий.

Воздушное отопление в большей степени, чем паровое, отвечает санитарно-гигиеническим требованиям. Однако из-за больших сечений воздухопроводов, непосредственного контакта греющего воздуха с обслуживающими

ми помещениями,(перенос шума, инфекции и т.д.) оно используется лишь для отопления отдельных помещений большого внутреннего объема, нередко в сочетании с приборами водяного или парового отопления, Таким образом, паровые и воздушные системы отопления в основном применяются в промышленных сооружениях.

Системы отопления подразделяются на местные и центральные. Системы, в которых теплота получается и используется в едином помещении – местные. Системы, отапливающие несколько помещений от общего теплогенератора - центральные.

4.2. Водяное отопление

Теплоносителем в системах центрального водяного отопления является горячая вода с температурами 95 С и ниже для жилых и общественных зданий и 150 С и ниже для производственных зданий.

Водяное отопление пользуется очень широким распространением и в практике гражданского и промышленного строительства встречается наиболее часто.

Это объясняется рядом преимуществ водяного отопления, к которым в первую очередь относятся :

1.Возможность центрального регулирования изменением температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

2.Гигиеничность,благодаря возможности поддерживать температуру отопительных приборов, как правило , ниже 95 С, при которой почти исключается возгонка и пригорание пыли, что особенно важно для жилых и общественных зданий.

3.Бесшумная работа и простота обслуживания.

По способу циркуляции водяные системы отопления разделяют на системы с искусственной и естественной (гравитационной) циркуляцией воды.

Системы водяного отопления зданий присоединяются к тепловым сетям через абонентские вводы или непосредственно к водогрейным котлам, если котельная обслуживает одно здание.

На рис. 4 показана схема водяного отопления с естественной циркуляцией воды. От котла или теплообменника, устанавливаемого на вводе тепловых сетей вода поступает по главному стояку в разводящие магистрали, питающие стояки, от которых сделана подводка к нагревательным приборам. Охладившись в отопительных приборах, вода поступает по обратным стоякам, объединяемым обратной магистралью, в котел или водоподогреватель. Движение воды по трубопроводам в данной системе обусловлено гравитационным давлением, возникающим при нагреве воды в котле, и остыванием ее в отопительном приборе.

Малая величина располагаемого циркуляционного напора в системах водяного отопления с естественной циркуляцией ставит пределы ее применения в отношении протяженности, т. к. для уменьшения сопротивления трубопроводов (на это и расходуется циркуляционный напор), приходится применять трубопроводы большего диаметра, что экономически нецелесообразно. Такие системы обычно применяются при радиусе действия не более 50 м, а высота от центра котла до центра прибора нижнего этажа более 3 м.

Насосная циркуляция воды применяется при значительной протяженности циркуляционных колец системы (рис. 5) Напор, развиваемый центробежным насосом, тратится на преодоление сопротивлений трубопроводов, водонагревателей, нагревательных приборов системы и запорно-регулирующей арматуры.

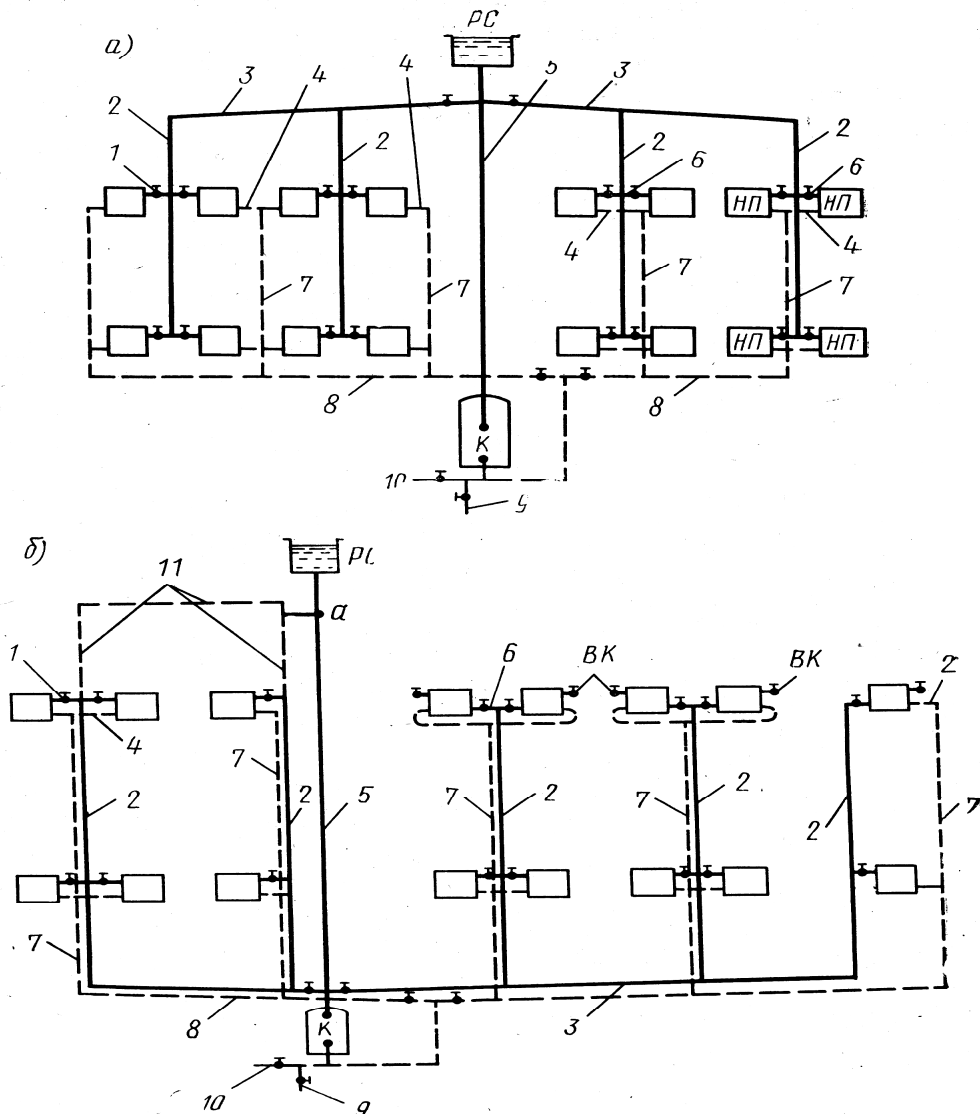


Рис .4. Принципиальная схема водяного отопления с верхней (а) и нижней (б) разводкой и естественной циркуляцией:

К- водогрейный котел (или любой другой водонагреватель); НП- нагревательные приборы; РС – расширительный сосуд; 1-регулирующие краны; 2-подающие стояки;3-подающий магистральный трубопровод;4-обратные подводы от нагревательных приборов;5-главный стояк;6-подводки к нагревательным приборам;7-обратные стояки;8-сборный обратный магистральный трубопровод;9- дренажная труба для спуска воды из системы; 10-соединение с водопроводом ; 11-воздушные линии

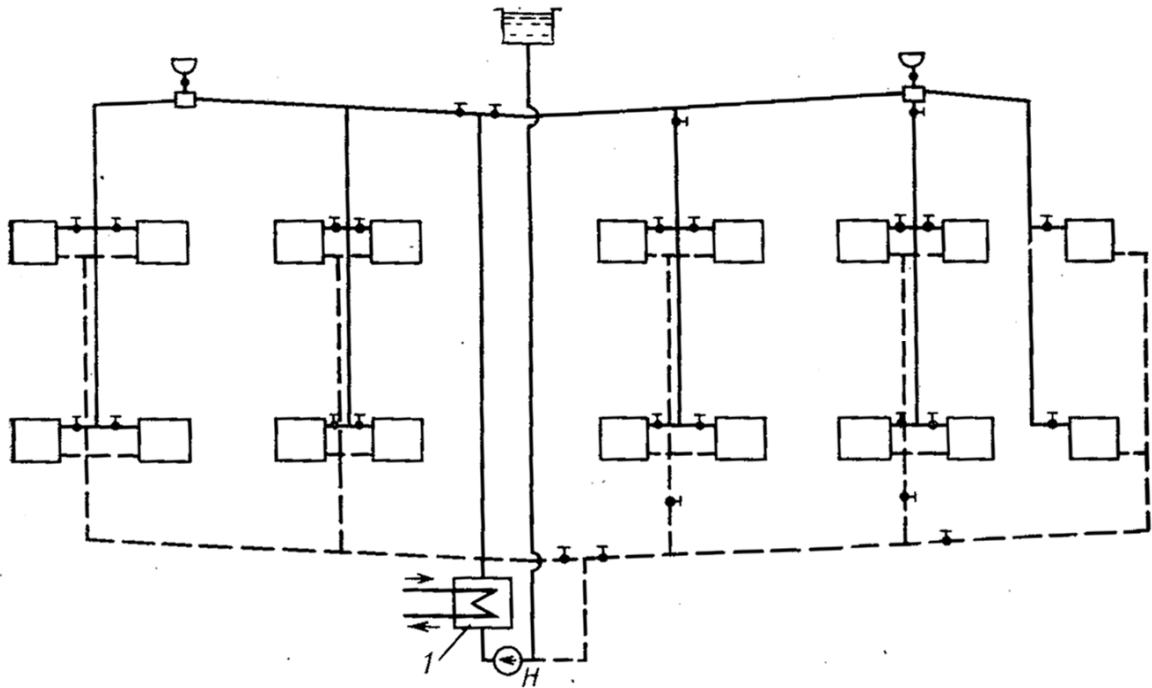


Рис.5. Схема насосной системы водяного отопления
1-водоподогреватель

Центробежный насос может создавать напор в десятки и сотни раз больше естественного, поэтому вода в трубах будет перемещаться с большей скоростью, чем в системе с естественной циркуляцией, диаметры труб будут меньше и сооружение системы отопления будет дешевле. Радиус действия такой системы больше, чем гравитационной.

4.2.1.Размещение и устройство основных элементов систем водяного отопления

В системах центрального отопления трубы предназначены для подачи в отопительные приборы и отвода из них расчетного количества теплоносителя, поэтому их называют теплопроводами.

Теплопроводы подразделяют на магистрали, стояки и подводки к отопительным приборам (рис.6)

Теплопроводы систем отопления следует прокладывать открыто; скрытая прокладка предусматривается для помещений, к которым предъявляются повышенные санитарно-гигиенические и эстетические требования.

Трубы, проходящие через перекрытия, площадки лестничных клеток, внутренние стены и т.п. прокладывают в гильзах(манжетах) из кровельной стали или из обрезков труб с зазором 10-15 мм, чтобы обеспечить их свободное перемещение при температурном расширении.

Размещение подводки зависит от вида отопительного прибора, положения стояка или ветви в системе отопления. Подающую и обратную подводки чаще всего прокладывают горизонтально (при длине до 500 мм) или с уклоном (5-10 мм на всю длину

Размещение стояка производится, как правило, у наружных стен. В угловых помещениях их следует устанавливать в углах, образованных наружными стенами, чтобы предохранить стены от сырости и промерзания. Расстояние от поверхности штукатурки до трубы должно быть 2-3 см. К стенам стояки крепят разъемными хомутами из листовой стали.

Размещение магистрали определяется назначением и шириной здания, видом системы отопления. Схемы прокладки магистральных трубопроводов системы водяного отопления гражданских зданий показаны на рис. 7.

В производственных зданиях магистрали прокладывают по стенам, колоннам под потолком, в средней зоне или у пола. В ряде случаев магистрали размещают в технических этажах и подпольных каналах.

Изоляция теплопроводов. При прокладке теплопроводов в местах, где возможно замерзание теплоносителя, а также для снижения бесполезных потерь теплоты на участках, где теплоотдача не нужна, теплопроводы покрывают теплоизоляцией. На теплопроводы наносят мастику, либо обматывают их слоем стекловаты или теплоизоляционными жгутами и лентами, либо покрывают заранее заготовленными сегментами.

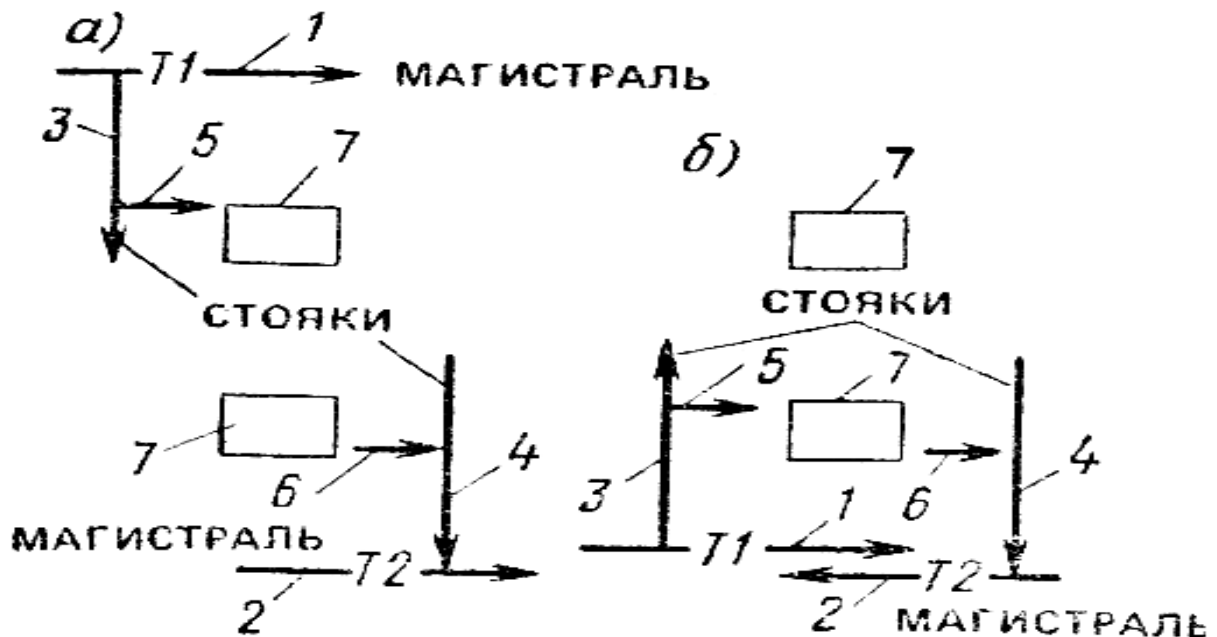


Рис.6. Теплопроводы вертикальных систем центрального отопления с верхним (а) и нижним (б) расположением подающей магистрали
 1, 2 –подающие (T1) и обратные (T2) магистрали; 3,4 - подающие и обратные стояки;5, 6 – подающие и обратные подводки; 7-отопительные приборы (стрелками показано направление движения теплоносителя)

Чтобы обеспечить удаление воздуха из системы водяного отопления, попадающего в нее при заполнении системы, а также растворенного вводе, теплопроводы прокладывают с уклоном к горизонтали не менее 0,002. В системе водяного отопления с естественной циркуляцией уклон увеличивается до 0,05-0,01.

4.3. Паровое отопление

В системах парового отопления теплоносителем служит пар, поступающий из тепловых сетей или непосредственно от паровых котлов. Применение пара в качестве теплоносителя имеет существенные недостатки, главные среди которых – невозможность центрального качественного регулирования (изменение температуры

теплоносителя) подачи теплоты, вследствие чего в в помещении трудно поддерживать постоянную и равномерную температуру; -загрязнение воздуха продуктами сухой возгонки (разложения) органической пыли, оседающей на поверхность отопительных приборов.

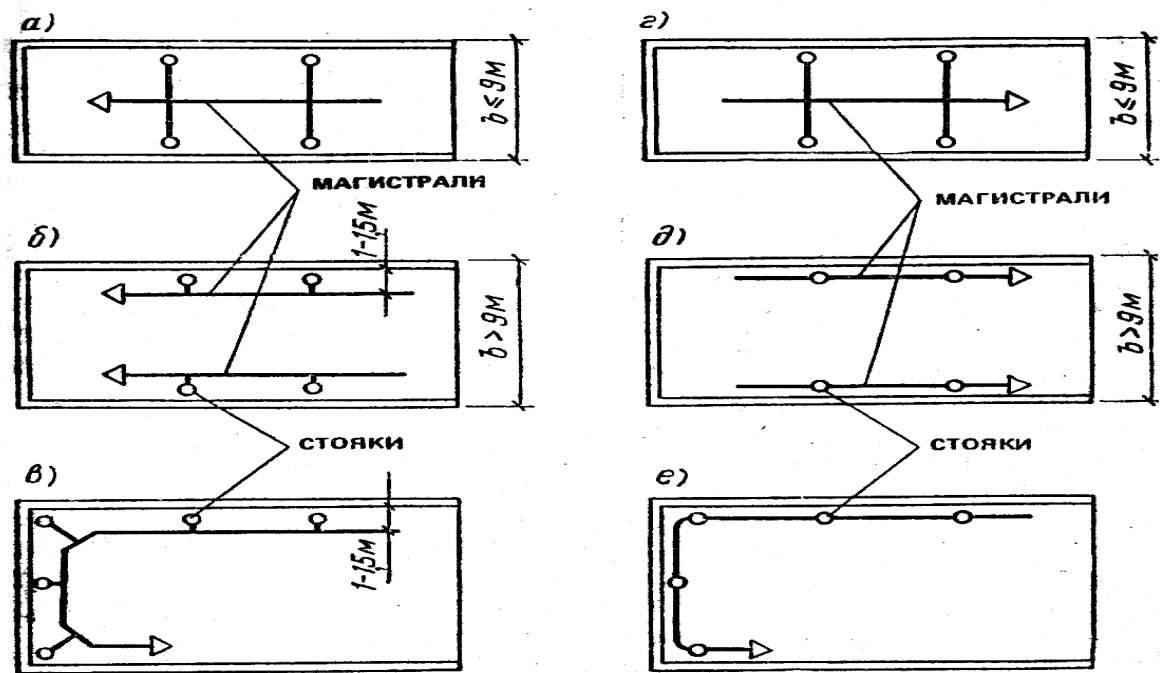


Рис. 7. Прокладка магистральных теплопроводов на чердаках (а,б,в) и в подвалах (г,д,е) зданий при тупиковой (а,б,г,д) и попутной (в,е) схемах движения теплоносителя

Недостатки пара как теплоносителя не позволяют использовать его для отопления жилых домов, общежитий, детских и лечебных учреждений и ряда других .

В соответствии со СНиП 41-01 2003 системы парового отопления рекомендуются устраивать в производственных помещениях.

По величине давления пара, подаваемого в систему отопления, различают системы отопления высокого ($P_{изб} > 0,07$ МПа), низкого ($P_{изб} < 0,07$ МПа) давления.

По способу возврата конденсата системы парового отопления подразделяют на замкнутые (конденсат благодаря наклону трубопроводов самотеком возвращается из отопительных приборов в котел или тепловую сеть) и разомкнутые (конденсат поступает сначала в конденсатный бак, а затем перекачивается насосом в котел или в тепловую сеть) Рис

Движение воды по трубопроводам в данной системе обусловлено гравитационным давлением, возникающим при нагреве воды в котле, и остыванием ее в отопительном приборе. Если в тепловых сетях теплоноситель пар и отапливаемое здание оборудовано паровой системой отопления, то присоединение производится непосредственно постановкой редукционного клапана для снижения давления до необходимого в системе отопления. Конденсат возвращается в котельную или ТЭЦ при помощи насоса.

4.4. Отопительные приборы

Отопительные приборы предназначены для передачи тепла помещению от теплоносителя. К ним предъявляются теплотехнические, гигиенические, технико-экономические, архитектурно-строительные и эксплуатационные требования.

Теплотехнические требования заключаются в том, что отопительные приборы должны хорошо передавать теплоту от теплоносителя (воды или пара) отапливаемым помещениям. Коэффициент теплопередачи у отопительных приборов должен быть не ниже $910 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Гигиеническим требованиям отвечают приборы, имеющие гладкую и ровную поверхность (меньше оседает пыль) и пыль можно легко удалить.

Технико-экономические требования: минимальный расход металла; секционность, позволяющая компоновать прибор с требуемой площадью поверхности прибора; вместимость. Снижение инерционности нагревательного прибора (конструкции прибора и находящегося в нем теплоносителя) ускоряет темп регулирования теплоотдачи прибора при его включении и особенно выключении.

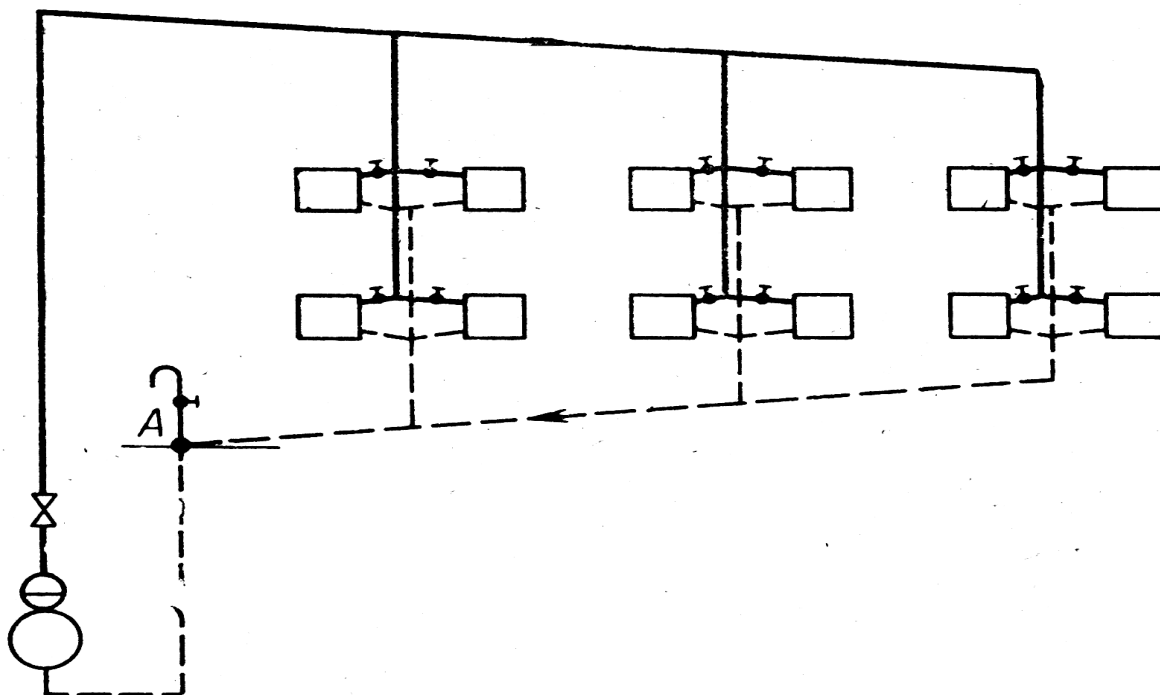


Рис.8. Схема паровой системы отопления с самотечным конденсатопродом

Архитектурно-строительные требования включают сокращение площади, занимаемой отопительными приборами, и обеспечение их приятного внешнего вида. Отопительные приборы должны соответствовать интерьеру помещения.

Монтажные требования. Приборы должны быть прочными, удобными для транспортировки и монтажа, а их стенки паро- и водонепроницаемыми, температуроустойчивыми.

В системах отопления применяются металлические (чугунные, стальные, из цветных металлов) отопительные приборы, комбинированные (бетонные панели со стальными трубчатыми змеевиками) и не металлические (керамические, бетонные с полиэтиленовыми змеевиками).

Большое многообразие видов и типов отопительных приборов объясняется тем, что всем рассмотренным требованиям одновременно удовлетворить очень сложно.

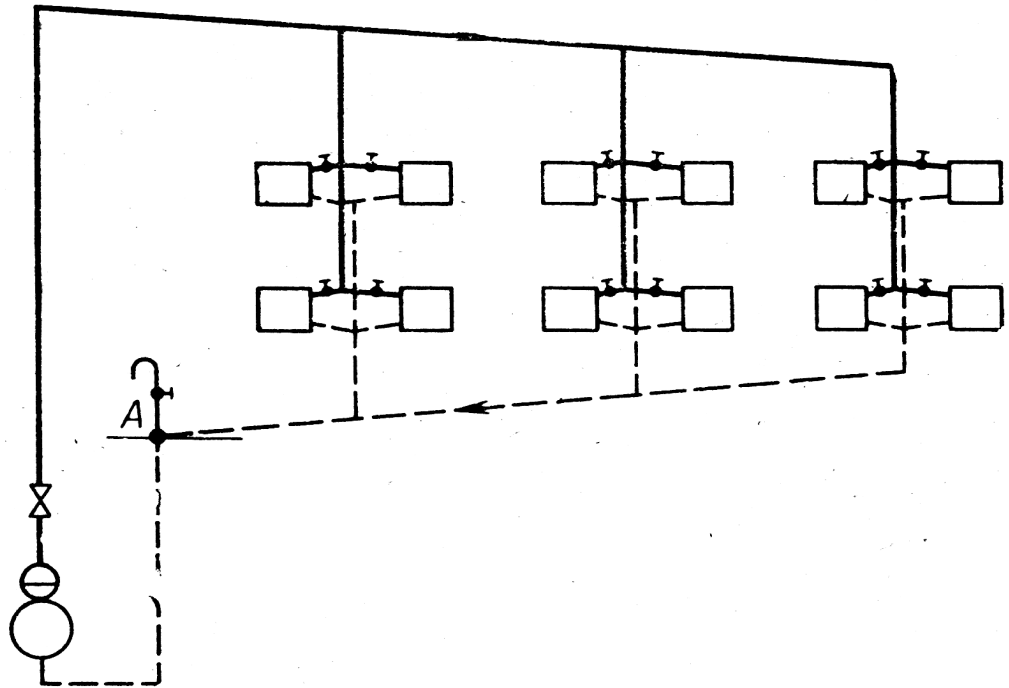


Рис.9. Схема паровой системы отопления с самотечным конденсатопродом

По конструкции и виду теплоотдачи применяемые приборы можно разделить на радиаторы секционные, радиаторы панельные (стальные и бетонные) конвекторы, гладкие и оребренные трубы.

Рассмотрим основные виды отопительных приборов, широко используемых в жилых, общественных и производственных зданиях.

Радиаторы секционные. (рис.10)

Широко применяются для жилых и общественных зданий, изготавливаются практически из коррозируемого чугуна, чаще серого. Однако его хрупкость обуславливает значительную толщину стенки ($\delta = 4 \div 6$ мм). Из отдельных секций удобно собирать прибор с теплоотдающей поверхностью, близкой, к расчетной.

Секции радиаторов, в зависимости от числа вертикальных каналов, подразделяют на одно-, двух-, многоканальные. В нашей стране изготавливают главным образом двухканальные, т. к. они лучше отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. По

монтажной высоте секционные радиаторы подразделяют на высокие- 1000 мм, средние- 500 мм, низкие- 300 мм. Наиболее широко применяют средние радиаторы.

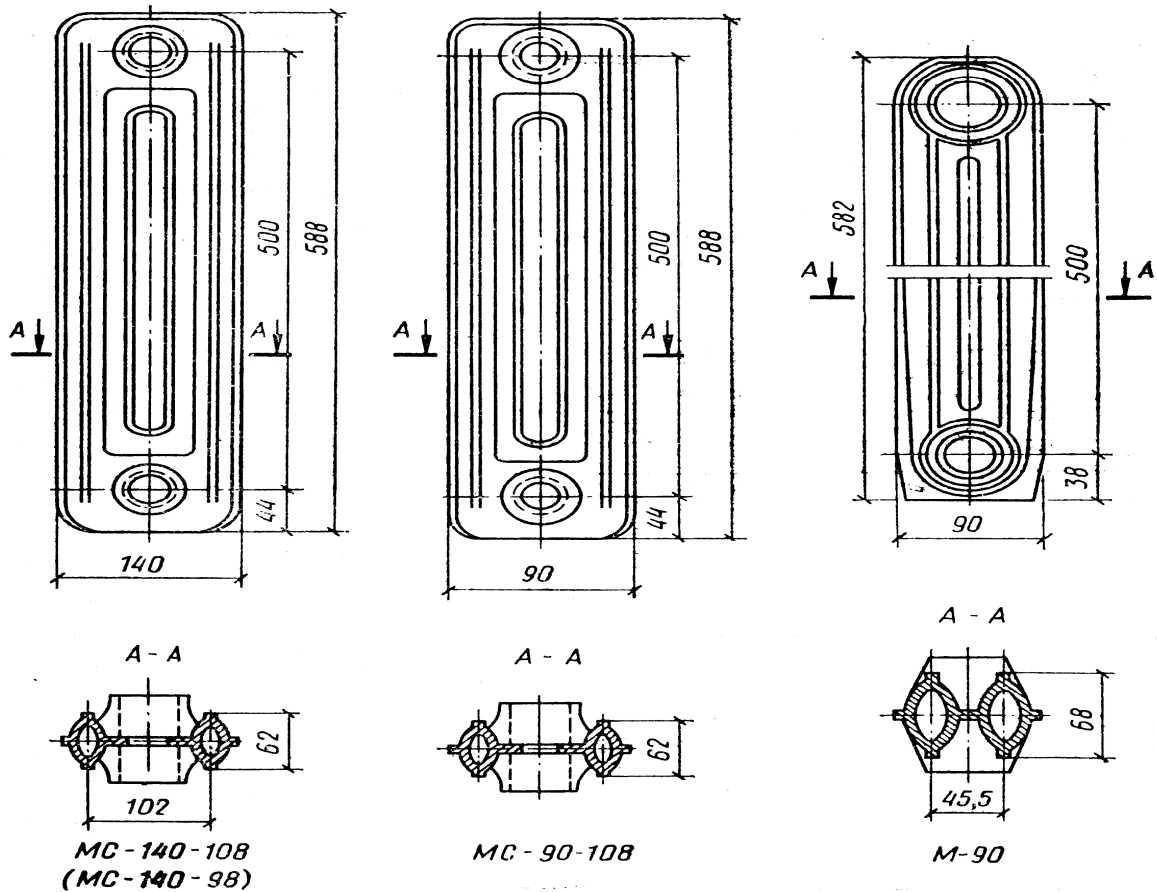


Рис. 10. Основные типы чугунных радиаторов

Отдельные секции соединяют между собой посредством ниппелей из ковкого чугуна, имеющих наружную правую или левую резьбу.

Панельные стальные радиаторы (рис.11) изготавливают однорядные и двухрядные: штампованные колончатые типы РСВ1 и штампованные змеевиковые типа РСГ2.

Панель стального радиатора состоит из двух стальных листов толщиной 1.41.5 мм, соединенных между собой контактной сваркой и образующих ряд горизонтальных каналов для прохода теплоносителя.

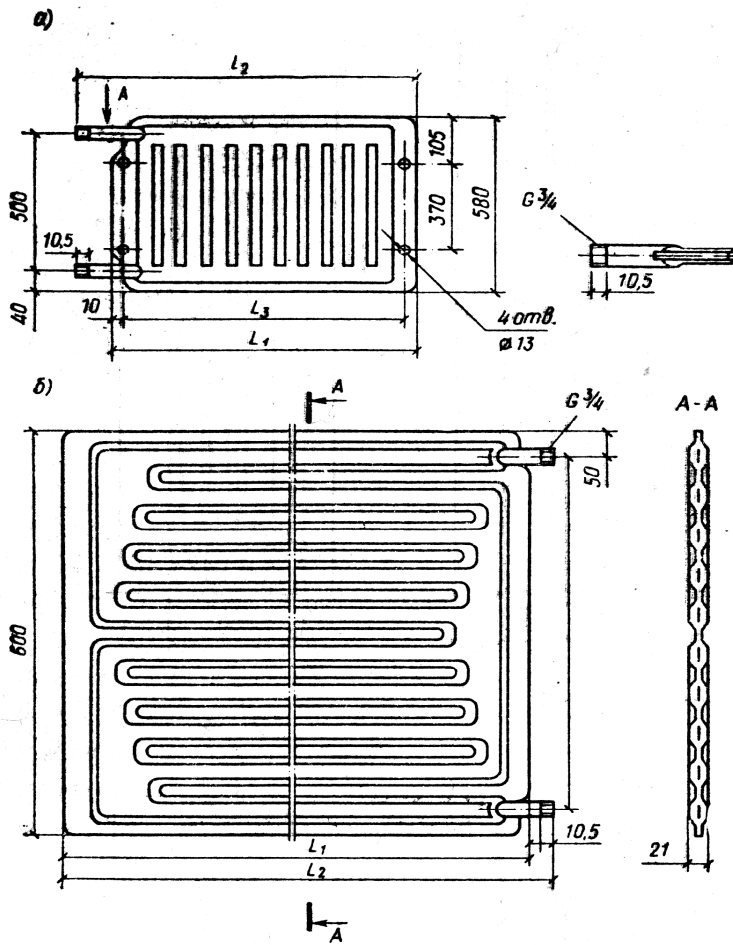


Рис. 11. Стальные штампованные радиаторы
 а- радиатор РСВ1 однорядный концевой;
 б- радиатор РСГ2 четырехходовой однорядный

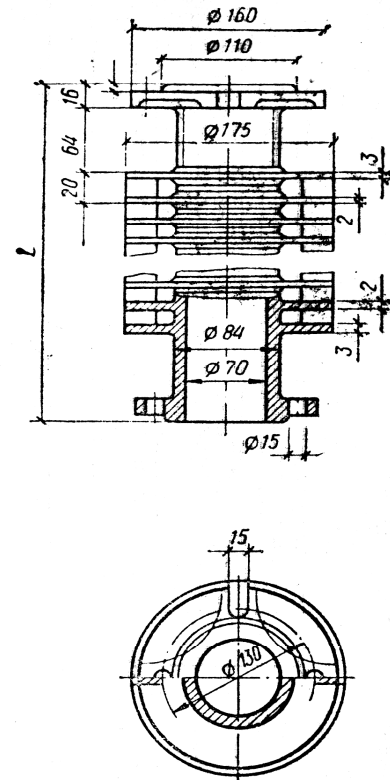


Рис. 12 Ребристая труба

Панель стального радиатора состоит из двух стальных листов толщиной 1.41.5 мм, соединенных между собой контактной сваркой и образующих ряд горизонтальных каналов для прохода теплоносителя.

Стальные радиаторы по сравнению с литыми чугунными секционными имеют примерно вдвое меньшую массу, на 2530% дешевле. Однако имеют недостатки, основным из которых является их повышенная коррозиестойкость, а, следовательно, дополнительные эксплуатационные расходы в связи с меньшим сроком эксплуатации и расходы, связанные с подготовкой теплоносителя для снижения внутренней коррозии.

Бетонные отопительные приборы устанавливают в зданиях различного назначения, особенно тех, к воздуху которых предъявляются повышенные санитарно-

гигиенические требования, в основном для отопления крупнопанельных зданий. Приборы этого вида представляет собой змеевик и реже регистр из стальных водогазопроводных труб диаметром 15 или 20 мм, заделанный в плоскую бетонную плиту толщиной 4050 мм.

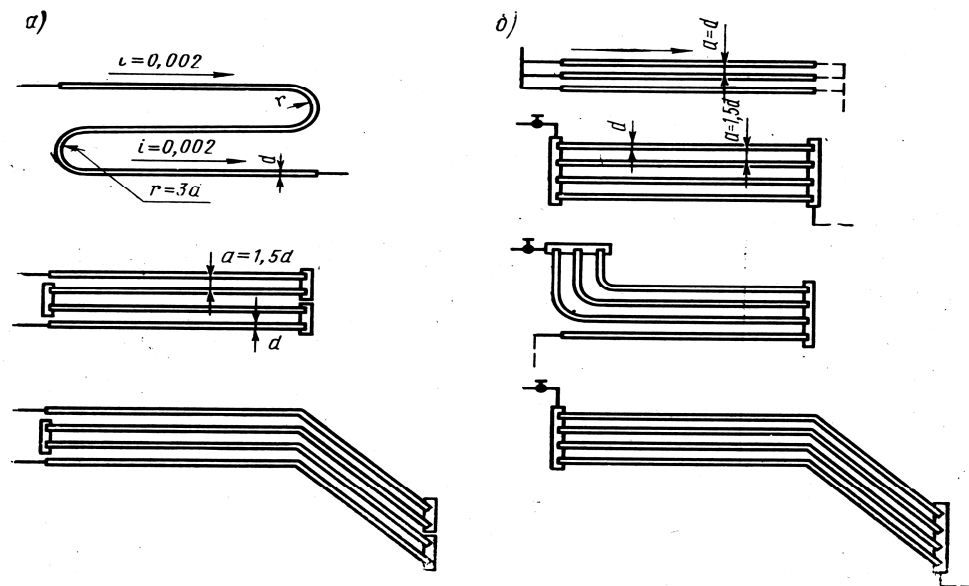


Рис.13. Приборы из гладких труб

а-для теплоносителя воды; б-для теплоносителя -пара

Такие панели обладают значительным лучеиспусканием. Общая теплоотдача труб, замоноличенных в бетонный массив, повышается за счет увеличения внешней теплоотдающей поверхности. Бетонные панели обычно хорошо вписываются в интерьер помещения, обуславливают снижение расхода металла при устройстве системы отопления по сравнению с чугунными радиаторами.

Бетонные панели чаще всего располагаются под окнами. Для снижения теплопотерь через наружную стену за панелью необходимо устраивать изоляцию.

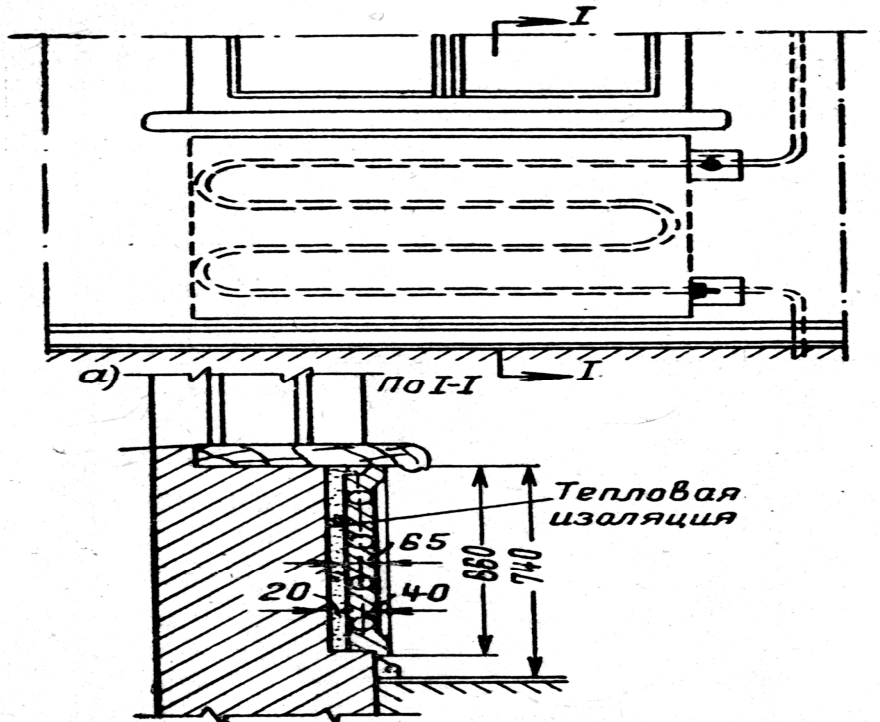


Рис.14. Установка отопительных подоконных панелей

К существенным недостаткам отопительных панелей относятся сложность их ремонта, значительная масса и тепловая инерция, замедляющие остывание и прогревание панелей.

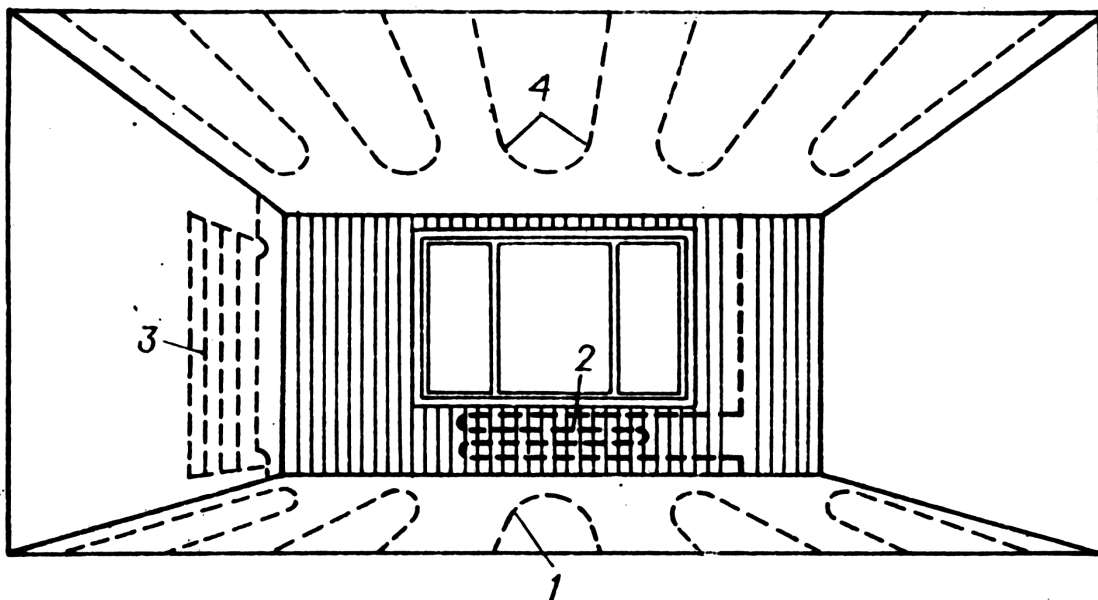


Рис.15. Схема размещения отопительных элементов в ограждающих конструкциях здания

1- в полу; 2-в наружной стене; 3 –в перегородке; 4-в перекрытии

Конвекторы – это отопительные приборы, изготовленные из стальных труб с ребрами из листовой стали. (рис.16). Основным элементом конвектора является стальная труба с насаженными на нее стальными пластинами (ребрами). В приборе может быть один, два или три таких элемента, расположенных по вертикали. Лучшие конструкции конвекторов имеют кожухи.

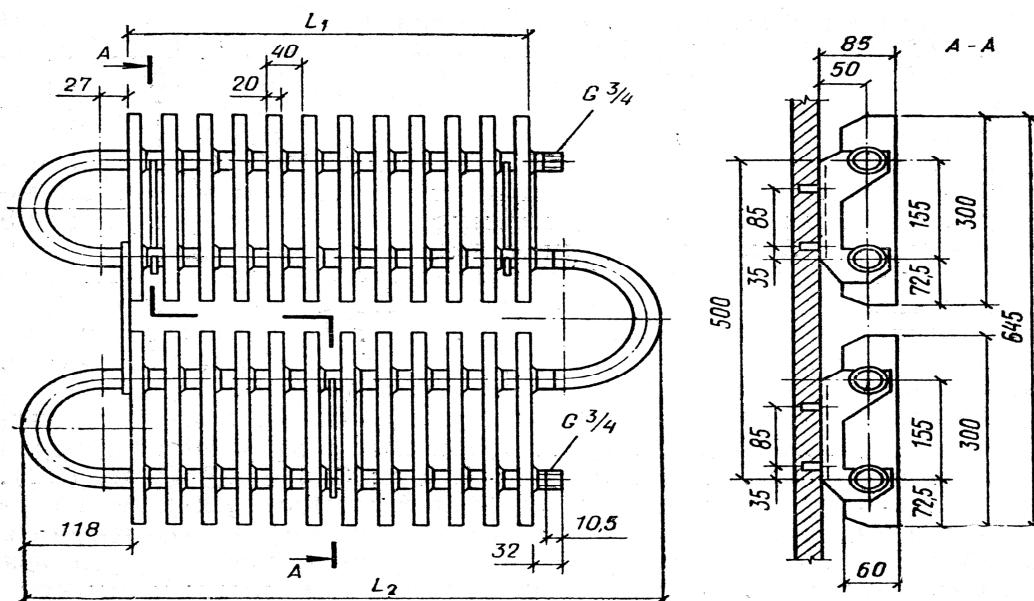


Рис.16 .Конвектор «Аккорд»

Использование оребрения позволяет увеличить поверхность нагрева, получить прибор со значительной теплоотдачей и небольшой массой. Наличие кожуха позволяет интенсифицировать теплоотдачу нагревателя за счет увеличивающейся тяги – скорости обтекания его воздухом.

Недостатками конвекторов являются малая лучистая теплоотдача, некоторый перегрев верхней и недогрев нижней зоны помещения.

Отопительные приборы из гладких труб очень просты в конструктивном исполнении и выполняются в виде змеевика или регистра (рис.13). Поскольку они имеют гладкую поверхность, то их применяют для отопления помещений, в которых техноло-

гический процесс сопровождается выделением пыли (деревообделочные цехи, шлифовальные).

Промышленностью выпускаются чугунные трубы с круглыми (или прямоугольными) ребрами и фланцами для присоединения к трубопроводам (рис.12, 17).

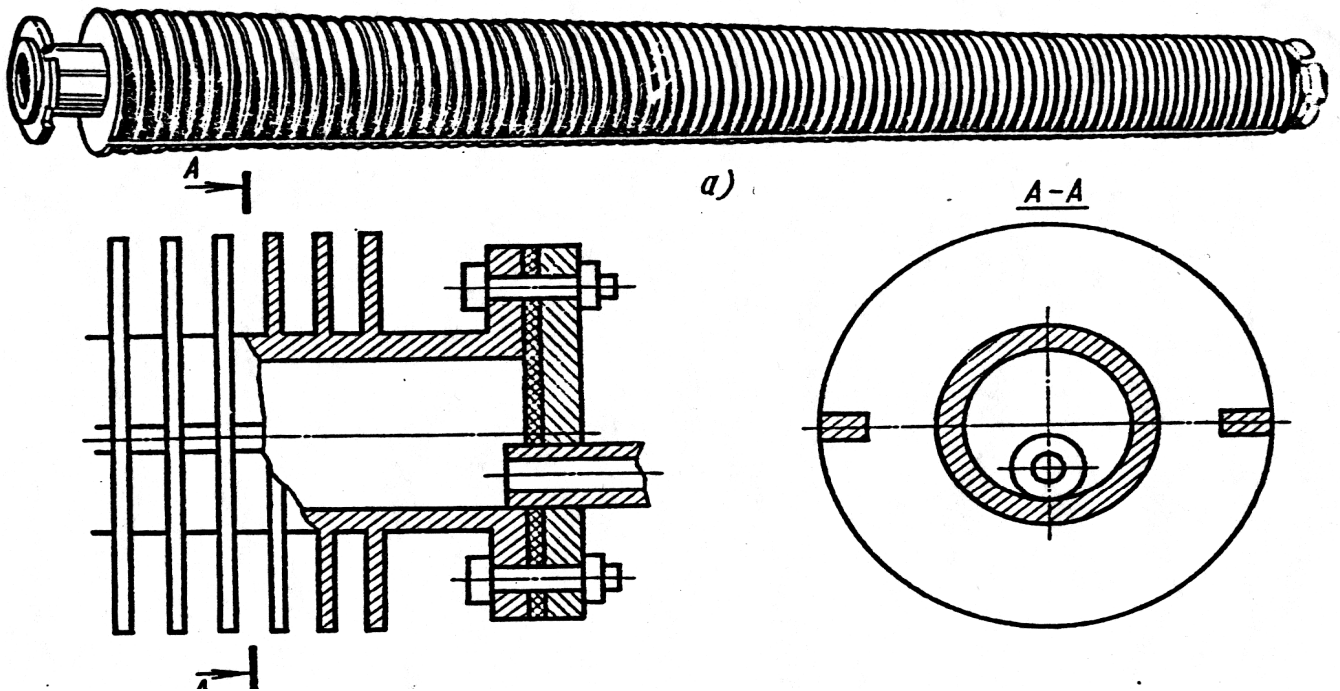


Рис.17. Общий вид чугунной ребристой трубы (а) и схема подключения конденсатора

Теплоотдача таких труб происходит в основном за счет конвекции и лишь в незначительной части излучением. Основным недостатком является трудность очистки их от пыли. Ребристые трубы используются лишь для отопления помещений с повышенной влажностью (бани, прачечные), с кратковременным пребыванием людей, а также производственных, в которых отсутствует выделение пыли и допускается применение высокотемпературного теплоносителя.

Выбор типа отопительного прибора для помещений различного назначения производят одновременно с выбором системы отопления на основании рекомендаций, приведенных в СНиП 41-01-2003.

В отапливаемых помещениях отопительные приборы устанавливают обычно под окнами или у наружных стен. Приборы могут быть установлены непосредственно у стены или в специальной нише, если это конструктивно возможно. Прибор устанавливается таким образом, чтобы расстояние от низа его до пола было 60100 мм, а зазор между радиатором и стеной равнялся 3060 мм.

К системе трубопроводов отопительные приборы могут быть подсоединены по различным схемам (рис. 18).

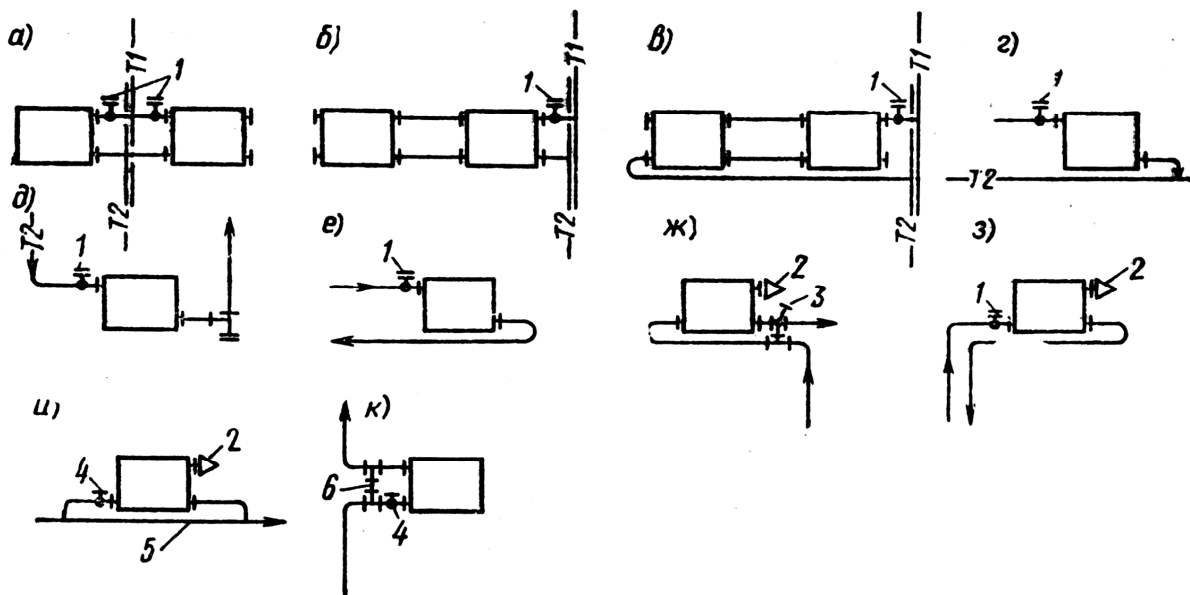


Рис.18. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам систем отопления

1-кран двойной регулировки; 2- воздушный кран; 3-трехходовой кран; 4- кран регулирующий проходной; 5- осевой замыкающий участок; 6 –смещенный замыкающий участок

Чтобы вода в теплопроводе не замерзала, не допускается устанавливать отопительные приборы в тамбурах лестничных клеток, сообщающихся с наружным воздухом, а также у входных наружных одинарных дверей. К стоякам, питающим приборы лестничных клеток, нельзя подсоединять приборы других помещений. Отопительные приборы размещают в помещении так, чтобы в системе было наименьшее число стояков, и ответвления к ним имели небольшую длину.

Присоединение отопительных приборов на “сцепке” (рис. 18 б, в) допускается только в пределах одного помещения, за исключением кухонь, коридоров, туалетов, умывальных и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять к приборам соседней комнаты и на “сцепке”.

Ребристые трубы устанавливают в один или в случае необходимости, в два – три ряда в вертикальной плоскости и присоединяют к теплопроводу с помощью фланцев.

Отопительные приборы (радиаторы, ребристые трубы, конвекторы) крепятся к строительным конструкциям с применением кронштейнов, которые закрепляют дюбель-гвоздями. (рис.19)

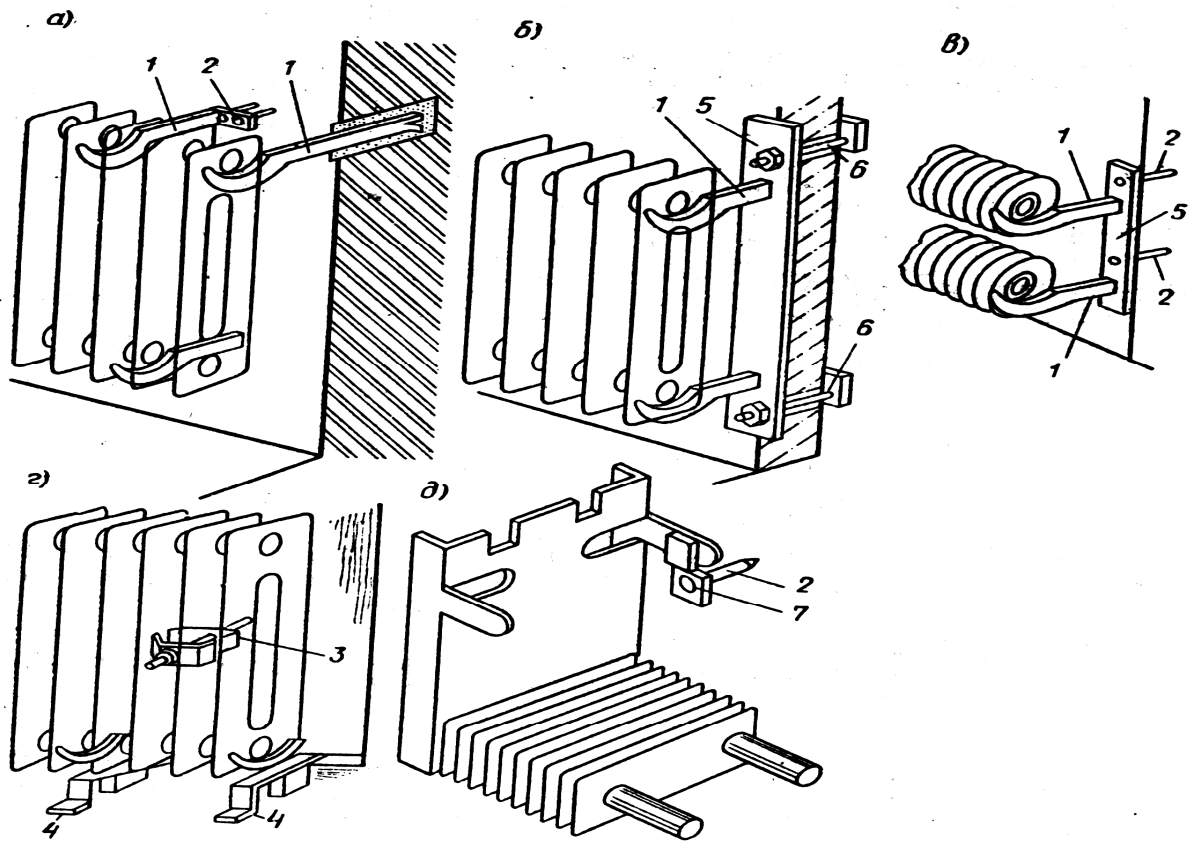


Рис.19. Крепление отопительных приборов

а- радиаторов; б-то же, на стенах облегченных конструкций; в- ребристых труб; г- то же, на подставках ;д- конвекторов; 1-кронштейны; 2-дюбель-гвозди; 3- радиаторная планка; 4- подставка;

5-планка; 6- болт; 7-скоба

5. Местное отопление

5.1. Печное отопление

Печное отопление представляет собой довольно распространенный вид отопления малоэтажных зданий (до двух этажей), преимущественно в сельской местности.

Печное отопление по сравнению с другими системами имеет свои преимущества: небольшие первоначальные затраты; независимость отопления одних помещений от других; простота конструкции и обслуживания.

К недостаткам печного отопления относятся: потеря полезной площади, занимаемой печами; возможность отравления окисью углерода (угар); негигиеничность (пыль от топлива и золы); пожарная опасность; затраты большего количества времени на обслуживание печей и др.

По этим причинам применение печного отопления сокращается с каждым годом.

Печи подразделяют на отопительные, отопительно-варочные, варочные и специального назначения.

Отопительная печь состоит из топливника (топки) и каналов, в которые поступают топочные газы, нагревающие стенки печи, от которых тепло передается в воздух отапливаемого помещения (рис.20)

Печи в зависимости от способности аккумулировать тепло, подразделяются на теплоемкие и нетеплоемкие.

Теплоемкими называются печи, аккумулирующая способность которых допускает топку один раз в сутки, толщина стенок печи не менее 60 мм (1/4 кирпича). Теплоемкие печи устанавливаются в жилых и коммунальных зданиях, где колебания температуры допускается не более 2,5 С.

Нетеплоемкие печи имеют незначительную аккумулирующую способность, поэтому их надо топить все время или с небольшими перерывами. В основном это переносные металлические печи (из листовой стали или чугуна) с внутренней футеровкой толщиной не более 6 см или без нее.

Отопительные печи делают прямоугольной, квадратной, реже круглой формы. Их выкладывают из глиняного кирпича, а при промышленной изготовлении блочные

печи из керамики и жароупорного бетона, Внешние поверхности печей штукатурят, обкладывают изразцами, заключают в футляры из кровельной стали

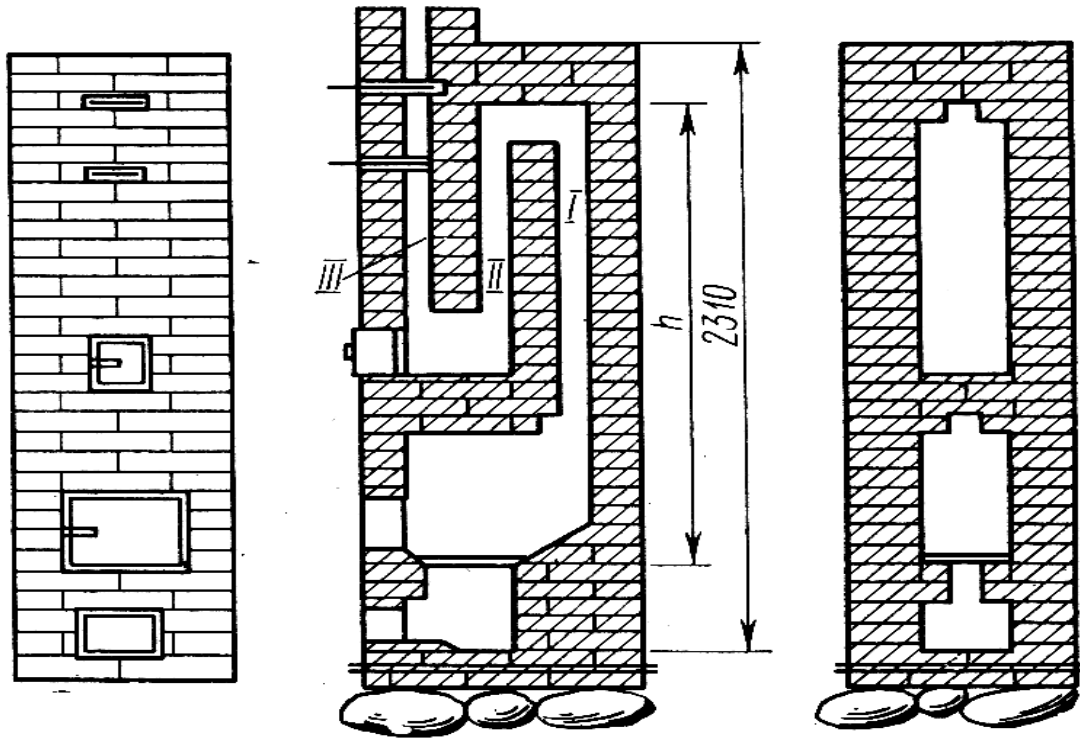


Рис.20. Кирпичная двухоборотная печь

Кухонные плиты могут служить для отопления, если к ним добавить специальные отопительные щитки, использующие тепло отходящих газов, Существуют также отопительно-варочные печи, которые предназначены для отопления помещений и приготовления пищи.

В последнее время получили распространение комбинированные плиты, состоящие из плиты для приготовления пищи и водонагревателя, который служит генератором тепла в системе квартирного отопления.

5.2. Электрическое отопление

Принцип действия электрических отопительных приборов основан на законе Джоуля-Ленца, характеризующего тепловое действие электрического тока. В качестве материала для проводников в приборах используются нихром и константан в виде спирали. Электроотопительные приборы разделяются на высокотемпературные с температурой греющих поверхностей более 70 С и низкотемпературные (25-70 С)

К первой группе приборов относят электрорадиаторы (металлические с заполнением маслом и др.), рефлекторы, электрокамины.

Ко второй группе – низкотемпературные отопительные панели, выполненные из огнеупорного материала, в массив которого заделывается в различные конструкции зданий: пол, потолок, перегородки ит. д.) или панельные приборы из токопроводящей резины, состоящие из двух средних токопроводящих и двух наружных теплоизолирующих слоев, располагаемые у наружных стен зданий.

К основным преимуществам электрического отопления относятся: хорошая управляемость и высокая степень автоматизации процесса отпуски теплоты; отсутствие продуктов сгорания и загрязнения атмосферы.

К недостаткам электрического отопления относятся высокая стоимость электроэнергии; пожароопасность; низкие гигиенические показатели; опасность в пожарном отношении.

5.3. Газовое отопление

Отметим, что термин «газовое отопление» несколько неудачен, т. к. природный или искусственный газ непосредственно в помещения не подается, а лишь используется в качестве топлива, сжигаемого в различных приборах, предназначенных для отопления помещений.

При сжигании газа образуется большое количество водяного пара и углекислого газа. Поэтому выпуск продуктов сгорания в помещение допустим только при сжигании небольшого количества газа, как, например, в кухонных газовых плитах.

В качестве газовых отопительных приборов используются приборы лучисто-конвективного типа и газовые инфракрасные излучатели. Теплопередача от газовых отопительных приборов в окружающую среду происходит излучением и конвекцией.

В качестве приборов местного отопления применяются газовый воздухонагреватель (прибор конвективного типа), лучисто-конвективный отопительный камин, газовые приборы инфракрасного излучения.

Газовые приборы инфракрасного излучения используются для обогрева рабочих мест на открытых и полуоткрытых площадках или неотапливаемых помещениях большой высоты. В закрытых помещениях продукты сгорания необходимо удалять от газовых приборов.

В высоких помещениях при конвективном отоплении происходит перегрев верхней зоны.

6. Централизованное теплоснабжение

6.1 Классификация систем теплоснабжения

Назначение систем теплоснабжения заключается в обеспечение потребителей теплоты, необходимым количеством тепловой энергии требуемых параметров.

В централизованных системах теплоснабжения один источник теплоты обслуживает теплоиспользующие устройства ряда потребителей, расположенных отдельно, поэтому передача теплоты от источника до потребителей осуществляется по специальным теплопроводам.

Централизованное теплоснабжение состоит из 3-х взаимосвязанных и последовательно протекающих стадий: подготовки, транспортировки и использования теплоносителя. В соответствии с этими стадиями каждая система централизованного теплоснабжения (рис.21) состоит из 3-х основных звеньев: источника теплоты (котельные или ТЭЦ), тепловых сетей и потребителей теплоты.

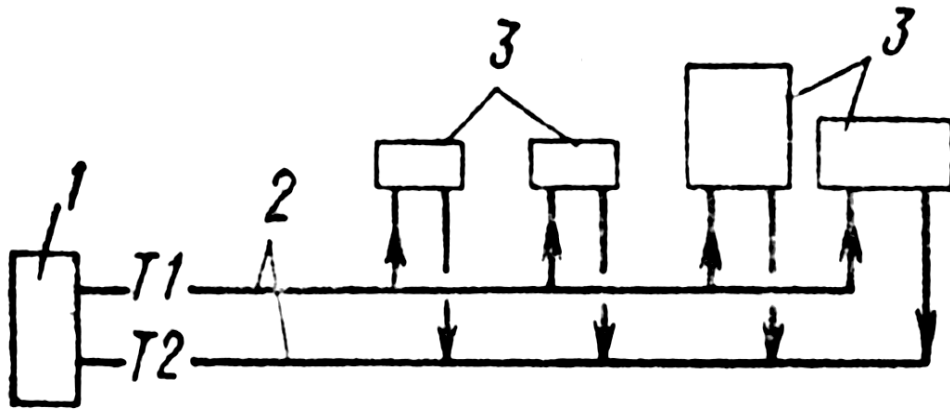


Рис. 21. Принципиальная схема системы централизованного теплоснабжения

1-источник теплоты; 2- тепловые сети; 3- потребители теплоты

В децентрализованных системах теплоснабжения каждый потребитель имеет собственный источник теплоты.

Основными видами теплоносителей для целей теплоснабжения является вода и водяной пар. Вода используется преимущественно для удовлетворения нагрузок отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения, а пар, кроме того, для удовлетворения технологической нагрузки.

Потребителей теплоты по характеру их загрузки во времени можно разделить на сезонные и круглогодичные. К сезонным потребителям относятся - система отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, а к круглогодичным - горячего водоснабжения и технологические аппараты.

6.2 Источники теплоты

6.2.1 Топливо, его виды, характеристики.

Основным источником тепловой энергии является топливо, которым по определению Д.И. Менделеева, называется «горючее вещество, умышленно сжигаемое для получения теплоты».

По агрегатному состоянию топливо делят на твердое, жидкое и газообразное, а по способу получения- на естественное, получаемое путем химической или механической переработки естественного топлива.

К природным твердым топливам относят антрацит, каменные и бурые угли, торф, древесина; к искусственным- кокс, древесный уголь, отходы обогащения. Природным жидким топливом является нефть. К искусственным жидким топливам относятся продукты переработки нефти: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и др.

Природное газообразное топливо-это природный и попутный нефтяные газы, а искусственное- генераторные газы, газы сухой перегонки, побочные газы и др.

В состав органического топлива входят различные соединения горючих и негорючих элементов. Твердое и жидкое топливо содержит такие горючие вещества, как углерод С, водород Н, летучую серу $S_{л}$ и негорючие вещества- кислород О, азот N, золу А, влагу W_o .

Топливо в том виде, в каком оно сжигается, т.е.поступает в топку, называется « рабочим топливом». Выражая компоненты топлива в процентах, отнесенных к 1 кг. Массы, получим уравнение состава рабочей массы топлива:

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S_{л}^p + A^p + W^p = 100\%$$

При тепловых расчетах обычно пользуются составом топлива , исходя из рабочей массы.

Газообразное топливо представляет собой смесь горючих и негорючих газов. Горючая часть газообразного топлива состоит из предельных (C_nH_{2n+2}) и непредельных (C_nH_{2n}) углеводородов, водорода, окиси углерода и сернистого водорода(H_2S). В состав негорючей части входят азот, углекислый газ и кислород. В состав природного и попутного газа входят: метан CH_4 (50-98%), этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , углеводороды высших порядков метанового ряда, углекислый газ CO_2 , азот N_2 .

Основными компонентами искусственного газообразного топлива являются: окись углерода CO, водород H_2 , метан CH_4 , углекислый газ CO_2 , азот N_2 . В газообразном топливе (естественном и искусственном) содержатся также водяные пары,

различные смолы и др. Газообразное топливо обычно приводится к сухой массе в объемных долях



Важнейшими техническими характеристиками топлива является теплота сгорания, содержание золы и влаги, выход летучих веществ, свойства кокса (нелетучего остатка).

Теплота сгорания, выделяющаяся в результате сгорания 1 кг. твердого(жидкого) топлива или 1 м³ газообразного при превращении водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, в жидкость, называется высшей теплотой сгорания- Q_v . Низшая теплота сгорания топлива меньше высшей на величину теплоты парообразования влаги, имеющейся в топливе или образующейся в результате сгорания водорода топлива ($9H^P$).

Для сравнения тепловой ценности различных видов топлива пользуются понятием условного топлива. Условным топливом называют такое топливо, теплота сгорания которого равна 29300 кДЖ/кг.

Пересчет расхода натурального топлива на условное осуществляется по формуле:

$$V_y = V \cdot \text{Э},$$

Где V_y , и V - соответственно расход условного и натурального топлива, кг/с;

Э –тепловой эквивалент топлива, определяемой по формуле

$$\text{Э} = Q_H^P / 29300$$

Зола (А) топлива представляет собой твердый негорючий остаток, получающийся и после сгорания горючей части топлива, причем зола, прошедшая стадию расплавления, называется шлаком. Зола ухудшает качества топлива и вызывает значительные трудности в процессе сжигания(износ и шлакование поверхностей нагрева).

Влага(W) топлива отрицательно влияет на его качество, т.к. снижает теплоту сгорания, ухудшает процесс воспламенения топлива, приводит к увеличению объема дымовых газов, а следовательно потерь с уходящими газами.

Сера(S)- это весьма нежелательный элемент топлива. При ее сгорании образуется окиси SO_2 и SO_3 , которые вызывают коррозию элементов топливосжигающих установок и оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду.

При нагревании топлива происходит выделение газообразных продуктов разложения, которое называется выходом летучих веществ V^T . Чем больше выход летучих, тем ниже температура воспламенения топлива и больше объем пламени.

Горение топлива представляет собой химический процесс соединения его горючих элементов с кислородом воздуха, протекающий при высокой температуре и сопровождающийся выделением значительного количества теплоты.

Горение топлива может быть полным и неполным. В результате полного горения получаются газообразные негорючие продукты окисления (CO_2 , H_2O , SO_2 и др.) и твердый негорючий остаток(зола или шлак). При неполном горении газообразные продукты и твердый остаток содержит некоторое количество горючих веществ(CO_2 , H_2 , C и др), и при этом выделяется меньше теплоты, чем при полном горении.

Для обеспечения устойчивого процесса горения необходимы следующие условия:

- 1)наличие в топочном устройстве высокой температуры для подогрева топлива до температуры воспламенения;
- 2) постоянный подвод к топливу достаточного количества воздуха, необходимого для горения;
- 3) непрерывный отвод продуктов сгорания из топки.

6.2.2 Котельные установки и поверхности нагрева котлоагрегатов

Котельная установка- совокупность котлоагрегата и ряда вспомогательных элементов, обеспечивающих работу котлоагрегата (рис 22)

- тягодутьевое устройство;
- насосное хозяйство;
- оборудование химической водоподготовки;

- оборудование для дегазации (деаэрации);
- топливоподающее устройство;
- система золошлакоудаления;
- автоматика удаления и автоматика безопасности работы котлоагрегата.

Тягодутьевое устройство включает вентиляторы для подачи воздуха в точки котлов, насосы для обеспечения искусственной тяги, дымовую трубу.

Насосное хозяйство. В паровых котельных используются следующие виды насосов: питательные; подпиточные (разные для котлоагрегата и тепловые сети); конденсатные насосы для возвращения конденсата пара в котельную; циркуляционные (сетевые). В водогрейных котельных - подпиточные, циркуляционные (сетевые) насосы..

Водоподготовка. В воде содержатся нежелательные примеси: нерастворимые примеси (песок, глина, ил), растворимые в воде соли магния и кальция, а также коррозионно-активные газы (O_2 и CO_2).

Соли, отлагаясь на поверхностях нагрева, образуют, слой накипи, который резко ухудшает теплопередачу от газов к воде, т.к. теплопроводимость накипи в 20-30 раз меньше теплопроводимости металлов. Удаление солей из воды (умягчение) проводится различными методами: как до поступления воды в котел, так и в самом котле. Докотловая обработка осуществляется химическим методом: за счет ее химического соединения с гашеной известью, кальцинированной или каустической содой, или путем пропускания жесткой воды через ионообменники, заполненные катионозой смолой. По этому способу происходит обмен ионов кальция и магния, которые являются главными накипе-образователями, на ионы натрия или водорода.(рис. 23)

Котловая обработка воды состоит в следующем. В процессе парообразования концентрация солей в воде, находящейся внутри котла, увеличивается, то для их удаления осуществляется продувка, при которой из барабана котла выводится часть воды с большой концентрацией солей.

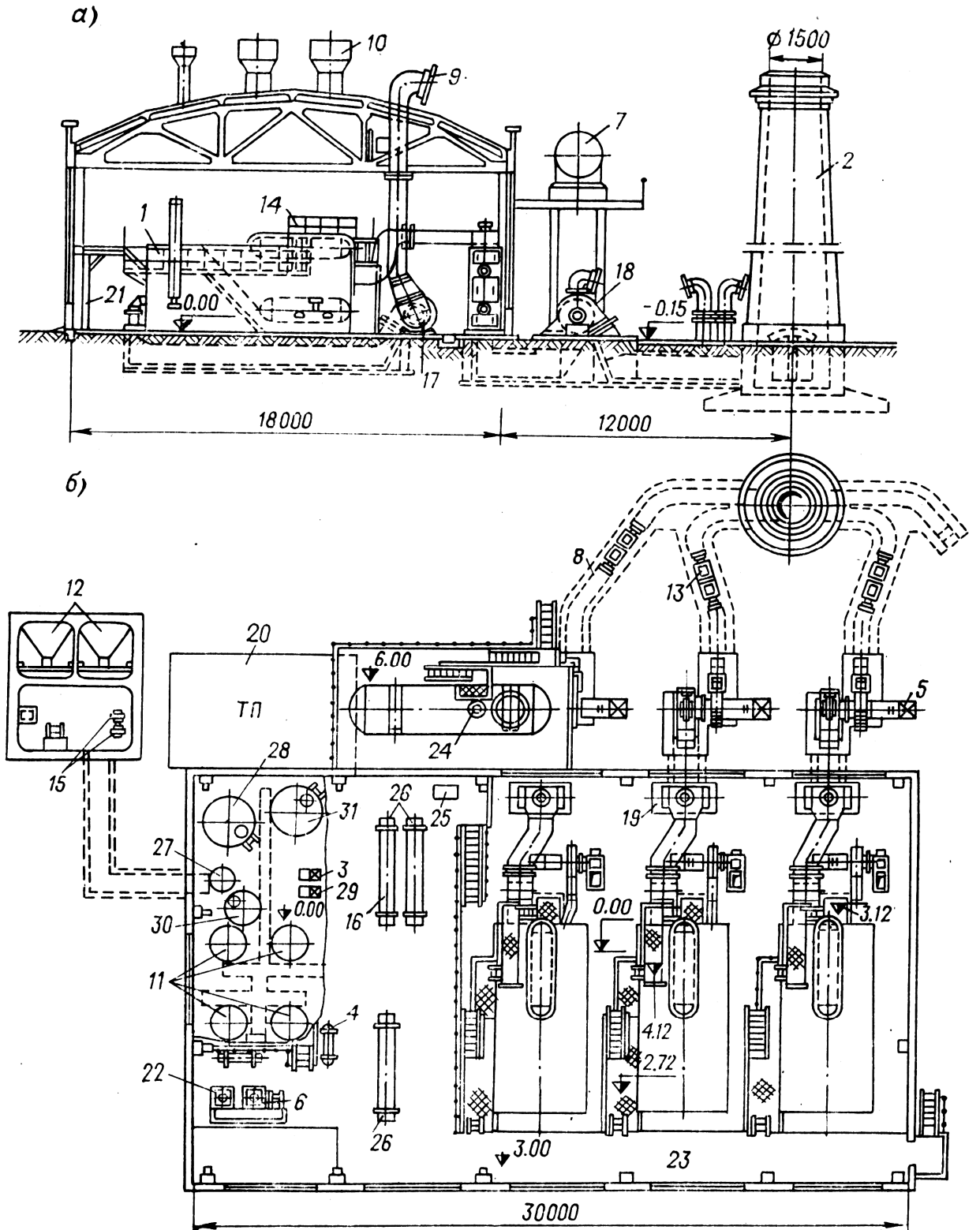


Рис . 22. Котельная с паровыми котлоагрегатами

а-разрез; б-план; 1-котлоагрегат; 2-дымовая труба; 3-насос сырой воды; 4- подогреватель сырой воды; 5-электродвигатель вентилятора; 6- насос промывочной воды; 7-деаэратор; 8- газоход; 9- воздухозаборное устройство; 10- дефлектор; 11 – натрий-катионитовые фильтры; 12- бак хранения соли; 13- люки газохода; 14 - рабочая площадка; 15-насос подачи раствора соли; 16-металлические лестницы;

17-вентилятор дутьевой; 18- дымосос; 19- золоуловитель; 20 –трансформаторная; 21- щит КПП и автоматики; 22- сепаратор непрерывный продувной; 23- рабочий фронт котлов; 24- охладитель выпара; 25- питательный насос; 26- подогреватель сетевой воды; 27- фильтр раствора соли; 28- бак для перегрузки катионита; 29- насос –дозатор; 30- бак крепкого раствора соли; 31 –бак промывочной воды.

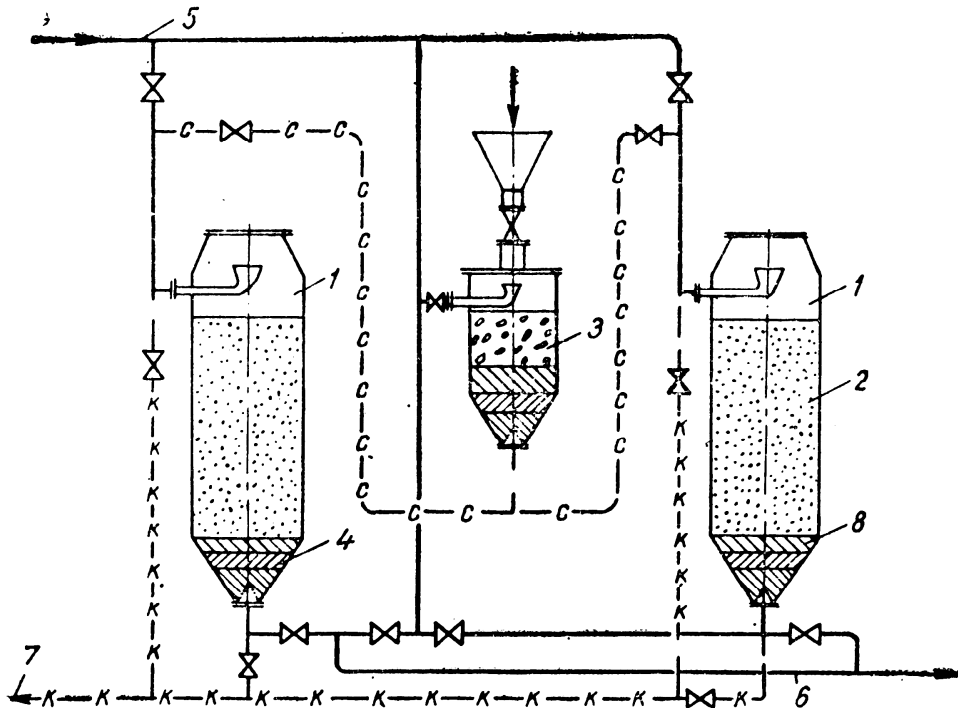


Рис.23. Схема катионитовой установки для умягчения воды

1-катионитовые фильтры; 2-катионитовое вещество; 3-растворитель поваренной соли или кислоты; 4- дренажная подстилка из гравия; 5- вход жесткой воды; 6-выход умягченной воды; 7- дренаж; 8- дренирующий слой кварца с диаметром частиц от 1 до 10 мм.

Деаэрация – удаление из воды активных газов (CO_2 , O_2). Принцип дегазации - доведение воды до кипения, т.к. при кипении растворимость газов падает до 0.

Довести до кипения можно двумя способами:

- нагрев воды до кипения паром;
- снижение давления в баке с водой до насыщения;

Удаление из воды газов осуществляется в термических деараторах(рис.24) ,где вода распределяется на струйки, капли или пленки, создавая большую поверхность

контакта с окружающей водой –паром,который нагревает воду почти до кипения и отводит из нее растворенные газы.

Автоматическое регулирование. Система автоматического регулирования котельных установок обеспечивает излишнюю производительность установки при сохранении заданных параметров (давления и температуры пара) и максимального КПД. Кроме того, повышает безопасность, надежность и экономичность работы котла, сокращает количество обслуживающего персонала и облегчает условия его труда. Автоматическое регулирование котла включает регулирование подачи воды, температуры перегретого пара и процесса горения. Котел должен быть оборудован необходимым количеством контрольно-измерительных приборов, автоматической системой регулирования важнейших параметров котла, защитными устройствами, блокировкой и сигнализацией.

Работа котельных установок должна быть надежной, экономической и безопасной для обслуживающего персонала. Для выполнения этих требований котельные установки эксплуатируются в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов и рабочими инструкциями, составленными на основе правил Госгортехнадзора с учетом местных условий и особенностей оборудования.

Котельные установки (КУ) подразделяются на: электрические, отопительно-производственные, отопительные.

Электрические КУ снабжают паром паросиловые установки, вырабатывающие электроэнергию, входят в электростанцию.

Отопительно-производственные КУ сооружаются на промпредприятиях и обеспечивают теплоносителям (чаще всего паром) система отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также на технологические нужды.

Главной частью КУ являются котлоагрегаты, которые делятся на паровые и водогрейные. Они представляют собой систему теплообменных устройств: топку, в которой могут быть размещены экранные лучевоспринимающие ;собственно котел для выработки насыщенного пара или нагретой воды.

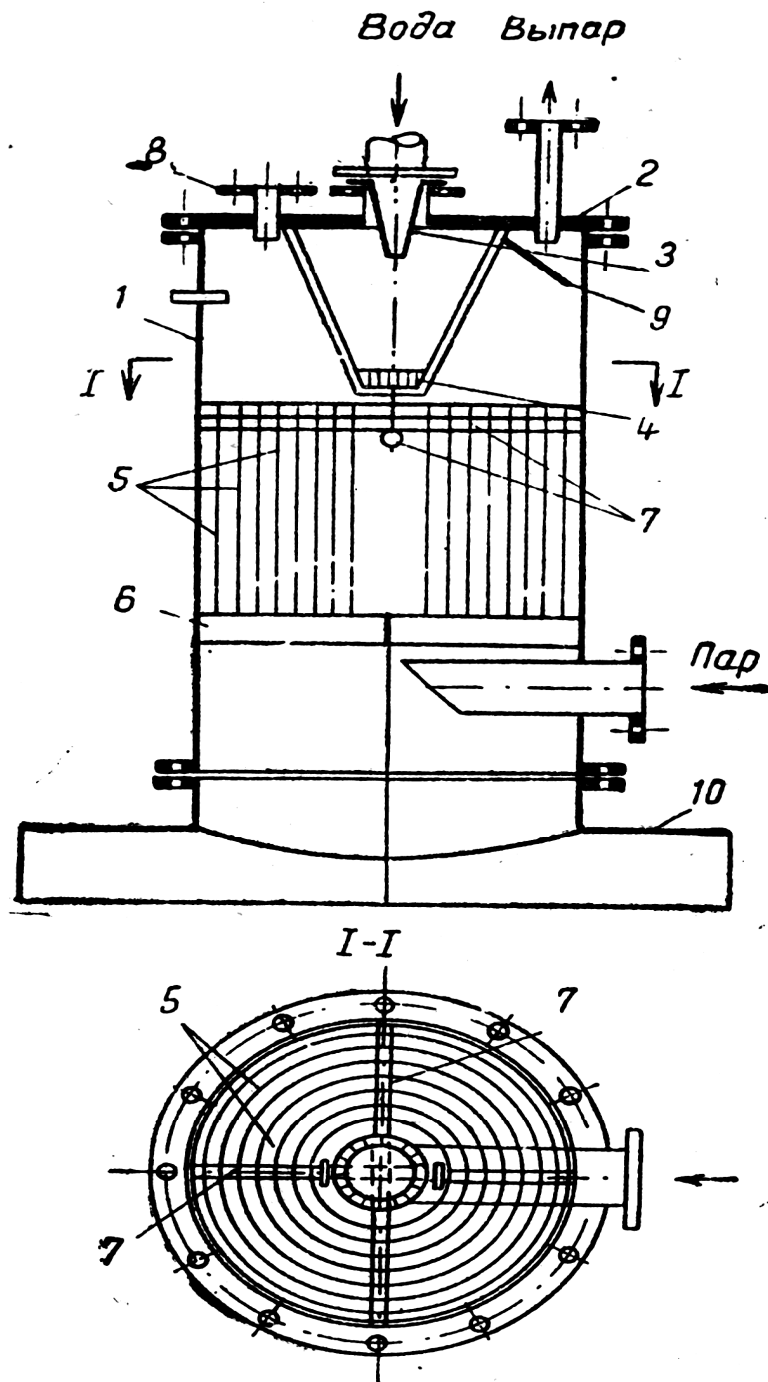


Рис.24. Пленочный деаэратор смешения

1- корпус; 2-крышка; 3-сопло;4- розетка; 5- стальные листы; 6- опорная крестовина; 7- связные шторы; 8- патрубок для предохранительного клапана; 9-отбойный лист против выноса влаги;10- бак-аккумулятор

Отопительные КУ используются для отопления общественных и жилых зданий.

. В качестве примера на рис. 25. Приведен разрез котлоагрегата типа Е-25-14 с камерной топкой 1, экранами 4, пароперегревателем № 6 и чугунным водяным экономайзером 7. Циклон 2 служит для вывода пара, получаемого в боковых экранах. Из верхнего барабана 9 выходит насыщенный пар и в него же подается питательная вода, прошедшая водяной экономайзер. Из нижнего барабана 10 выводится вода, загрязненная солями и осадком – шламом (продувка котла) на боковых стенах топочной камеры устанавливаются газомазутные горелки 8.

Котлоагрегаты подразделяются на группы малой, средней и большой теплопроизводительности.

Теплопроизводительность паровых агрегатов первой группы составляет 4,6-7,6 мВт (паропроизводительность до 2,78 кг/с); второй – 11-58 мВт (4,45-20,85 кг/с) и третьей – свыше 56 мВт. Выпускаются и микрокотлы с меньшей паропроизводительностью.

Котлы третьей группы обычно устанавливаются на электростанциях, а первой, второй и микроагрегаты – в производственных и отопительных котельных.

Поверхности нагрева котлоагрегатов.

В топке теплоагрегатов размещаются экранные поверхности нагрева, состоящие из стальных труб (или чугунных секций микрокотлов) и воспринимающие тепловое излучение слоя или факела горячего топлива. Высокая эффективность теплообмена обуславливает их небольшие размеры. Такие экранные поверхности являются основными парогенерирующими элементами современных котлоагрегатов, также защитой стенок топки от воздействия высоких температур. Расчетная температура газов на выходе из топки 900°-1000°С.

В газоходах котлоагрегатов размещаются пучки стальных труб. Теплота газов передается им в основном конвекцией, отсюда их название – конвективные. В экранных и конвективных поверхностях нагрева получается насыщенный пар или вода определенной температуры.

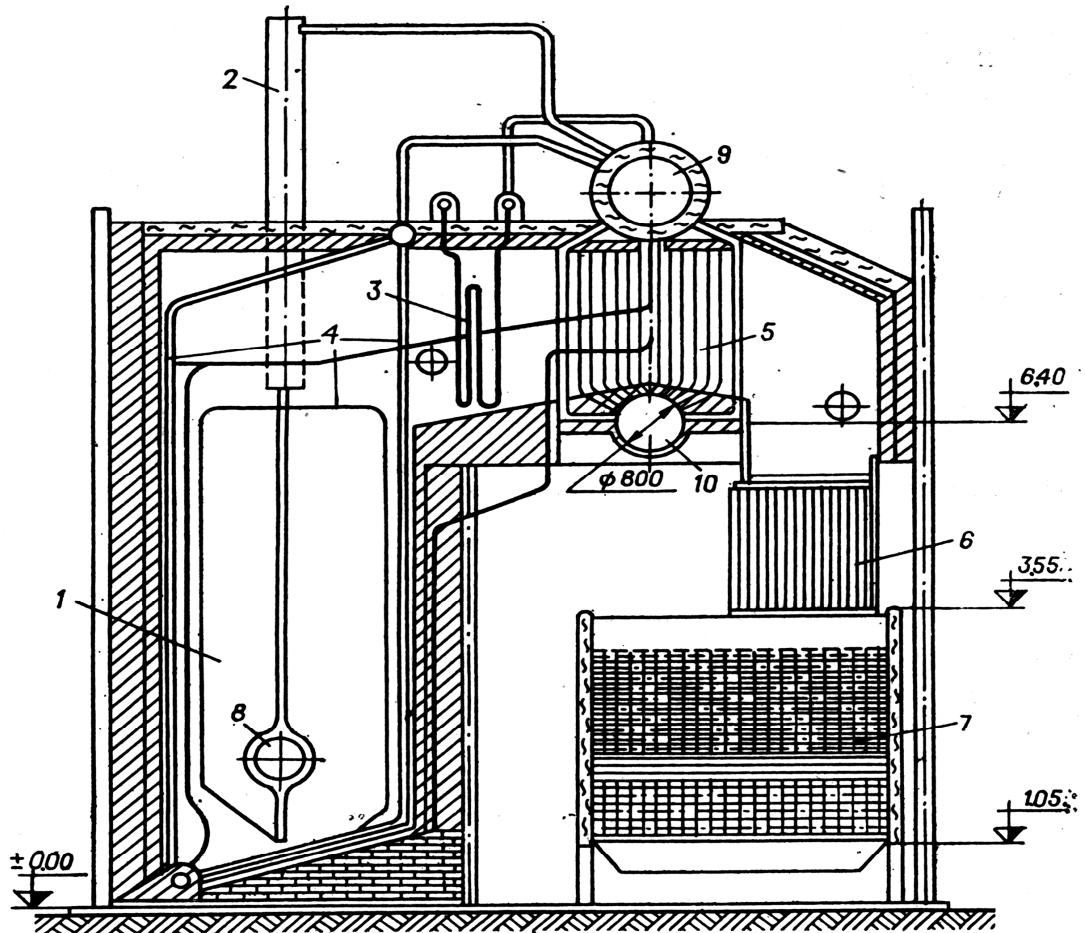


Рис.25. Котлоагрегат с камерной топкой

Пароперегреватели служат для повышения температуры пара за счет теплоты газов. Пароперегреватели – змеевики, изготовленные из стальных труб.

Водяные экономайзеры предназначены для подогрева питательной воды. Они делятся на стальные и чугунные. Первые выполняют в виде змеевиков, вторые собирают из чугунных ребристых труб, соединенных коленами – «калачами». В экономайзерах всех видов вода движется только снизу вверх, чтобы образующиеся пузырьки растворенного в воде воздуха и газов не оказывали сопротивления движению воды.

Температура воды при входе в экономайзер должна быть выше температуры точки росы дымовых газов (примерно на 10 градусов), чтобы исключалась конденсация водяных паров, входящих в состав дымовых газов, и связанной с этим коррозией.

Воздухоподогреватель – устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания топлива перед подачей в топку котла. Они состоят из пучка вертикальных труб, по которым проходят газы, снаружи они омываются воздухом. Подогрев воздуха необходим для лучшего сжигания, особенно низких сортов топлива. КПД котлоагрегата при этом повышается.

Воздухоподогреватели и водяные экономайзеры находятся в «хвосте» газового тракта (хвостовые поверхности нагрева). Они понижают температуру уходящих газов, увеличивая, таким образом, КПД котлоагрегатов.

6.3. Тепловые сети

Тепловая энергия в виде горячей воды или пара транспортируются от источника теплоты (ТЭЦ или КУ) к тепловым потребителям, называемыми тепловыми сетями.

Тепловая сеть представляет собой сооружения, состоящие из трубопроводов, тепловой изоляции, компенсаторов тепловых удлинений, запорной и регулирующей аппаратуры, строительных конструкций, подвижных и неподвижных опор, камер, дренажных и воздухопускных устройств. Проектирование тепловых сетей производят с учетом положений и требований СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети».

По количеству параллельно проложенных теплопроводов, тепловые сети могут быть: однотрубными, двухтрубными, многотрубными. (рис. 26)

Однотрубные сети наиболее простые. В них сетевая вода после систем отопления и вентиляции должна полностью использоваться для горячего водоснабжения.

Наибольшее распространение получили двухтрубные тепловые сети, состоящие из подающего и обратного теплопроводов для водяных сетей и паропровода с конденсатопроводом для паровых сетей.

В трехтрубных сетях две трубы используют в качестве подающих для подачи теплоносителей с разными тепловыми потенциалами, а третью трубу – в качестве обратной.

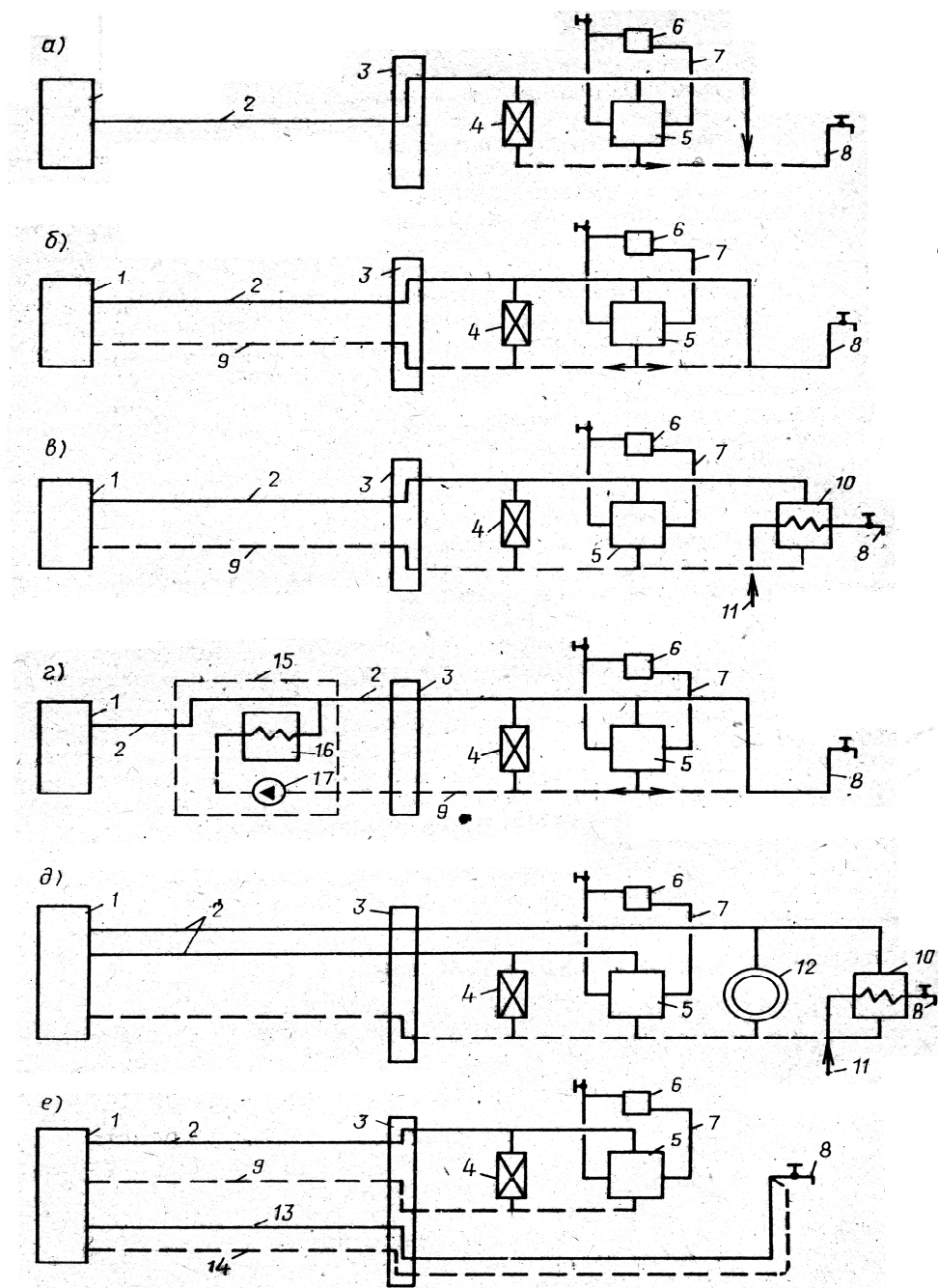


Рис. 26. Принципиальные схемы водяных систем теплоснабжения

а- однотрубной (разомкнутой); б- двухтрубной открытой (полузамкнутой);

в –трехтрубной; г- комбинированной; д-трехтрубной; е-четырёхтрубной;

1-источник тепла; 2-подающий трубопровод сети; 3-абонентский ввод; 4-калорифер вентиляции; 5- абонентский теплообменник отопления; 6-нагревательный прибор; 7-трубопроводы местной системы отопления; 8-местная система горячего водоснабжения; 9- обратный трубопровод теплосети; 10- теплообменник горячено водоснабжения; 11- холодный водопровод; 12- технологический аппарат; 13- подающий трубопровод горячего водоснабжения; 14-рециркуляционный трубопровод горячего водоснабжения; 15-котельная; 16-водогрейный котел; 17-насос

Водяные тепловые сети по способу приготовления воды для горячего водоснабжения разделяются на закрытые и открытые. В закрытых сетях для горячего водоснабжения используется водопроводная вода, нагреваемая сетевой водой в водоподогревателях. При этом сетевая вода возвращается на ТЭЦ или в котельную. В открытых сетях вода для горячего водоснабжения разбирается потребителями непосредственно из тепловой сети, и после её использования, её в сеть уже не возвращают.

Тепловые сети разделяют на: магистральные, прокладываемые на главных направлениях населенных пунктов, распределительные – внутри квартала, микрорайона и ответвления к отдельным зданиям.

Подготовленный теплоноситель подаётся по тепловым сетям к потребителям. Схема тепловой сети определяется размещением КУ или ТЭЦ среди потребителей. Она должна обеспечивать надежность и экономичность эксплуатации. Протяжённость сети должна быть минимальной. Различают радиальные и кольцевые тепловые сети. Радиальные сети сооружают с постепенным уменьшением диаметров теплопроводов в направлении от источника теплоты. Такие сети наиболее просты и требуют капитальных наименьших затрат. Недостатком радиальных сетей является отсутствие резервирования. При аварии на одной из магистралей радиальных сетей прекращается теплоснабжение потребителей, присоединённых на аварийном участке. Для резервирования снабжения потребителей, могут предусматриваться перемычки между магистралями. Перемычки прокладываются повышенного диаметра, они соединяют середины или концы магистралей.

Оснащение радиальных сетей перемычками означает переход к кольцевым сетям. Кольцевание сетей значительно удорожает сети, но повышает надёжность теплоснабжения.

Для предприятий, в которых не допускается перерыва в теплоснабжении, предусматривают дублирование или кольцевые схемы тепловых сетей

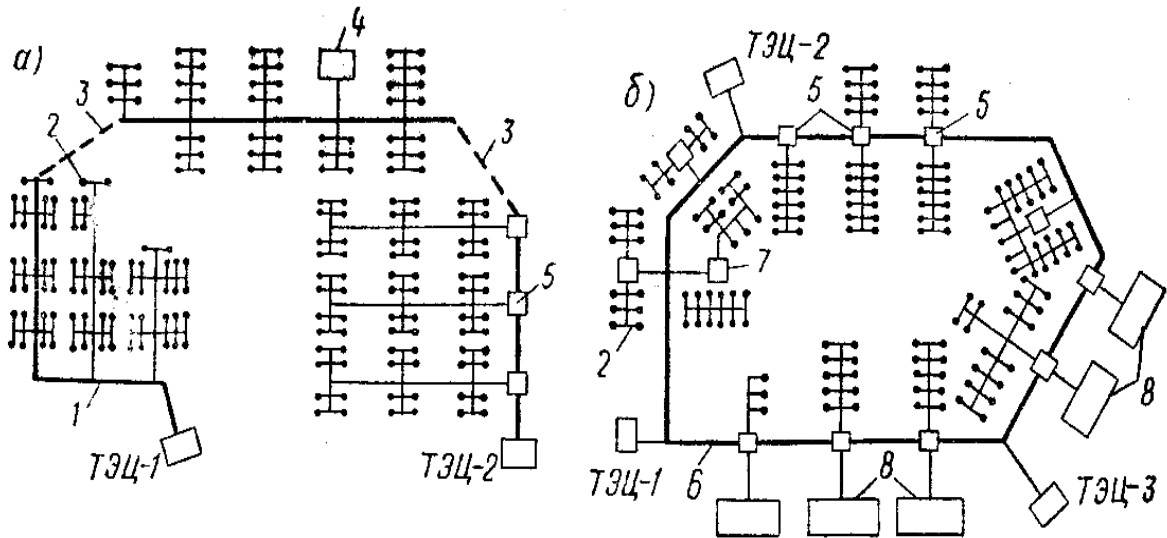


Рис.27. Схемы тепловых сетей: тупиковая (а) и кольцевая (б)

1-лучевой магистральный теплопровод;2- тепловые потребители; 3 –перемычки; 4-районные (квартальные) котельные ,5- секционирующие камеры;6- кольцевая магистраль;7- центральные тепловые пункты; 8- промышленные предприятия

Теплопровода прокладывают подземным или надземным способами.

Надземный способ принимают обычно на территориях промышленных предприятий при совместной прокладке энергетических и технологических трубопроводов. В жилых районах надземный способ используют только в особо тяжелых условиях: вечномёрзлотные и проседающие при оттаивании грунты, заболоченные участки, большая густота существующих подземных сооружений, сильно изрезанная оврагами местность, пересечение естественных и искусственных препятствий.

Преобладающим способ прокладки трубопроводов тепловых сетей является подземная прокладка: в проходных каналах и коллекторах совместно с другими коммуникациями; в полупроходных и не проходных каналах; бесканальная (в защитных оболочках различной формы и с насыпной теплоизоляцией).

При прокладке в каналах, теплопровода защищены со всех сторон от механических воздействий и нагрузок, и в некоторой степени от грунтовых и поверхностных вод. При бесканальной прокладке, теплопровода непосредственно

контактируют с грунтом, и внешние механические нагрузки воспринимаются трубой и теплоизоляционной конструкцией.

Наиболее совершенный, но более дорогой способ, представляет собой прокладка теплопроводов в проходных каналах (рис.). Высота канала $\approx 1,8-2,0$ м, даёт свободный доступ к трубам. В таких каналах, как правило, располагают линии водопровода, телефонные кабели и другие коммуникации. Проходные каналы оборудуют: естественной или принудительной вентиляцией, обеспечивающей температуру воздуха в канале не выше 40°C в периоды ремонтов и не выше 50°C при работе; электрическим освещением с напряжением до 30В; телефонной связью. Для сбора влаги, в пониженных точках трассы устанавливают приёмки, сообщаемые с водостоками или оборудованные откачивающими насосами

Полупроходные каналы строят под проездами с интенсивным уличным движением, под железнодорожными путями, где затруднено вскрытие теплопроводов для ремонта.

Высота их обычно не превышает 1600мм, ширина прохода между трубами 400-500мм.

В практике централизованного теплоснабжения наиболее широко применяются непроходные клапаны (рис.29). Глубина заложения от перекрытия до поверхности земли обычно принимается 0,5-1,0м.

Бесканальную прокладку применяют обычно для труб небольших диаметров (до 200-300мм). Этот способ прокладки самый дешёвый. Для защиты теплопроводов от воздействия грунтовых и поверхностных вод применяют антикоррозионные покрытия поверхности труб и влагозащитные оболочки, а также устраивают дренаж с песчаной и гравийной подсыпкой.(рис.30).

Теплопровода в каналах укладывают на подвижных и неподвижных опорах, служащих для восприятия массы теплопроводов на несущие конструкции и обеспечение перемещения их при изменении температуры теплоносителя. Неподвижные опоры (рис.) фиксируют положение отдельных участков теплопроводов, распределяя температурные удлинения труб между компенсаторами, не допуская значительных перемещений труб в местах разветвлений и ответвлений к

абонентским вводам. Неподвижные опоры выполняются в виде сварных конструкций и в виде железобетонных щитов, если они заделываются непосредственно в грунт или опираются на стенки непроходных каналов.

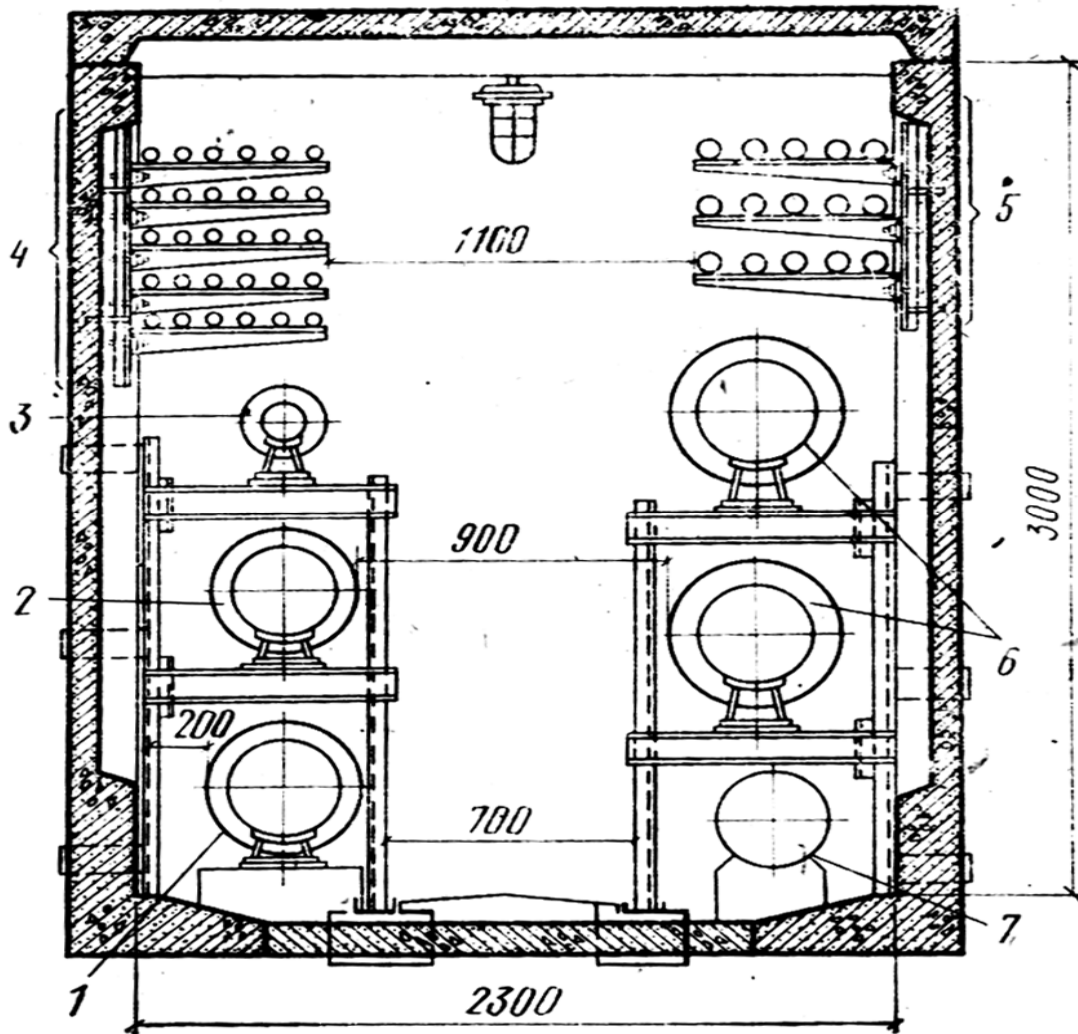


Рис. 28. Проходной канал

1 и 2 подающий и обратный трубопроводы; 3- конденсатопровод; 4- телефонные кабели; 5- силовые кабели; 6-паропровод; 7-водопровод

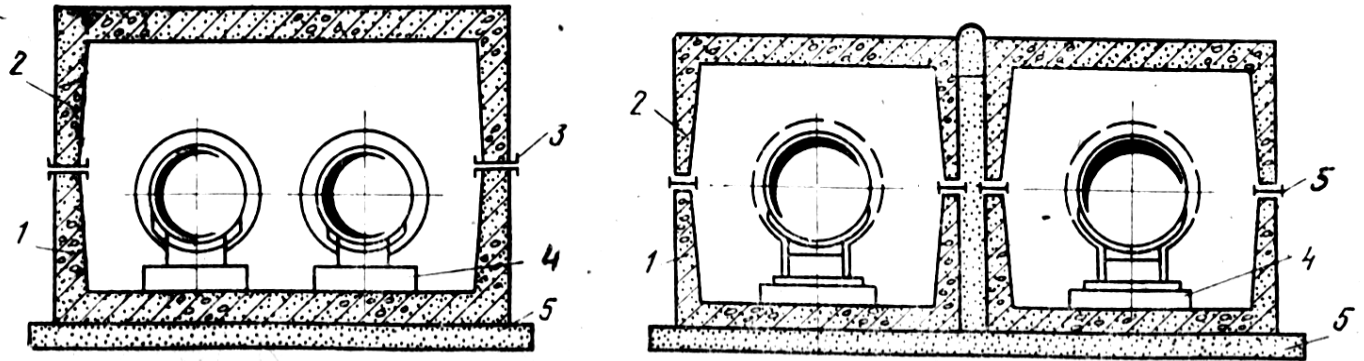


Рис. 29. Сечения непроходного канала

1 и 2 лотковые блоки соответственно нижний и верхний; 3- соединительный элемент с цементной заделкой; 4- опорная плита; 5-песчаная подготовка

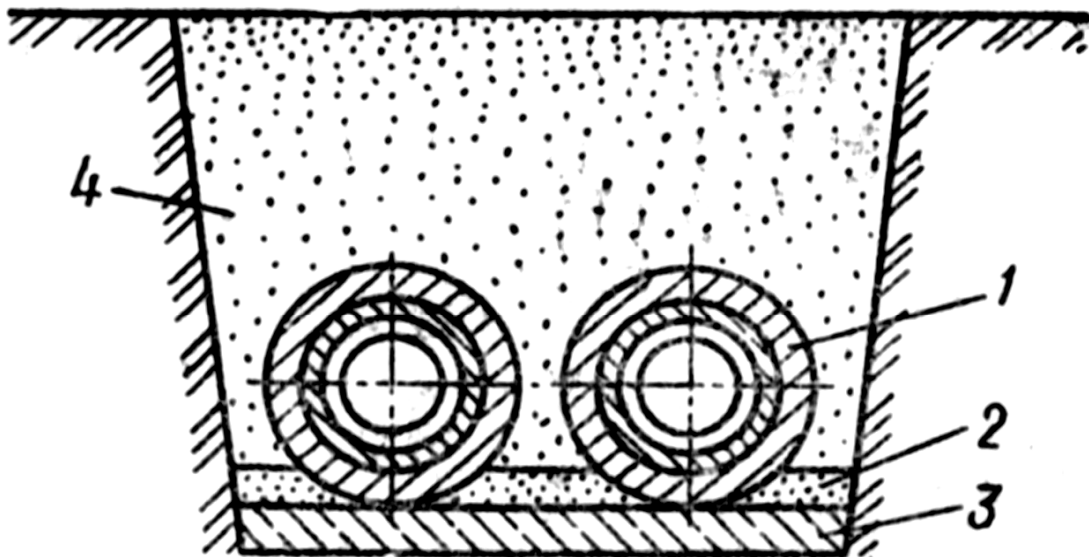


Рис .30. Бесканальная прокладка теплопроводов в монолитных оболочках из армированного пенобетона

1-армопенобетонная оболочка; 2- песчаная подсыпка;3-бетонная подготовка;4-грунт

Подвижные опоры для теплопроводов выполняются скользящими или катковыми (рис.32). Первые применяются обычно в подземных конструкциях, вторые – при надземных прокладках на мачтах и других несущих конструкциях, в

которых нежелательно иметь большие горизонтальные усилия от реакции сил трения в подвижных опорах.

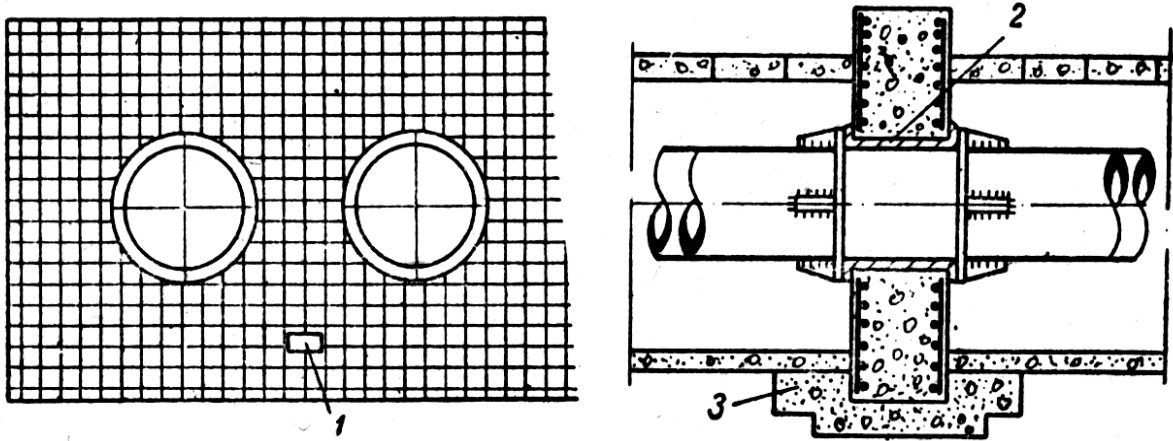


Рис31. Неподвижные опоры
1-дренажное отверстие ; 2- асбест; 3 бетон

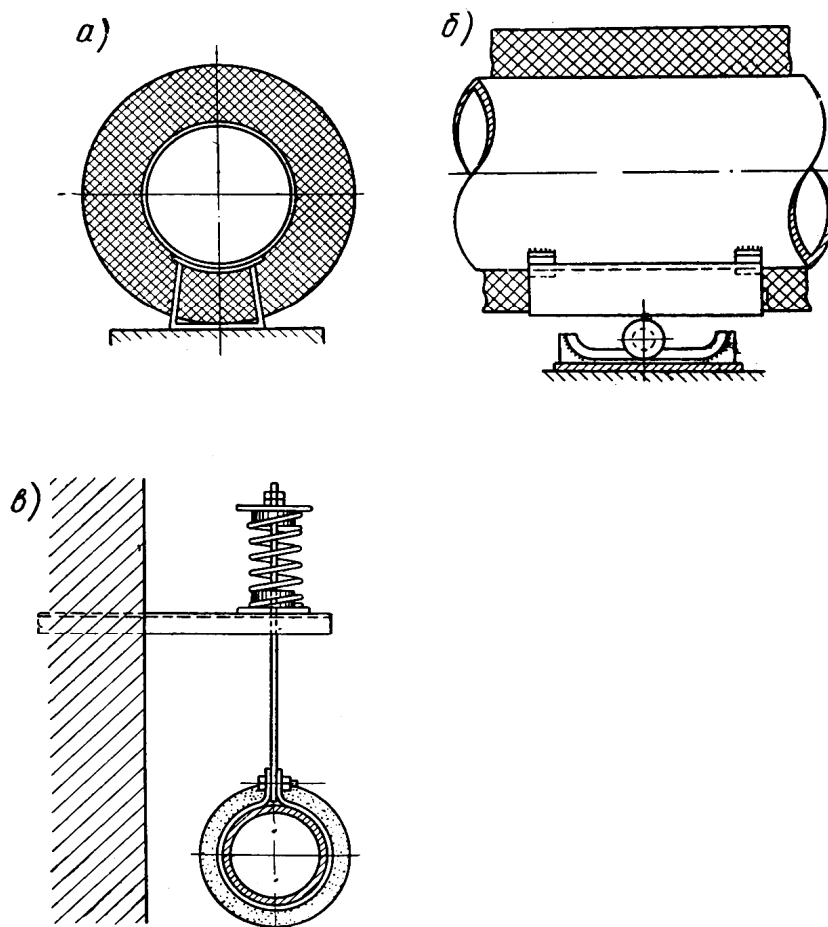


Рис.32.. Подвижные опоры
а-скользящая; б- роликовая; в-подвесная

Трубы под воздействием температуры теплоносителя могут изменять длину. При повышении температуры на 100°C удлинение стальных труб составляет 1,2мм на каждый метр. Для восприятия удлинения труб при нагреве и защиту от разрушающих напряжений применяются специальные компенсирующие устройства.

По принципу работы, компенсаторы подразделяются на: осевые и радиальные. Осевые – к ним относятся волнистые, линзовые и сальниковые (рис.33), они работают вдоль оси трубы.

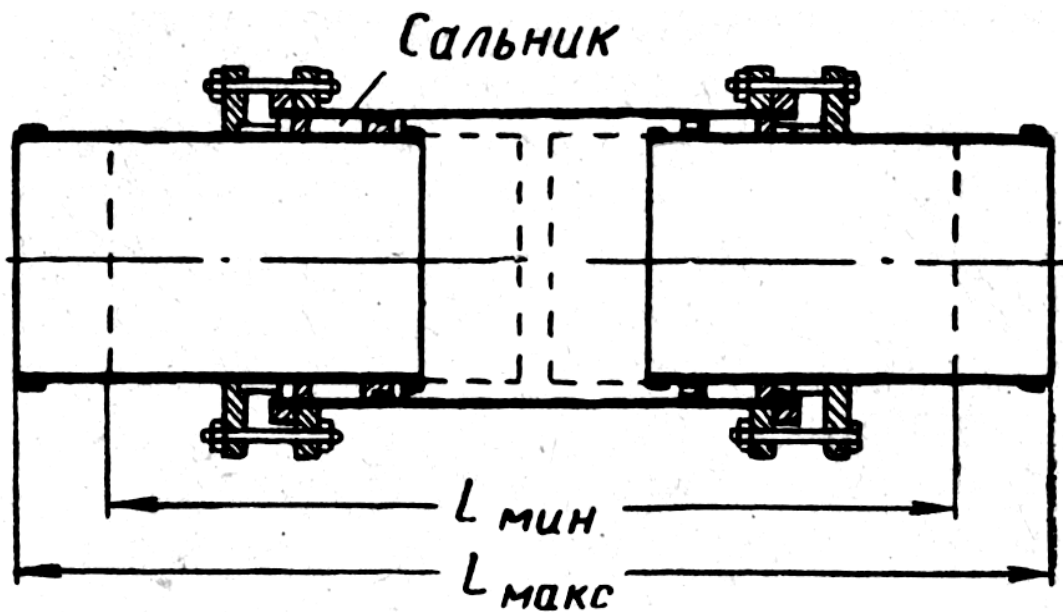


Рис. 33. Сальниковый компенсатор

Радиальные – к ним относятся П-образные, лирообразные и омегаобразные компенсаторы (рис.34), а также естественная компенсация, которая получается за счет конфигурации самой трассы.

Естественная компенсация температурных удлинений достигается на поворотах и изгибах трассы теплопровода за счет гибкости самих труб. Чаще приме-

няются П-образные и сальниковые компенсаторы, показанные на рис. 34. Компенсаторы должны быть расположены на прямолинейном участке тепловых сетей так, чтобы участок компенсации ограничивался двумя неподвижными опорами.

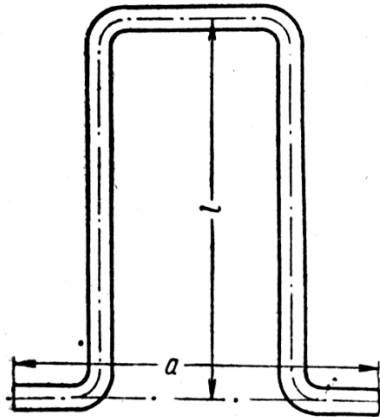


Рис. 34. Гнутый П-образный компенсатор

Для обслуживания тепловых сетей и размещения запорной арматуры на теплопроводах устраивают теплофикационные камеры (колодцы). Вход в камеру закрывается чугунной крышкой, а для удобства спуска обслуживающего персонала в камеру и выхода из нее, в стене заделывают металлические скобы в виде лестницы.

Поверхность трубопроводов должна быть защищена от коррозии. Под коррозией подразумевается постепенное разрушение металла с поверхности, вызываемое электрохимическими или химическими процессами, происходящими под действием окружающей среды.

Трубопроводы тепловых сетей подвержены в основном почвенной коррозии, а иногда подвержены поражению блуждающими токами. Под почвенной коррозией понимают коррозию металлических сооружений, укладываемых в грунт. Главная причина коррозии – влага, содержащая в себе в растворенном состоянии кислоты, соли, щелочи, а также некоторые газы. Коррозии способствует тепловая

изоляция, когда она находится во влажном состоянии. Наружная коррозия приводит к авариям, связанным с перерывами в теплоснабжении.

Для защиты наружной поверхности теплопроводов применяются следующие виды материалов: лаки, мастики и другие.

Для уменьшения потерь теплоты через стенки теплопроводов поверхность их покрывают теплоизоляционными материалами. Кроме того тепловая изоляция уменьшает падение температуры теплоносителя при движении его по теплопроводу, обеспечивая нормальное теплоснабжение.

В качестве тепловой изоляции широко применяют изделия из минеральной ваты. Слой изоляции защищают от увлажнения битумировкой.

6.3.1 Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям. Тепловые пункты.

Теплопотребляющие системы присоединяют к тепловым сетям в тепловых пунктах. Для этого используют две принципиально различные схемы – зависимую и независимую. При зависимой схеме присоединения, вода из тепловой сети поступает непосредственно в системы потребителей. При независимой схеме – вода из сети поступает в теплообменный аппарат, где нагревает вторичный теплоноситель, используемый в системах. Принципиальные схемы присоединения систем отопления к водяной тепловой сети (рис. 35).

1. Зависимое (непосредственное) присоединение системы отопления без смешения (рис. 35 а). По такой схеме присоединяют системы водяного отопления зданий, в которых, либо температура поверхности отопительных приборов не ограничена, либо она соответствует санитарно – гигиеническим требованиям, а также системы воздушного отопления.
2. Зависимое (непосредственное) присоединение с водоструйным элеватором для подмешивания охлажденной воды (рис. 35б). Этот способ присоединения наиболее широко применяется для жилых и общественных зданий до 12 этажей. Простота и надёжность работы элеватора, не требующего, постоянного обслуживания и дешевое оборудование теплового пункта отличают эту схему. Сетевая во-

да из подающего теплопровода поступает после регулятора расхода **8** через патрубок в элеватор **9**. Через переключку в элеватор подсасывается часть охлажденной воды, возвращающейся из системы отопления в обратный теплопровод сети. Смешанная вода с требуемой температурой подается элеватором в систему отопления.

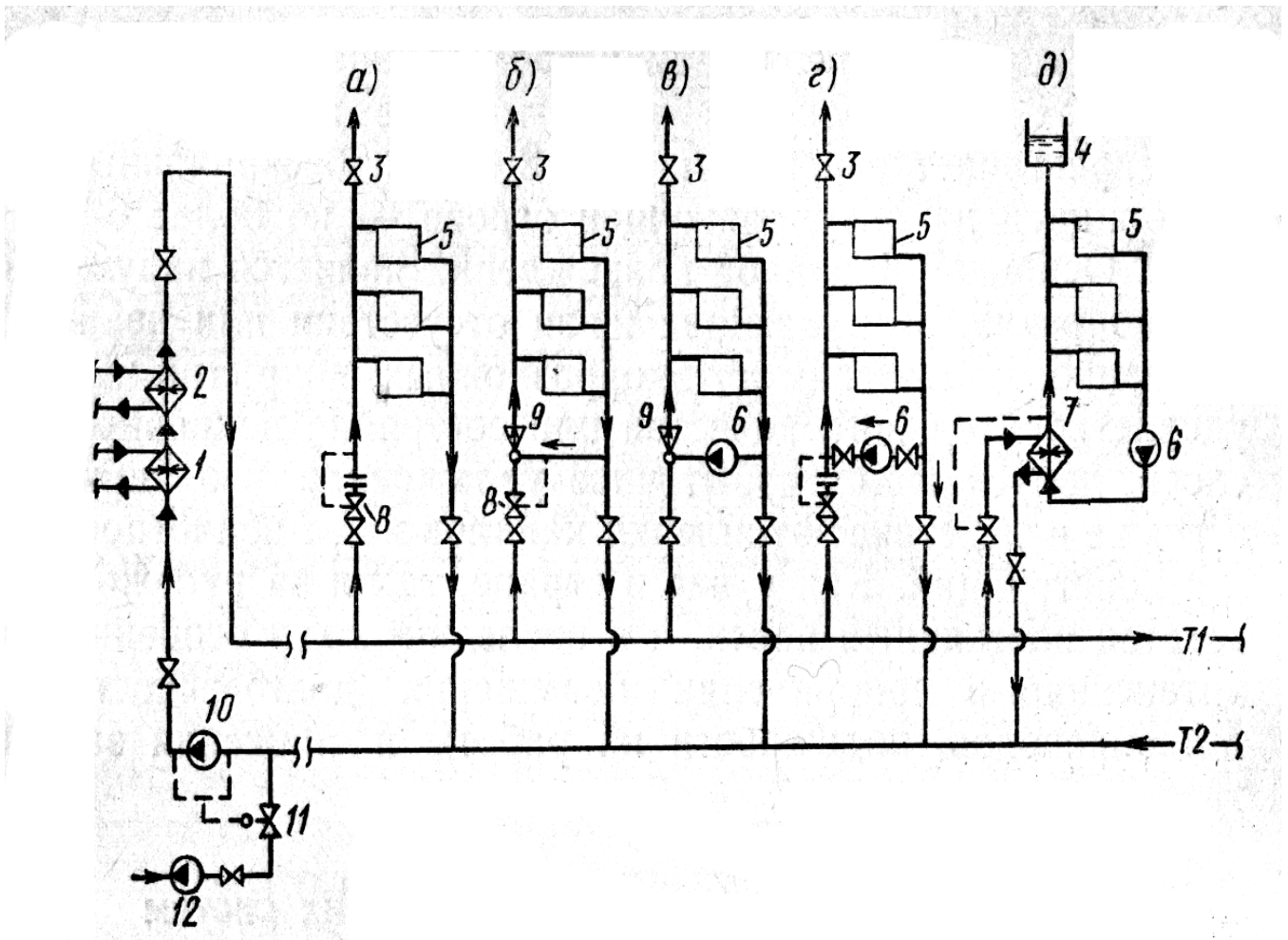


Рис. 35. Схемы присоединения систем отопления к водяной тепловой сети
 E1, T2 –подающая и обратная линия тепловой сети; 2- пиковый котел; 3-воздушный кран; 4-расширительный бак; 5-отопительный прибор; 6- насос; 7- водоподогреватель; 8-регулятор расхода; 9- элеватор; 10- насос; 11-регулятор подпитки; 12-подпиточный насос

3. Зависимое присоединение при совместной установке элеватора и насоса на переключке для подмешивания охлажденной воды (35 в).

Этот вариант позволяет более универсально и надежно осуществлять циркуляцию воды в системе отопления при аварийном отключении от тепловой сети

4. Зависимое присоединение с установкой насоса на перемычке для подмешивания охлажденной воды (рис.35 .г)

Такую схему можно применять вместе с элеваторной схемой, а также в тех случаях, когда разность давлений в подающем и обратном трубопроводах недостаточна для работы элеватора (менее 0,08 – 0,15 МПа)

5. Присоединения по независимой схеме, т.е. с помощью теплообменного аппарата – водонагревателя (рис. 35, д).

Данная схема применяется тогда, когда необходимо гидравлически изолировать местную систему отопления от тепловой сети. Местная система отопления оборудуется при этом расширительным баком, создающим собственное независимое от тепловой сети гидростатическое давление. Может применяться при паровых и водяных сетях.

Тепловые пункты представляют собой узел присоединения потребителей тепловой энергии к тепловым сетям.

Основное назначение теплового пункта заключается в подготовке теплоносителя определенной температуры и давления, регулирования их, поддержания постоянного расхода, учете потребления теплоты.

Согласно СНиП 2.04.07 – 86 тепловые пункты подразделяются на: индивидуальные тепловые пункты (ИТП) – для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоизолирующих установок одного здания и центральные (ЦТП) – то же для нескольких зданий.

Основное оборудование тепловых пунктов состоит из элеваторов, центробежных насосов, теплообменников, смесителей, аккумуляторов горячего водоснабжения, приборов контроля и учета теплоты и устройств для защиты от коррозии и образования отложений накипи в системах горячего водоснабжения.

Главным элементом ИТП (рис. 36) является водоструйный элеватор и, осуществляющий снижение температуры сетевой воды перед системой отопления. Задвижки **5** и **6** служат для отключения системы отопления от тепловой сети, а за-

движки **1** и **9** – для отключения ИТП тепловой сети. Грязевик **2** защищает систему отопления от попадания загрязнений из тепловой сети, а грязевик **7** – для защиты водомера **8**. Регулятор расхода **3** обеспечивает постоянный расход сетевой воды.

В схеме ЦТП (рис. 37) показано двухступенчатое присоединение к магистралям тепловой сети подогревателей горячего водоснабжения первой ступени **6** и второй ступени **1** и присоединение системы отопления к тепловой сети через водоподогреватель **3**. В этой схеме предусмотрены циркуляционный насос **4** для систем отопления, подпиточный насос **5**, регулятор расхода воды **9**, циркуляционный насос системы горячего водоснабжения.

К основному оборудованию тепловых пунктов следует отнести, прежде всего, водоструйные элеваторы и водоподогреватели.

Гидроэлеватор применяют в системе отопления для понижения температуры t_1 сетевой воды, поступающей по подающему теплопроводу, до температуры, допустимой в системе $t_Г$.

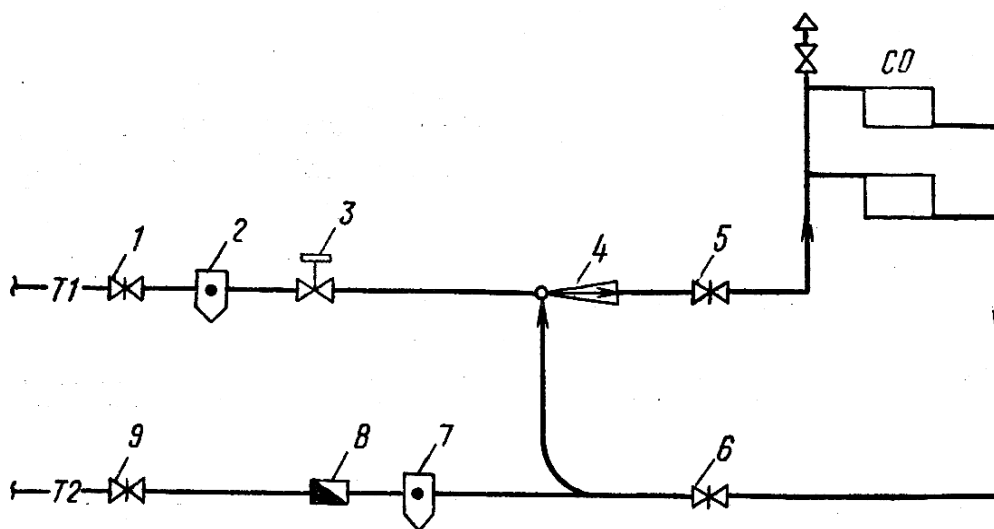


Рис. 36. Схема индивидуального теплового пункта с зависимым присоединением системы отопления
1,5,6,9- задвижки; 2,7- грязевики; 3- регулятор расхода; 4-водоструйный элеватор; 8- водомер;СО-система отопления

Основными частями элеватора (рис. 38) являются: сопло **1**, камера всасывания **2**, камера смешения **3** и диффузор **4**. Работа элеватора основана на использовании энергии воды подающей магистрали тепловой сети, выходящей из сопла со значительной скоростью. При этом статическое давление её становится меньше, чем давление в обратной магистрали, вследствие чего охлажденная вода из обратной

магистрالی подсасывается струёй воды из подающей магистрالی в камеру всасывания.

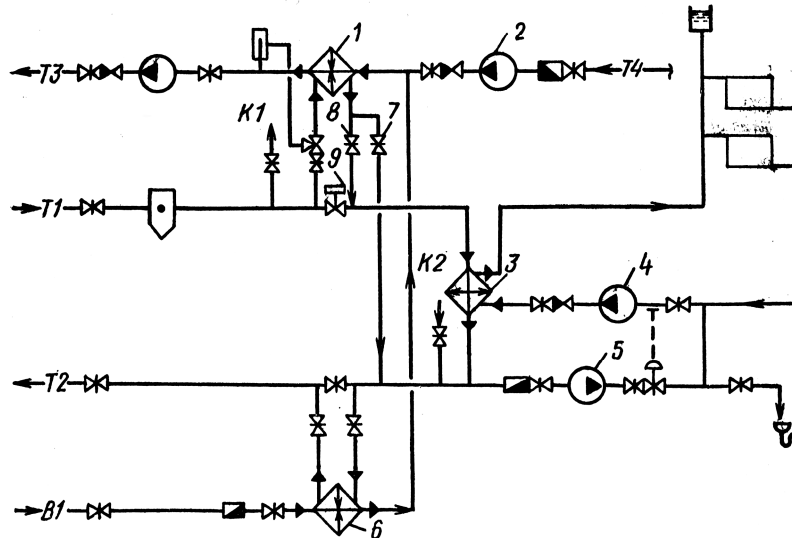


Рис. 37. Схема центрального теплового пункта с независимым присоединением системы отопления и двухступенчатым присоединением водоподогревателей горячего водоснабжения

1- водоподогреватель 11 ступени системы горячего водоснабжения; 2-циркуляционный насос системы горячего водоснабжения; 3-водоподогреватель системы отопления; 4,5- соответственно циркуляционный и подпиточный насосы системы отопления; 6- водоподогреватель 1 ступени системы горячего водоснабжения; 7,8- задвижки; 9- регулятор расхода воды; Т3,Т4 –подающий и циркуляционный трубопроводы системы горячего водоснабжения; В1-трубопровод холодной водопроводной воды; К1 и К2 –сетевая вода к калориферам системы вентиляции и после них

Образовавшийся поток воды поступает в камеру смешения, где выравниваются температуры и скорости, а давление постоянно. В диффузоре скорость потока уменьшается по мере увеличения его сечения, а статическое давление увеличивается. За счет гидростатического давления в конце диффузора **4** и в камере всасывания **2** элеватора создается циркуляционное давление, необходимое для действия систем отопления.

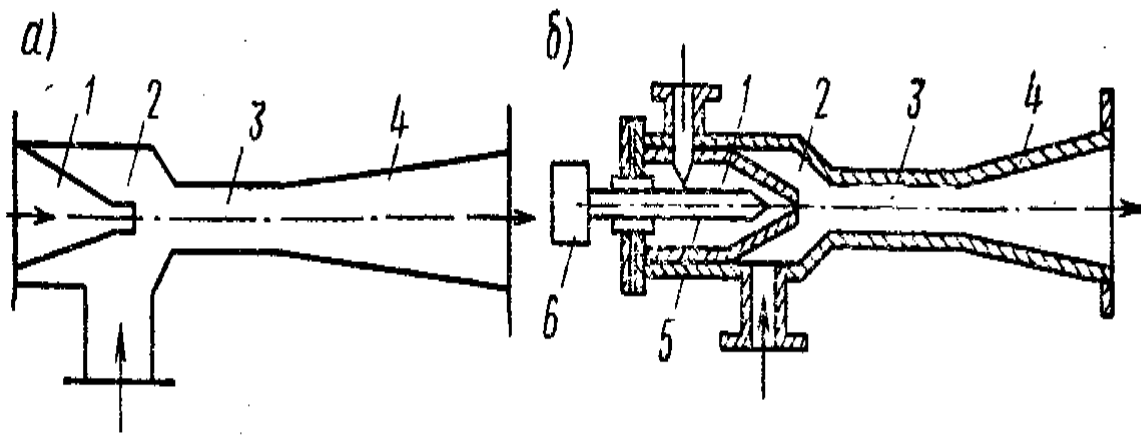


Рис. 38. Схема элеваторов традиционного(а) и с регулируемым сечением сопла (б)
 1-сопло; 2-камера всасывания; 3-камера смешения; 4-диффузор; 5-регулирующая игла; 6- автоматическое устройство регулирующей иглы

Основной расчетной характеристикой для элеватора служит коэффициент смешения U , представляющий собой отношение массы подмешиваемой охлажденной воды G_{Π} к массе воды G_e поступающей из тепловой сети в элеватор.

$$U = \frac{G_{\Pi}}{G_e} = \frac{t_1 - t_{\Gamma}}{t_{\Gamma} - t_0},$$

где t_1 – температура воды, поступающей в элеватор из тепловой сети; e ;

t_{Γ} - температура смешанной воды, поступающей в систему отопления после элеватора; e ;

t_0 – температура охлажденной воды, поступающей из системы отопления.

Определить величину коэффициента смешения необходимо для выявления основного размера элеватора – диаметра горловины d_{Γ} , мм перехода камеры смешения в диффузор (см. рис.).

$$d_{\Gamma} = 87,4 * \sqrt{\frac{G \text{ см}}{1000 * \sqrt{\Delta P_{\text{нас}}}}}$$

где $G \text{ см}$ – количество воды, циркулирующей в системе отопления, кг/ч;

$\Delta P_{\text{нас}}$ – гидравлическое сопротивление системы отопления, Па;

Количество воды, циркулирующей в системе отопления G см, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{\text{см}} = \frac{3,6 \sum Q}{c * (t_{\Gamma} - t_0)} \beta_1 \beta_2,$$

где $\sum Q$ – суммарный расход теплоты на топление, Вт;

c – теплоёмкость воды, кДж/кгК;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых тепловых приборов;

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений;

После подбора серийного элеватора (ВТИ - Мосэнерго), имеющего диаметр горловины, близкий к полученному, можно определить диаметр сопла, d_c :

$$d_c = \frac{d_{\Gamma}}{1 + U}, \text{ мм}$$

Давление p_3 , которое необходимо иметь перед элеватором для обеспечения нормальной его работы, определяется выражением:

$$P_3 = 1,4 * (1 + U)^2 * \Delta P_{\text{нас}}, \text{ кПа}$$

Широко применяются водо – водяные подогреватели систем теплоснабжения, изготавливаемые по ГОСТ 27590-88Е (рис.39)

Корпус подогревателя – стальная бесшовная труба, поверхность нагрева – латунные трубки диаметром 16/14 мм, вальцованные двумя концами в трубные решётки. Длина одной секции составляет 2 мм или 4мм.

В паровых системах теплоснабжения в ЦТП устанавливают скоростные пароводяные подогреватели, изготовленные по ОСТ 271. 105-76 двух и четырёхходовые в однокорпусном исполнении (рис.40).

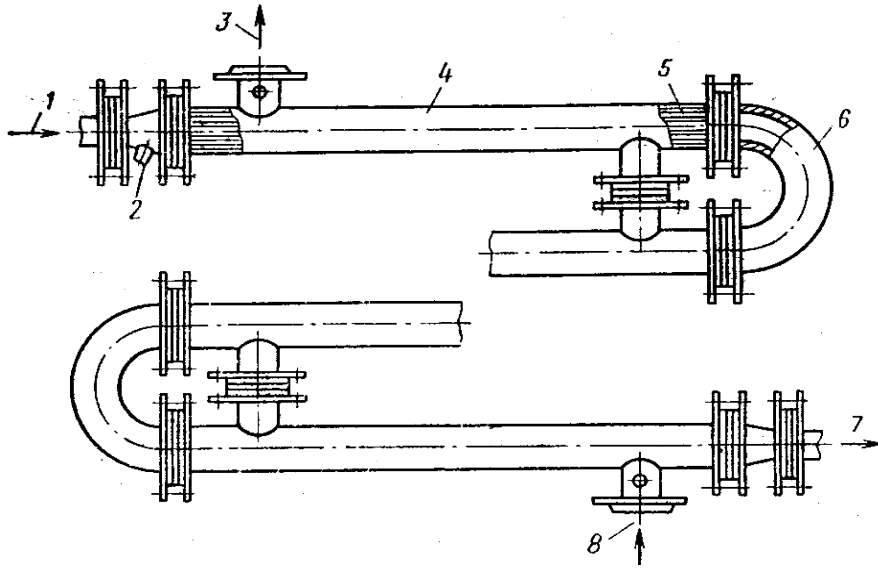


Рис.39. Водно-водяной подогреватель секционный подогреватель
 1-вход нагревающей воды; 2- гильза для ввертывания термореле; 3-выход нагреваемой воды; 4- корпус секции подогревателя; 5-латунные трубки; 6- калач; 7- выход нагревающей воды; 8-вход нагреваемой воды

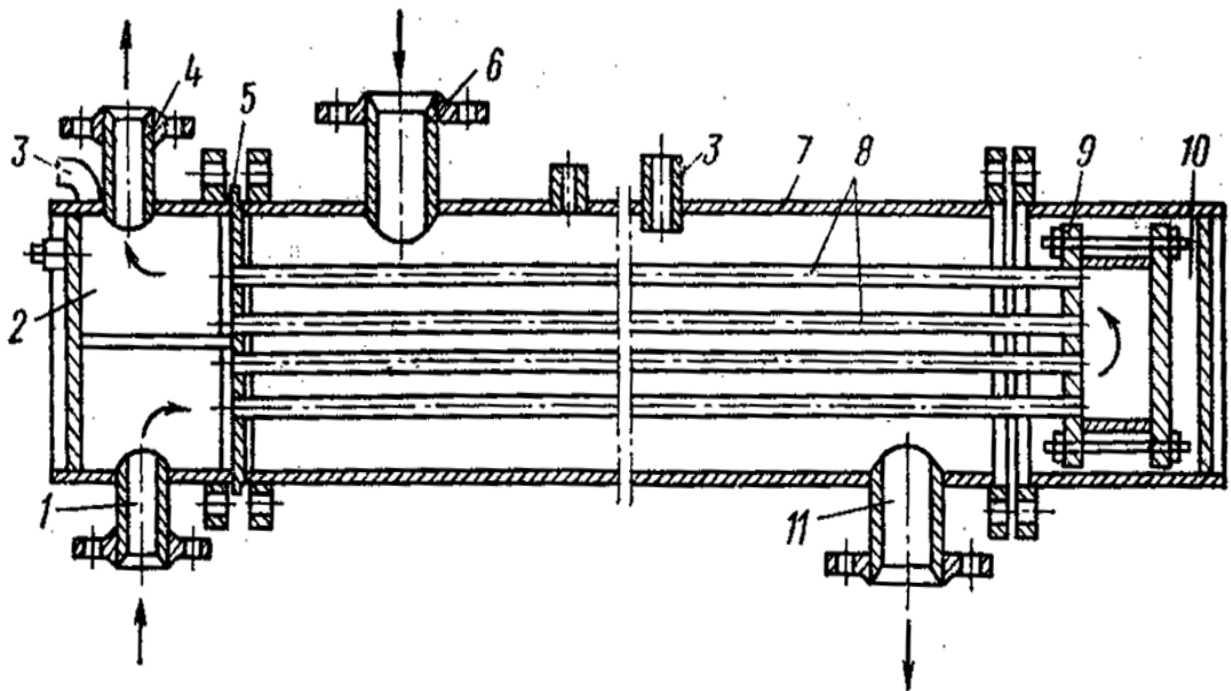


Рис.40. Пароводяной скоростной двухходовой водоподогреватель
1,4-входной и выходной патрубки для нагрева воды; 2,10 –водяные камеры; 3-штуцер для присоединения манометра;5,9- неподвижная и подвижная трубные решетки;6,11 –патрубки для входа греющего пара и выпуска конденсатора;7-корпус погревателя;8-трубный пучок

В ИТП и ЦТП могут быть установлены также ёмкостные подогреватели (рис.41), предназначенные для горячего водоснабжения с периодическим водозабором. В ёмкостных подогревателях в качестве греющего теплоносителя используют пар давлением более 0,07 МПа.

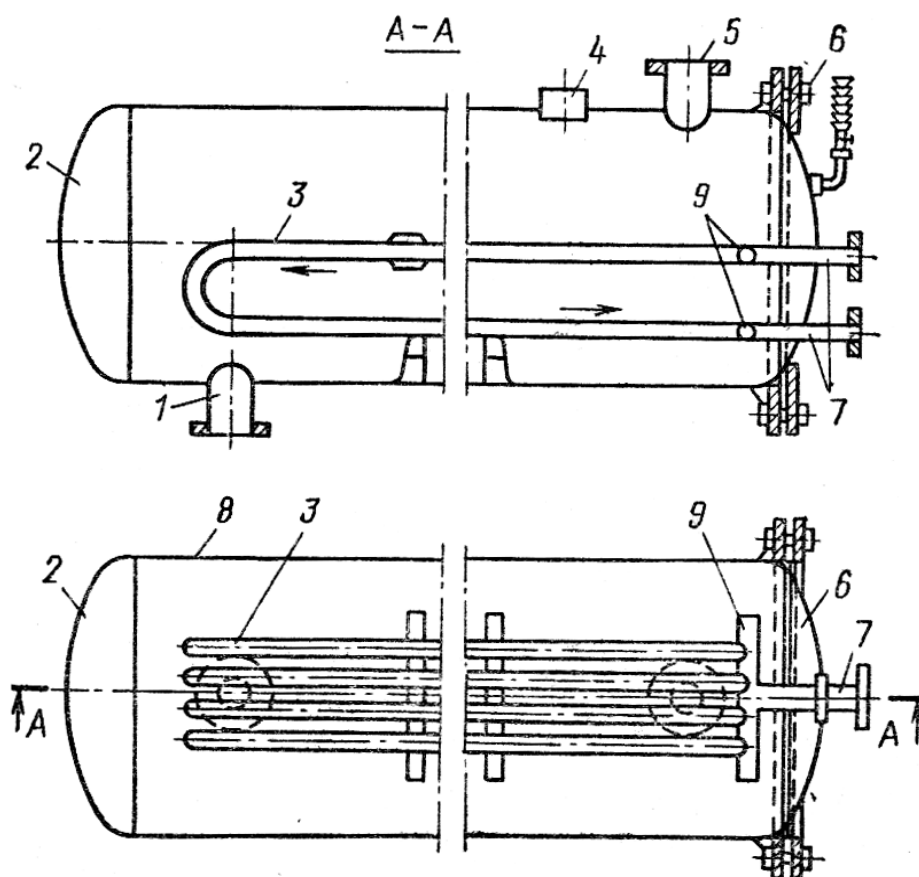


Рис.41 Ёмкостной пароводяной подогреватель
1-патрубок для поступления воды; 2- днище; 3- змеевик; 4- место присоединения предохранительного клапана; 5- патрубок для выхода горячей воды; 6- крышка ; 7- патрубки; 8-корпус; 9- коллектор

7. Горячее водоснабжение.

Горячая вода расходуется на коммунально-бытовые и производственные нужды. К коммунально-бытовым потребителям воды относят жилые дома и общежития, гостиницы и пансионаты, больницы, дома отдыха, детские сады и ясли и

др. К производственным потребителям воды относят, прежде всего, предприятия, потребляющие горячую воду на технологические нужды.

Системы горячего водоснабжения могут быть централизованные и местные.

Централизованными системами горячего водоснабжения называются такие, где приготовление горячей воды происходит в каком-то центре, а расход её может производиться у целого ряда потребителей, расположенных вне этого центра.

Местными системами горячего водоснабжения называются такие, где приготовление горячей воды и её потребление происходит в одном месте.

К централизованным системам горячего водоснабжения относятся:

- а) Системы с приготовлением горячей воды в тепловых пунктах, присоединяемых к тепловым сетям или с непосредственным водозабором из тепловой сети;
- б) Системы с приготовлением горячей воды в теплообменниках, установленных в котельных, баках – аккумуляторах, непосредственно в водогрейных котлах.

Вода из тепловой сети подается в скоростной водонагреватель – теплообменник и нагревает водопроводную воду до температуры $t = 55^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$, которая поступает к потребителям (ванны, души, умывальники, мойки) (рис. 42).

При непосредственном водозаборе из тепловой сети вода берётся из подающей и обратной линии тепловой сети, после смешивания их до $t = 60^{\circ}\text{C}$ подается в сеть горячего водоснабжения (рис.43).

Если теплоносителем в тепловых сетях является пар, системы горячего водоснабжения в отдельных зданиях могут быть выполнены по одной из следующих схем: нагрев воды в пароводяных теплообменниках; в баках со змеевиками, в которых конденсируется пар, и непосредственным выпуском пара в нагреваемую воду через перфорированные трубы или эжекторы.

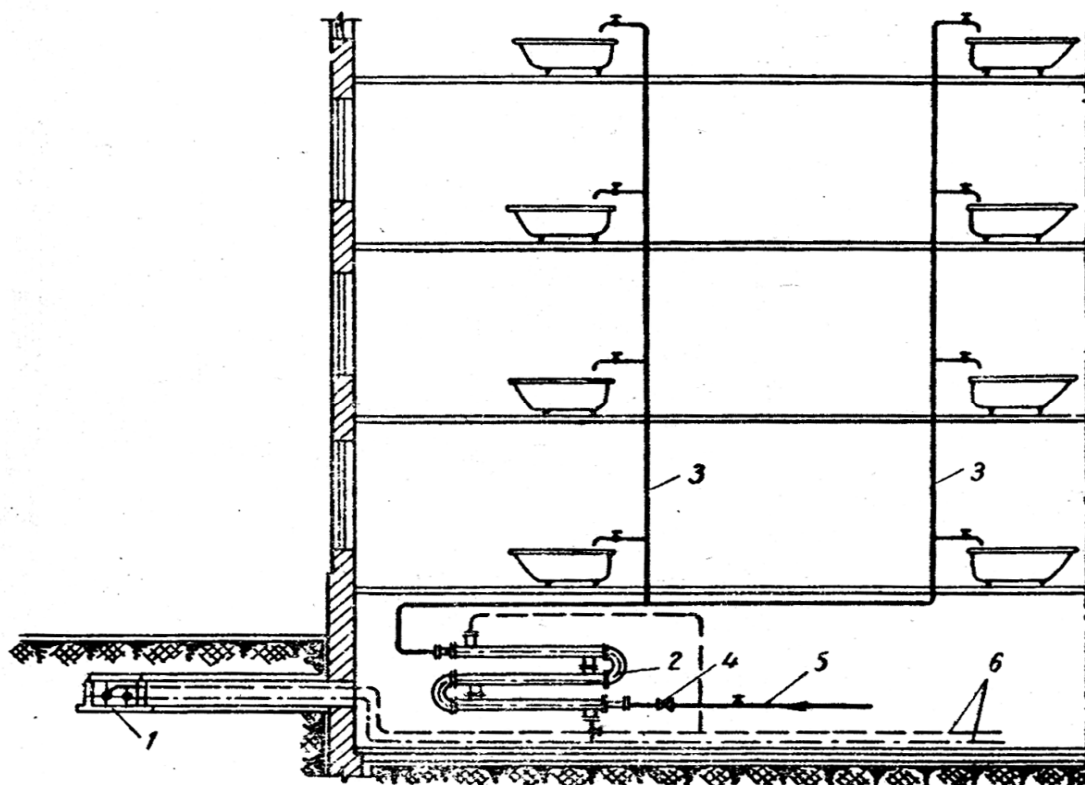


Рис. 41. Схема горячего водоснабжения от тепловой сети с присоединением через водонагреватель

1-канал теплопроводов; 2- скоростной водонагреватель; 3-сеть горячего водоснабжения; 4- обратный клапан; 5-водопровод; 6- трубопроводы к системе отопления здания

. В первом случаи на вводе паровых тепловых сетей устанавливается скоростной поверхностный водонагреватель – теплообменник, в который пар подается в межтрубное пространство, а по трубкам проходит нагреваемая вода из водопровода.

При сооружении котельных, в которых пар требуется для технологических нужд и нужд вентиляции, приготовление горячей воды осуществляется при помощи пара в пароводяных теплообменных аппаратах. В крупных установках применяется скоростные подогреватели, а в мелких – емкие водонагреватели – бойлеры.

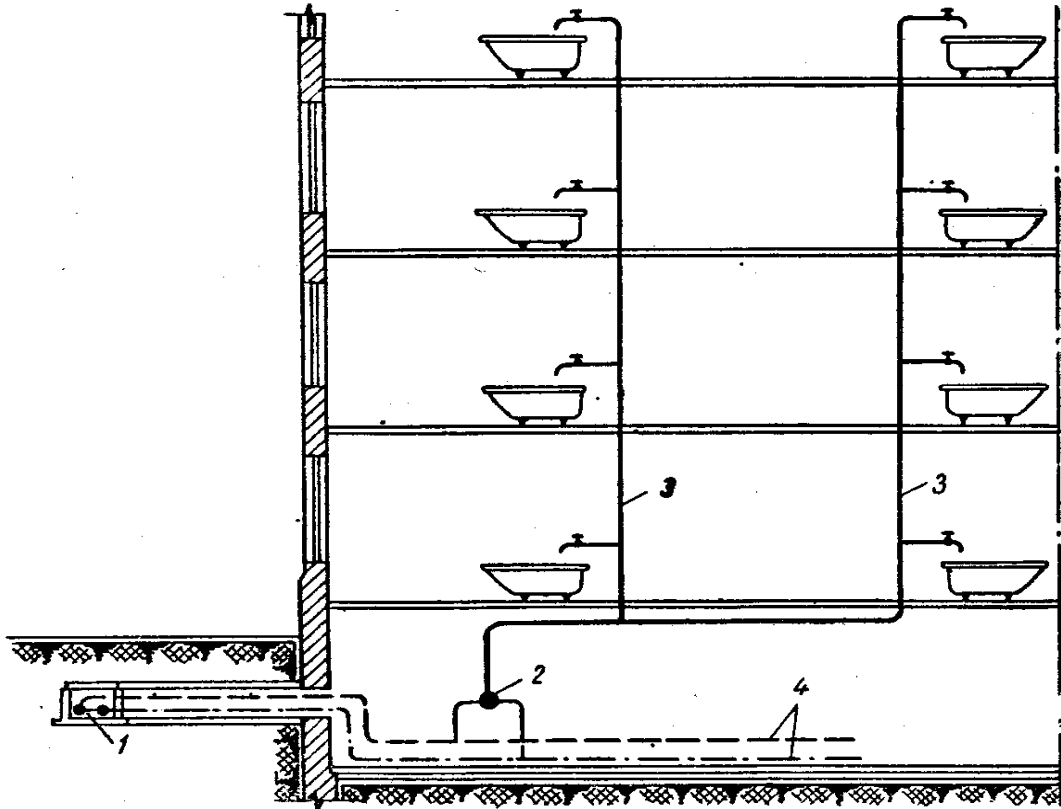


Рис. 42. Схема горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором из тепловой сети

1-канал теплопроводов; 2—смеситель; 3-сеть горячего водоснабжения; 4-трубопроводы к системе отопления здания

Емкий водонагреватель (рис. 41) устроен в виде круглого металлического бака, в нижней части которого размещен змеевик, куда подается пар. Пар, конденсируясь в змеевике, отдает свое тепло нагреваемой воде. Вода из водопровода подается в нижнюю часть бойлера, нагревается в нем и под давлением водопровода подается к водоразборным кранам горячей воды. Установка емкого бойлера (являющегося аккумулятором) обеспечивает сглаживание пиковых нагрузок расхода горячей воды.

К местным системам горячего водоснабжения относятся:

- а) Газовые водонагреватели;
- б) Электронагреватели различных типов;

8. Вентиляция и кондиционирование воздуха.

8.1. Гигиенические основы вентиляции.

Атмосферный воздух является смесью нескольких газов и паров воды. Приземный слой атмосферного воздуха и используемый в системах вентиляции, имеет следующий газовый состав (по объёму, %): азот – 78.1, кислород – 20.9, углекислый газ – 0.03. В небольшом количестве (около 0.95%) в воздухе присутствуют инертные газы: аргон (0.93%), неон, гелий, криптон.

К числу основных характеристик воздушной среды, влияющих на самочувствие, работоспособность, жизнедеятельность и здоровье человека, относятся химический состав воздуха; метеорологические условия (температура, влажность, подвижность воздуха, барометрическое давление); биологические характеристики (содержание пыли, наличие в воздухе помещений микроорганизмов).

Задачей вентиляции помещений является поддержание в них благоприятного для человека состояния воздушной среды в состоянии с нормируемыми ее характеристиками.

Химический состав воздуха помещений зависит от длительности пребывания в них людей, работы технологического газвыделяющего оборудования. Предельно допустимое содержание (концентрация) различных вредных газов и паров (ПДК), установленное исследованиями приводится в ГОСТ 12.1.005-76.

При дыхании человек поглощает из воздуха кислород и выделяет углекислый газ. В результате воздушная среда обедняется кислородом, обогащается углекислым газом CO_2 . И то и другое для человека вредно, особенно при больших концентрациях CO_2 (свыше 3-4 % по объёму).

Нормирование метеорологических условий в помещениях тесно связано с теплообменом между человеческим организмом и окружающей средой, происходящим за счет теплопроводности, конвекцией, лучеиспусканием, а также в результате испарения влаги с кожных покровов и при выдыхании. По первым трем каналам происходит обмен явной теплотой, в последнем случае вместе с влагой воздух получает скрытую теплоту.

На конвективную теплоотдачу человека существенно влияет подвижность воздуха. С увеличением ее от 0.1 до 0.6 м/с теплоотдача возрастает вдвое. С повышением температуры воздуха снижается его относительная влажность. Увеличивается влаговыделение человеком, растет отдача скрытой теплоты. При испарении 1 г влаги человек теряет 0.056 Вт.

Интенсивность теплообмена человека с окружающей средой определяется совокупностью всех метеорологических факторов: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха. Одному и тому же ощущению тепла или холода могут отвечать различные комбинации из значений.

Нормирование метеорологических параметров воздуха в закрытых помещениях производится на основе обобщения опытных данных о тепловом ощущении людей, зависящем от удельного количества теплоизбытков в помещениях, времени года, характера деятельности, длительности пребывания в них людей, а также от других факторов.

Нормативные метеорологические параметры воздушной среды в помещениях различного назначения приведены в ГОСТ 12.1.0005- 88ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных отношений».

Необходимые параметры воздушной среды в помещениях поддерживаются системами отопления, вентиляции и кондиционирования.

8.2. Способы поддержания требуемого состояния воздушной среды. Классификация вентиляционных систем.

Выбор способа поддержания необходимых параметров воздушной среды в помещениях определяется многими факторами: назначением помещений, режимом работы и характером выделяющихся вредностей в них, количеством и расположением рабочих мест, оборудования и др.

В зависимости от выбранного способа, определяющего принцип действия систем и их конструктивное оформление, различают вентиляцию общеобменную, местную и локализирующую.

При общеобменной вентиляции происходит разбавление вредностей во всем объеме помещения за счет притока свежего воздуха, который, проходя по помещению, ассимилирует выделяющиеся вредности и затем выбрасывается наружу. Количество подаваемого вентиляционного воздуха (воздухообмен) рассчитывается на разбавление выделяющихся вредностей до допустимых на рабочих местах концентраций.

Основным показателем для выбора этого способа является расположение мест нахождения людей и возможных источников выделения вредностей по всей или по значительной площади помещений (рис.42) Недостаток способа – неодинаковость санитарно- гигиенических условий воздушной среды в разных местах помещений.

Системы локализирующей вентиляции обеспечивают улавливание вредностей в местах их выделения и удаления наружу через местные отсосы. При этом исключается распределение вредностей по помещению. Локализирующая вентиляция широко применяется на промышленных предприятиях.

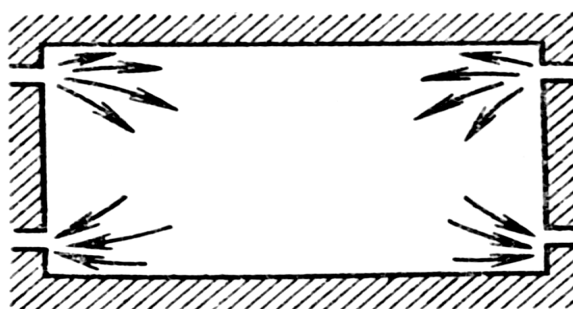


Рис. 42.Схема общеобменной системы вентиляции

В качестве местных отсосов в системах локализирующей вентиляции применяют вытяжные шкафы (Рис.43 б), зонты (Рис.43 а). В случаях, когда по технологическим требованиям источник вредностей нельзя укрыть (ванны и др.), устраивают бортовые отсосы со значительной скоростью всасывания у края ванны (Рис.43 г), ванны-передувки, снижающие объем отсоса, но требующие организации притока (Рис.43 д). При неравномерном выделении значительных объемов вредностей целесообразно применение емких ширм (Рис.43 в).

Для поддержания необходимых условий воздушной среды только на рабочих местах применяются системы местной вентиляции: воздушный душ, воздушный оазис. Воздушный душ (рис.44) – это струя воздуха с нужными параметрами, накрывающая рабочее место. Он эффективен при воздействии на людей лучистой теплоты, например, от печей, раскаленного металла и др. Эффект воздушного душирования зависит от правильности назначения соответствующих скоростей и температуры воздуха в струе.

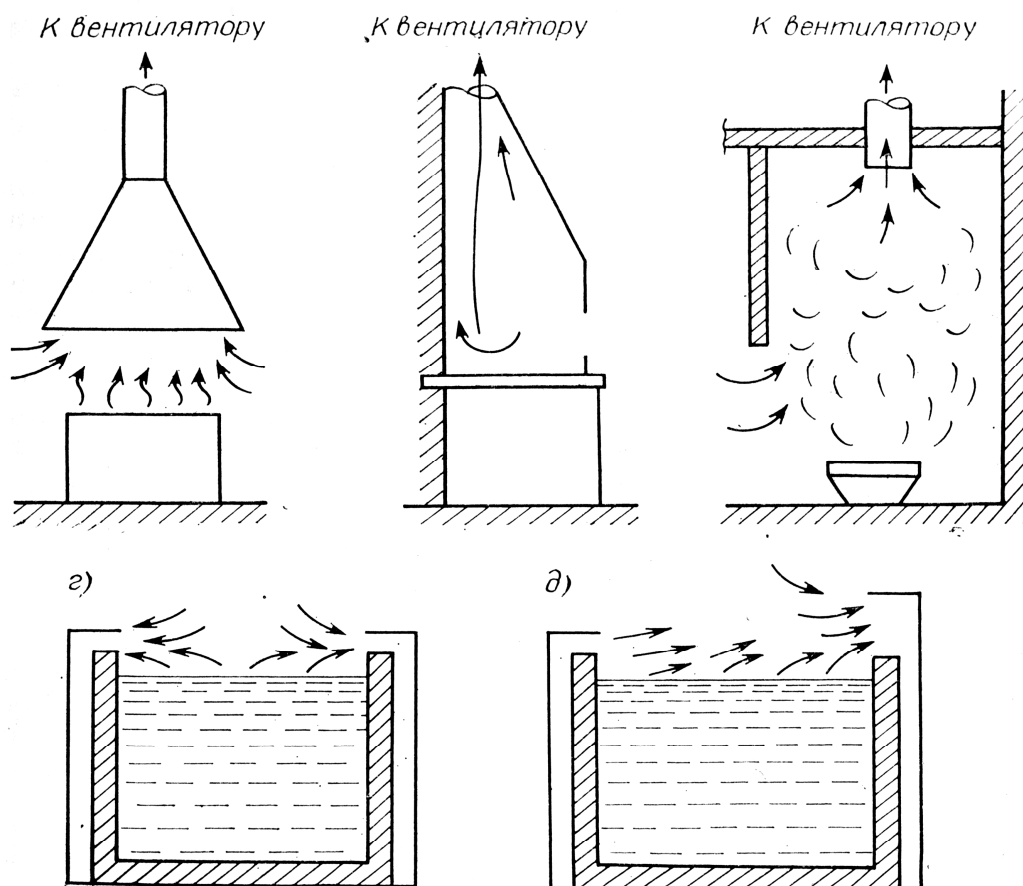


Рис. 43 Местные отсосы

Воздушный оазис – это часть помещения, в котором за счет местного притока свежего воздуха обеспечиваются благоприятные параметры воздушной среды при наличии неблагоприятных условий в остальном объеме помещения.

Разновидностью местных систем являются также воздушные завесы у входов в помещения для предотвращения врывания в них холодного наружного воздуха.

По используемому источнику энергии для перемещения воздуха системы могут быть с естественными (естественная вентиляция) и искусственными (система механической вентиляции) источниками побуждения движения воздуха.

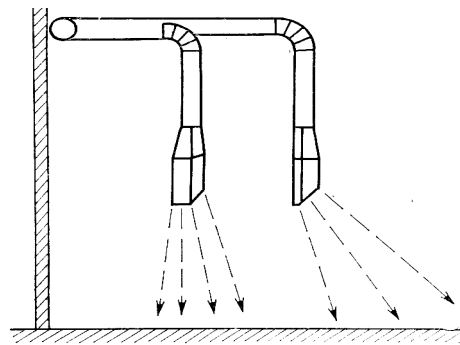


Рис. 44. Воздушный душ

В качестве системы естественной вентиляции наиболее часто применяются гравитационные системы, основанные на использовании разных плотностей наружного и внутреннего воздуха. К гравитационным системам относятся аэрация, гравитационные канальные системы.

По организации воздухообмена в помещениях вентиляционные системы подразделяются на приточные и вытяжные. Первые нагнетают чистый воздух в помещения, вторые удаляют загрязненный воздух в атмосферу.

8.3. Определение расчетных расходов воздуха в системах вентиляции.

Принцип действия общеобменной вентиляции заключается в том, что с помощью вентиляционного воздуха, выделяющиеся в помещение вредности (термоизбытки, газа, пары и др.) удаляются наружу. Количество подаваемого в помещения воздуха (расчетный воздухообмен) должно обеспечивать разбавление выделяющихся вредностей до допустимых концентраций, а так же поддержание допустимых метеорологических параметров воздушной среды на рабочих местах.

Для общественных и жилых зданий воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \pm nV, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где n – кратность воздухообмена, показывающая, сколько раз в течение часа обновляется воздух в помещении. Кратность воздухообмена в помещениях определяется по СНиПам.

V – объем помещения, м^3 .

Воздухообмен для производственных помещений определяется по фактическим данным. За расчетный воздухообмен принимается наибольшее из значений, полученных при подсчете необходимого воздухообмена для борьбы с выделениями теплоты, влаги, вредных газов, паров и пыли.

Определение воздухообмена для удаления избыточной теплоты.

При выделении в помещения избыточной явной теплоты воздухообмен определяется из выражения

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{0.28C_{\text{в}}(t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})\rho_{\text{в}}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $Q_{\text{изб}}$ - избыточный тепловой поток, Вт;

$C_{\text{в}}, \rho_{\text{в}}$ - соответственно теплоемкость, кДж/кгК и плотность воздуха, кг/м³;

$t_{\text{ух}}, t_{\text{пр}}$ - температуры уходящего и приходящего воздуха, °С.

Избыточное количество теплоты в помещениях, подлежащее удалению вентиляцией, определяется выражением

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{выд}} - Q_{\text{пот}},$$

где $Q_{\text{выд}}$ - тепловой поток, выделяемый в помещение различными источниками: тепlopоступления от людей; солнечной радиацией; искусственное освещение; электродвигателей; поверхностей технологического оборудования, через загрузочные проемы промышленных печей и др.

$Q_{\text{пот}}$ - тепловой поток, теряемый через наружные ограждения.

Определение воздухообмена при борьбе с вредными газами, парами и пылью.

Содержание газов, паров и пыли в воздухе помещений не должно превышать предельно допустимых концентраций, поэтому необходимое количество воздуха для борьбы с газами составляет

$$L = \frac{G_{\Gamma}}{X_1 - X_2}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где G_{Γ} - количество газа, выделившегося в помещении, мг/ч;

X_1, X_2 - предельно допустимая концентрация (ПДК) газа в помещении и концентрация газа в наружном воздухе, мг/м³.

По этой же формуле определяется воздухообмен при борьбе с пылью.

Количество выделяющихся газов, паров и пыли получают, как правило, на основании экспериментальных данных.

Определение воздухообмена при борьбе с влаговыделениями.

Воздухообмен рассчитывается по формуле

$$G = \frac{G_{\text{вл}}}{d_2 - d_1}, \text{ кг/ч}$$

где $G_{\text{вл}}$ - количество водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;

d_2 и d_1 - влагосодержание воздуха, соответственно удаляемого из помещения и приточного, г/кг.с.в;

Нормами не предусматривается допустимое влагосодержание воздуха, а даются значения относительной влажности и температуры в помещении, по которым и определяется влагосодержание по диаграмме.

Подбирать вентиляционное оборудование следует на требуемую наибольшую его производительность, выявляемую из сопоставления данных, полученных для холодного, переходного и теплого периодов. Общее количество воздуха приточного свежего воздуху обычно должно равняться суммарному, удаляемому из здания.

8.4. Нагревание воздуха в системах вентиляции. Воздушное отопление.

В холодный и переходный периоды года возникает необходимость в нагревании забираемого снаружи вентиляционного воздуха. При отсутствии в вентилируемых помещениях теплоизбытков приточный воздух подогревают до температуры, равной нормированной температуре внутреннего воздуха помещений. При наличии в помещениях теплоизбытков температура приточного воздуха должна быть ниже расчетной температуры воздуха в помещениях для обеспечения ассимиляции теплоизбытков. Если же отопление совмещено с приточной вентиляцией, то температура приточного воздуха должна быть выше температуры воздуха в помещениях для обеспечения отопления.

Расход теплоты на нагревание приточного воздуха вычисляется по формуле

$$Q = C\rho_v V(t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \text{ кВт}$$

где C_v - теплоемкость воздуха, кДж/кгК;

ρ_v - плотность воздуха, кг/м³;

V - расчетный расход воздуха, м³/с

$t_{\text{нач}}$ и $t_{\text{кон}}$ - температуры воздуха соответственно до и после нагревания, °С.

В системах механической вентиляции нагревание приточного воздуха, как правило, осуществляется калориферами. По виду теплоносителя различают калориферы водяные, паровые и электрические. В свою очередь водяные и паровые калориферы подразделяются по виду поверхности на гладкотрубчатые и ребристые, по характеру движения теплоносителя – на одноходовые и многоходовые. По количеству рядов труб выпускаемые калориферы делятся на две модели: среднюю (С) с тремя рядами труб и большую (Б) - с четырьмя рядами.

Основные элементы конструкции калориферов показаны на рис.45. . Теплоноситель (вода или пар) поступает через штуцер 1, проходит по трубкам 4 и удаляется через штуцер 5. Нагреваемый воздух обтекает внешние поверхности труб. По ходу движения воздуха трубки в калориферах могут располагаться в коридорном или в шахматном порядке. В последнем случае обеспечиваются лучшие условия теплопередачи, однако, вместе с этим возрастает и сопротивление движения воздуха.

Расчет и конструирование калориферной установки сводятся к определению необходимой площади теплоотдающей поверхности, числа калориферов и варианта их установки, а также способа подключения к трубопроводам теплоносителя.

Требуемая площадь поверхности нагрева калориферов определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{K(t_T - t_B)}, \text{ м}^2$$

где Q - расход теплоты на нагрев воздуха, Вт;

K - коэффициент теплопередачи калориферов, Вт/м²К;

t_T, t_B - средние температуры соответственно теплоносителя и воздуха, °С.

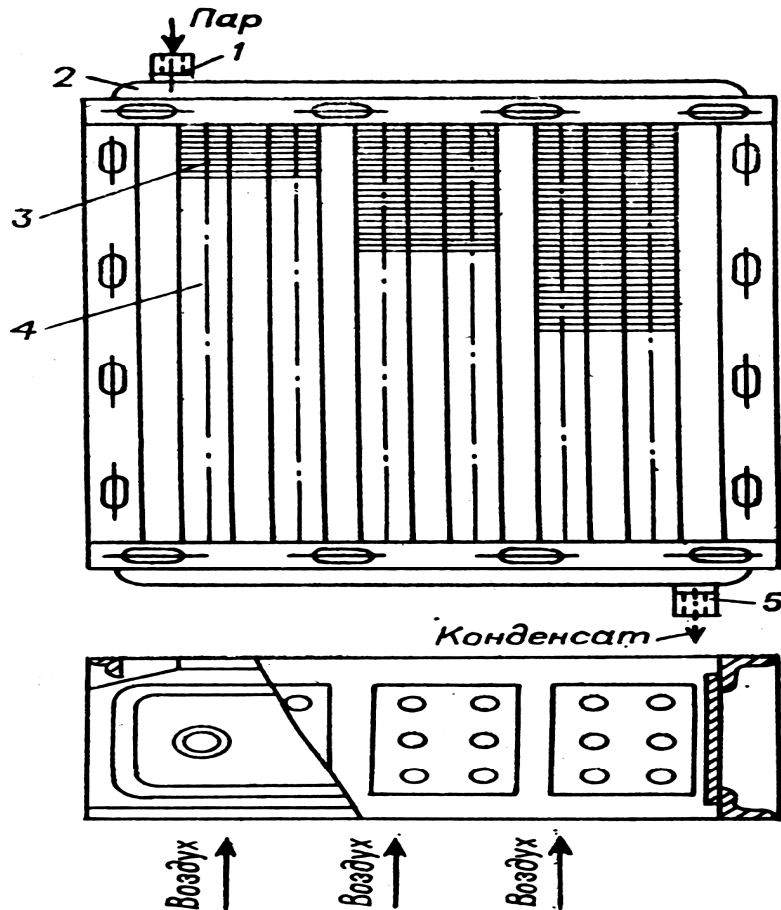


Рис.45 Калорифер стальной пластинчатый КФС

1-штуцер; 2-металлическая коробка (распределительная); 3-пластины ребра; 4- трубки для теплоносителя; 5- штуцер

Воздушное отопление позволяет обеспечить при помощи одного устройства и отопление, и вентиляцию, что в ряде случаев приводит к снижению строительных затрат и одновременно обеспечивает высокие санитарно-гигиенические условия воздушной среды помещений. К другим достоинствам систем воздушного отопления относятся: малая инерционность, более равномерное распределение температур в рабочей зоне крупногабаритных помещений. Указанные достоинства способствуют распространению систем воздушного отопления в промышленных и других зданиях.

Недостатки воздушного отопления: большие размеры воздуховодов для транспортировки воздуха и значительные потери тепла при этом.

По общему компоновочному решению, месту приготовления воздуха и способу его раздачи в отдельные помещения различают:

- системы централизованного воздушного отопления с приготовлением воздуха в нагревательном центре и последующей раздачей по помещениям через сеть воздуховодов;
- системы местного отопления, использующие воздушно-отопительные агрегаты, предназначенные для отдельных помещений, в которых эти агрегаты обычно устанавливаются.

Центральные системы подразделяются на рециркуляционные, прямоточные (Рис.46). В рециркуляционных системах воздух, забираемый из помещений, после нагревания в калорифере вновь возвращается в них для отопления.

В прямоточных системах используется только наружный воздух. В комбинированных системах используется смесь наружного и рециркуляционного воздуха. Прямоточные и комбинированные системы обеспечивают вентиляцию и отопление, поэтому могут быть названы системами отопления, совмещенными с вентиляцией.

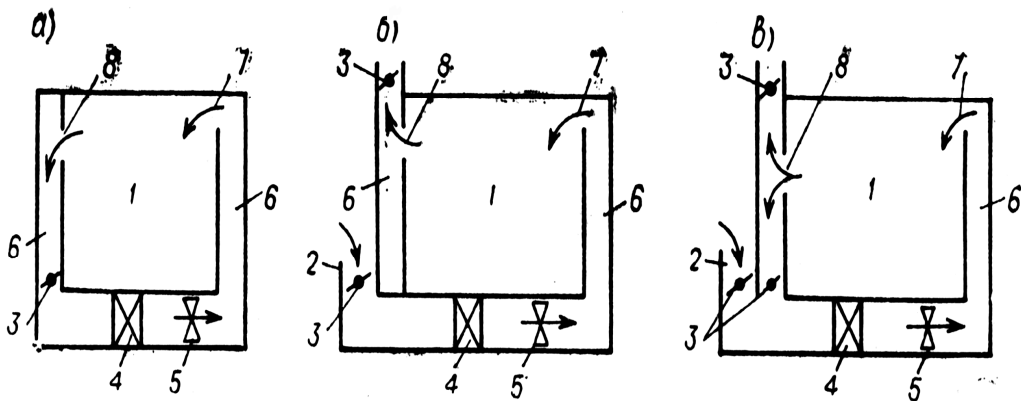


Рис. 46. Схемы центральных систем воздушного отопления
 а-рециркуляционная; б-прямоточная; в-комбинированная;
 1-помещения; 2-забор наружного воздуха; 3-регулирующие клапаны; 4-калориферы; 5-вентиляторы; 6-воздуховоды; 7-приточные отверстия; 8-вытяжные отверстия

8.5. Воздушные завесы.

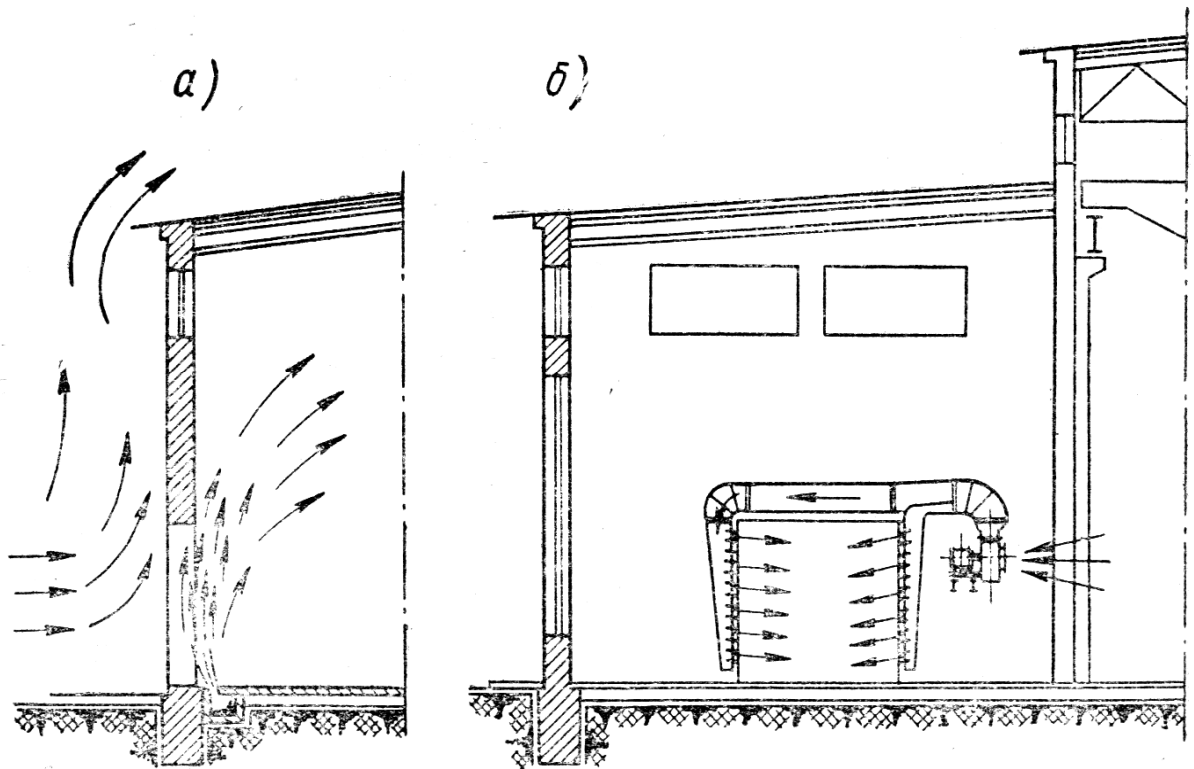


Рис. 47. Воздушные завесы у ворот производственных помещений
а-с нижней подачей воздуха ;б-с двухсторонней боковой подачей воздуха

8.6. Естественная вентиляция.

Естественная вентиляция помещений может быть неорганизованная – инфильтрация, организованная бесканальная – аэрация и организованная канальная – с движением воздуха по каналам.

Инфильтрация. Все ограждающие строительные конструкции здания являются воздухопроницаемыми за счет пористости материалов и неплотности оконных и дверных проемов.

Проникновение наружного воздуха в помещение через пористость материалов и неплотности ограждающих конструкций называется инфильтрацией.

Количество наружного воздуха, поступающего в помещение за счет инфильтрации, зависит от количества и конструкции окон и дверей, пористости материалов ограждающих конструкций, а также от скорости ветра и разности внутренней и наружной температуры воздуха. Следовательно, инфильтрация создает вентиляцию помещения естественным путем. Количество воздуха, поступающего в помещение, нельзя регулировать, поэтому этот вид вентиляции носит название естественной, неорганизованной.

Естественная канальная вентиляция. Естественное движение воздуха по каналам происходит за счет гравитационных (весовых) сил, возникающих при разности воздуха помещений. На этом принципе устраивается вытяжная канальная вентиляция.

Вытяжная естественная канальная вентиляция осуществляется преимущественно в жилых и общественных зданиях, где небольшой воздухообмен. (Рис.48).

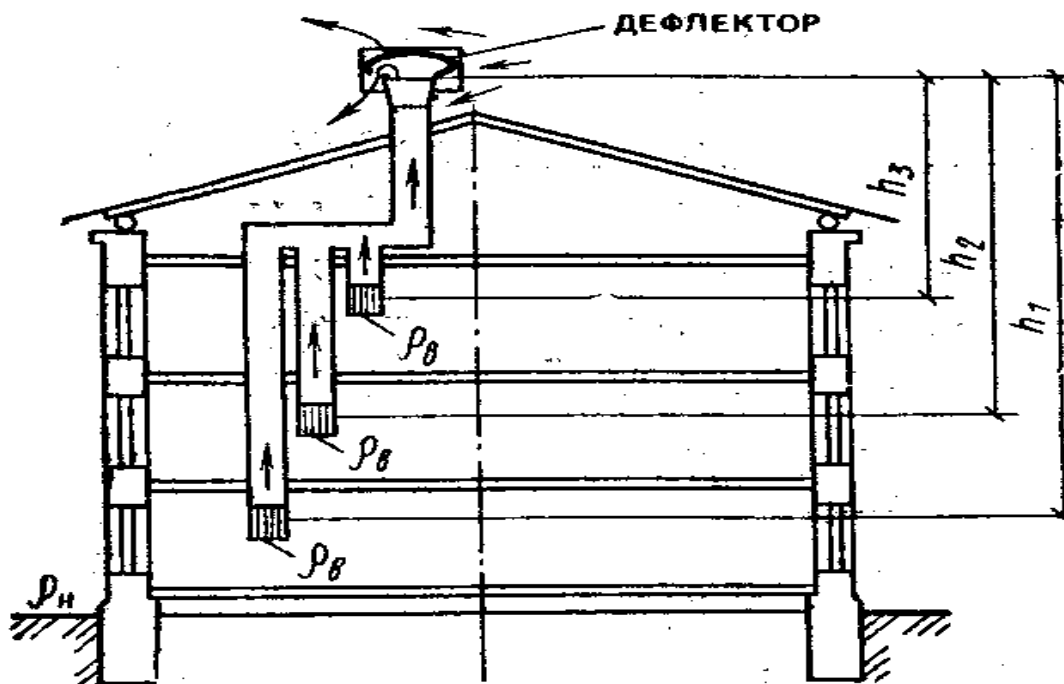
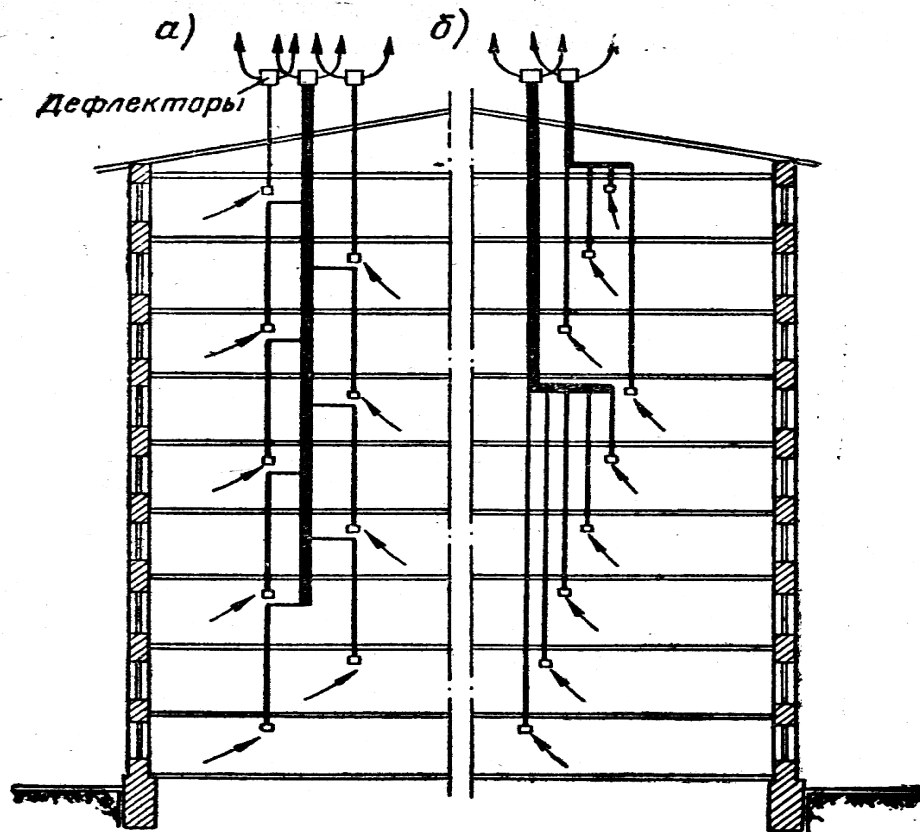


Рис.48. Схема вытяжной канальной вентиляции трехэтажного дома

Рис 49. Схема устройства вентиляции в многоэтажном здании
А-с вертикальным сборным каналом ; б- с горизонтальным сборным каналом

Располагаемое давление, которое тратится на преодоление сопротивлений движению воздуха по каналу от входного отверстия до его выхода наружу через шахту, составляет:

$$\Delta P_e = h_i g (\rho_n - \rho_v), \text{ Па}$$

где h_i - расстояние по вертикали между осями, проведенными через устье вытяжной шахты и центр вытяжной решетки, м;

ρ_n, ρ_v - плотности соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м³;

g - ускорение силы тяжести, м/с².

Расчетное гравитационное давление определяется при температуре наружного воздуха +5°C. Это давление достигает максимальной величины в холодный период и уменьшается в теплый периоды года. При более высоких температурах, когда величина ΔP_e уменьшается, дополнительный воздухообмен в помещениях производится через форточки, фрамуги, окна. Как видно из формулы (), при охлаждении вытяжного воздуха гравитационное давление уменьшается. Поэтому сборные каналы на чердаке и шахты необходимо делать из материалов с малой теплопроводностью. Кроме того, следует по возможности избегать устройства горизонтальных участков или сокращать их длину (не более 10 м), т.к. они не участвуют в создании гравитационного давления, а являются дополнительным сопротивлением.

Естественная канальная вентиляция устраивается в жилых домах, общежитиях, административных зданиях, детских садах, яслях и т.д.

Вытяжные каналы в жилых домах предусматриваются только из помещений уборных, ванных комнат и кухонь.

8.6.1. Конструктивные элементы.

Жалюзийные решетки. Заборные отверстия воздуха из помещений закрывают жалюзийными решетками, снабженными регулирующими приспособлениями. Решетки изготавливают из металла, пластика, гипса. (Рис. 50)

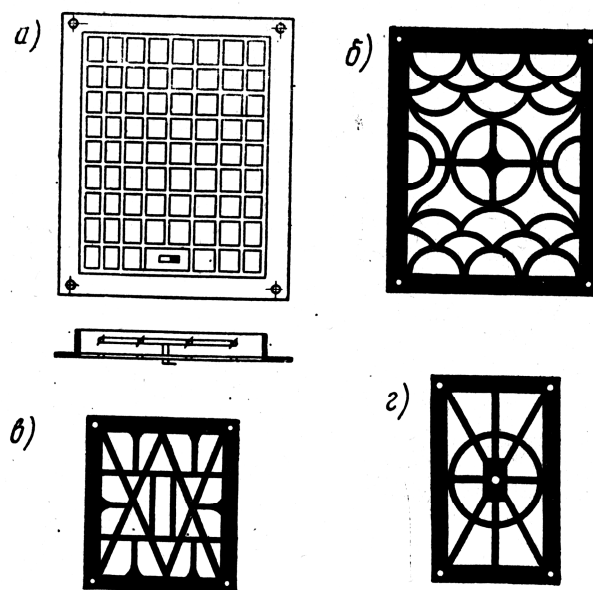


Рис.50. Жалюзийные решетки
 а-металлическая штампованная решетка с подвижными клапанами;
 б,в,г-архитектурное оформление решеток

В газифицированных ваннах и кухнях устанавливаются нерегулируемые решетки.

Вытяжные каналы устраивают во внутренних стенах (рис.51,а) или в виде приставных коробов (рис.51,б,в). Могут быть приставлены из блоков или плит, листовой стали. Устраиваются, как правило, у внутренних перегородок (если у наружных стен, делается либо зазор больше 5 см или делают утепления).

Сборные воздуховоды – размещают на чердаке по ж/б покрытию с подстилкой из одного ряда плит с цементной стяжкой толщиной не менее 5 см.

В бесчердачных зданиях каналы можно объединять в сборный воздуховод под потолком коридора, лестничных клеток. Ввиду незначительного гравитационного давления длина сборных коробов делается не более 10 м.

Вытяжные шахты предназначены для выброса воздуха в атмосферу. Чтобы предотвратить попадание атмосферных осадков в шахту, над ней устанавливают зонты

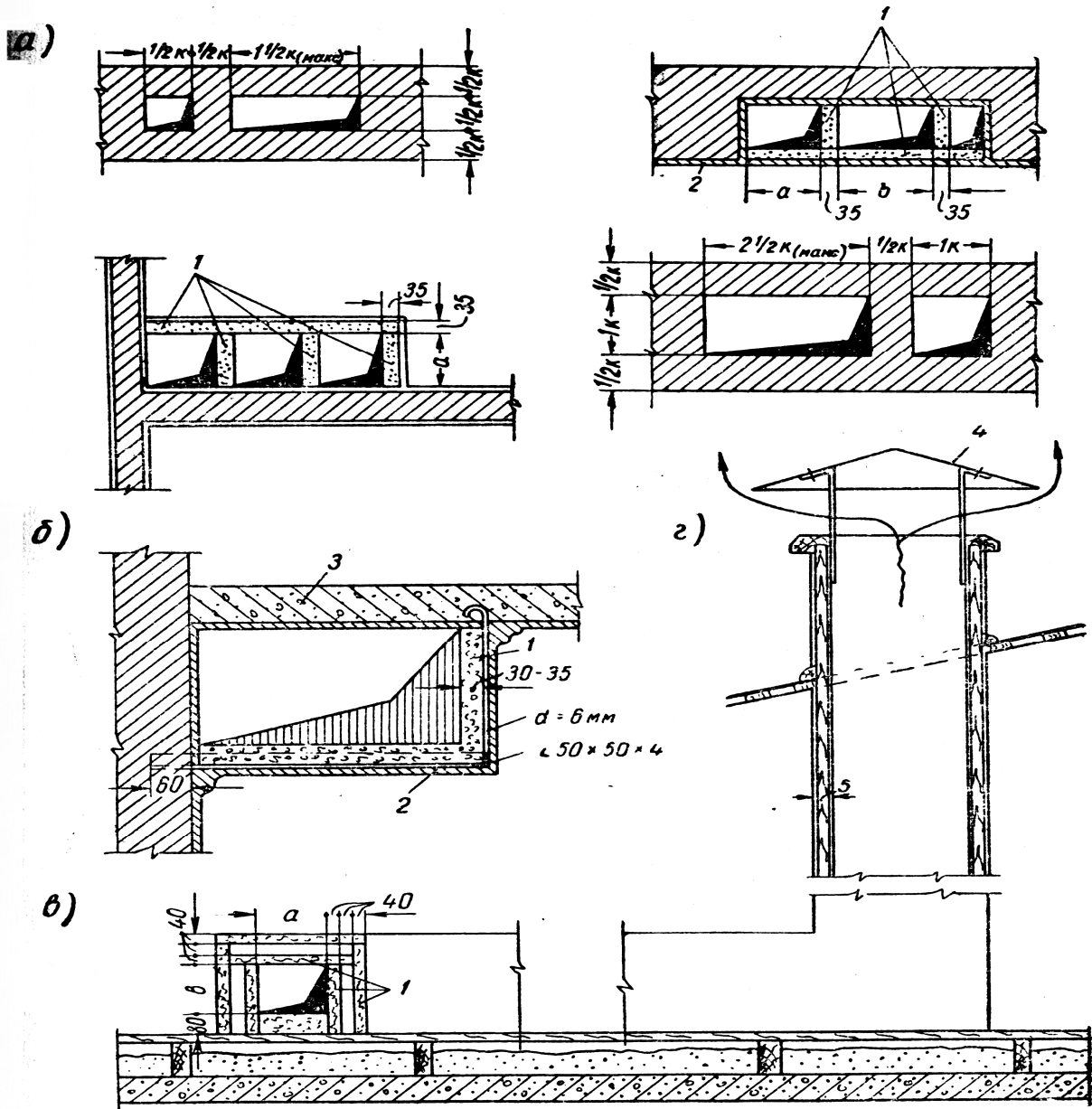


Рис.51 Типы вентиляционных каналов

а-в кирпичных стенах; б-приставные из шлакогипсовых плит; в-утепленные; г-деревянная вытяжная утепленная шахта; 1-шлакогипсовые плиты; 2-штукатурка; 3-перекрытие; 4-зонт

Высота шахты над кровлей определяется так же, как для печного отопления во избежания задувания воздуха в шахту, попадания ее в аэродинамическую тень крыши. (Рис.52)

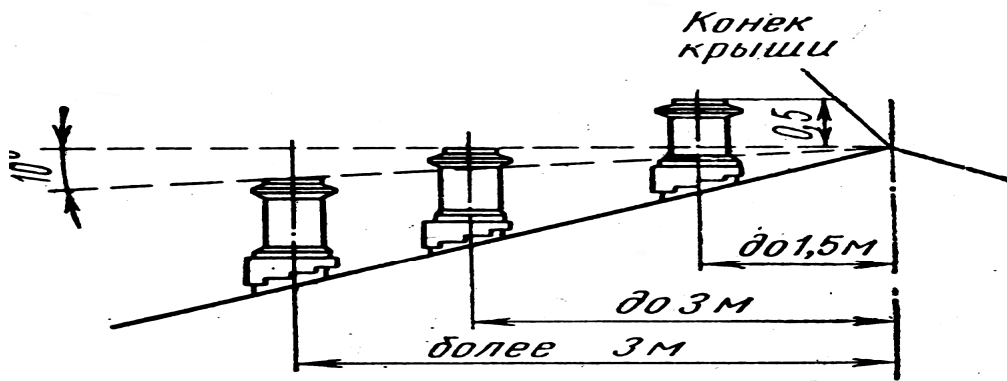


Рис.52 К определению высоты труб, размещаемых над кровлей

Для увеличения располагаемого давления в системах естественной канальной вентиляции на устья вытяжных шахт устанавливают насадки – дефлекторы. (Рис.53)

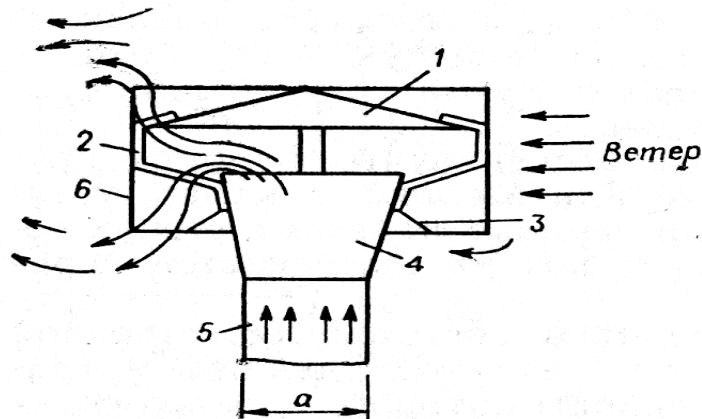


Рис.53 Дефлектор ЦАГИ

1-зонт-колпак; 2-лапки; 3-конусный щиток; 4-диффузор; 5-патрубок; 6-корпус

Работа дефлектора основана на использовании энергии потока воздуха ветра, который, ударяясь о поверхность дефлектора и обтекая его, создает возле большей части его периметра разрежение, что и усиливает вытяжку воздуха из помещения. Разрежение зависит от скорости ветра. Дефлекторы различаются по номерам, которые соответствует диаметру патрубка в дециметрах. (Рис.54)

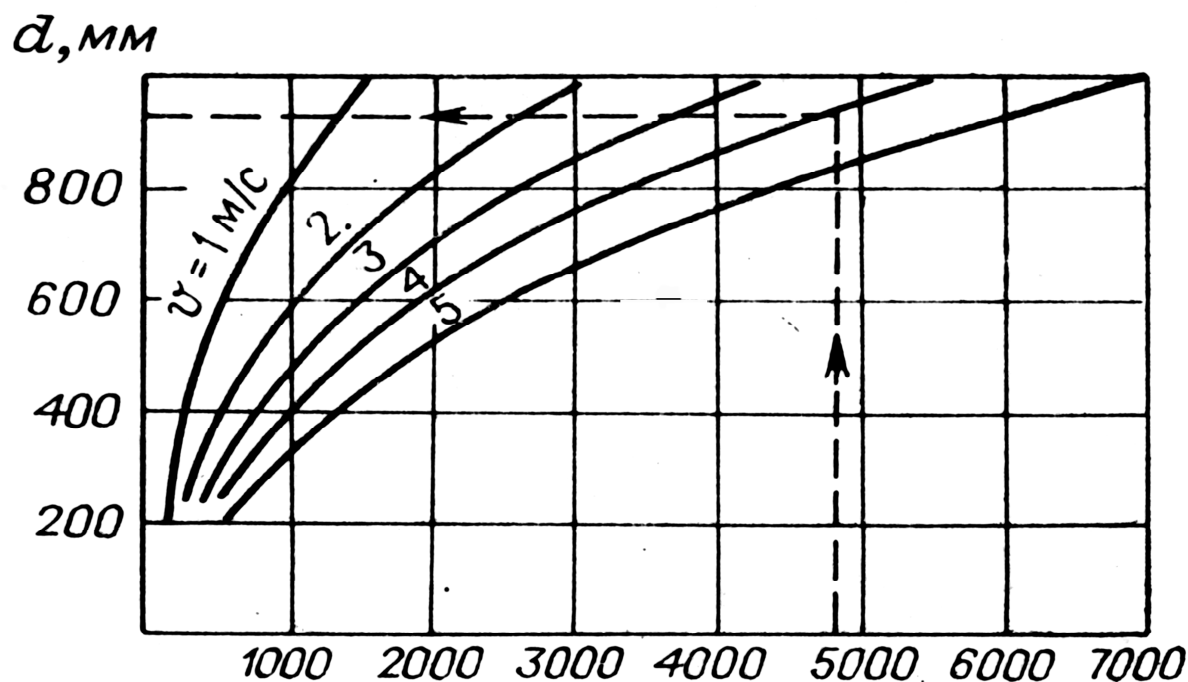


Рис. 54 Номограмма для подбора дефлекторов типа ГАГИ

Устанавливаются дефлекторы в производственных зданиях, в наиболее высоких точках, непосредственно обдуваемых ветром. Нельзя ставить в аэродинамической тени.

8.6.2. Аэрация.

Аэрацией называют организованную естественную вентиляцию помещений за счет поступления и удалений воздуха через открывающиеся фрамуги окон и фонарей в промышленных зданиях.

Этот вид вентиляции носит название организованной вентиляции потому, что, закрывая или открывая фрамуги окон и фонарей, можно регулировать воздухообмен в помещении в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости ветра, его направления.

Аэрация нашла широко применение в промышленных зданиях, с большими тепловыделениями, вызывающими теплоизбытки.

(прокатные цехи, мартеновские, литейные).

Для аэрации промышленных зданий используются два естественных фактора: тепловой и ветровой напоры.

Тепловой напор образуется за счет разности температур внутреннего и наружного воздуха, при этом наружный воздух входит в помещение через открытые нижние части ограждений (окон) и вытесняет более теплый воздух через отверстия в верхней части ограждений (фонари, вытяжные шкафы) (Рис.55).

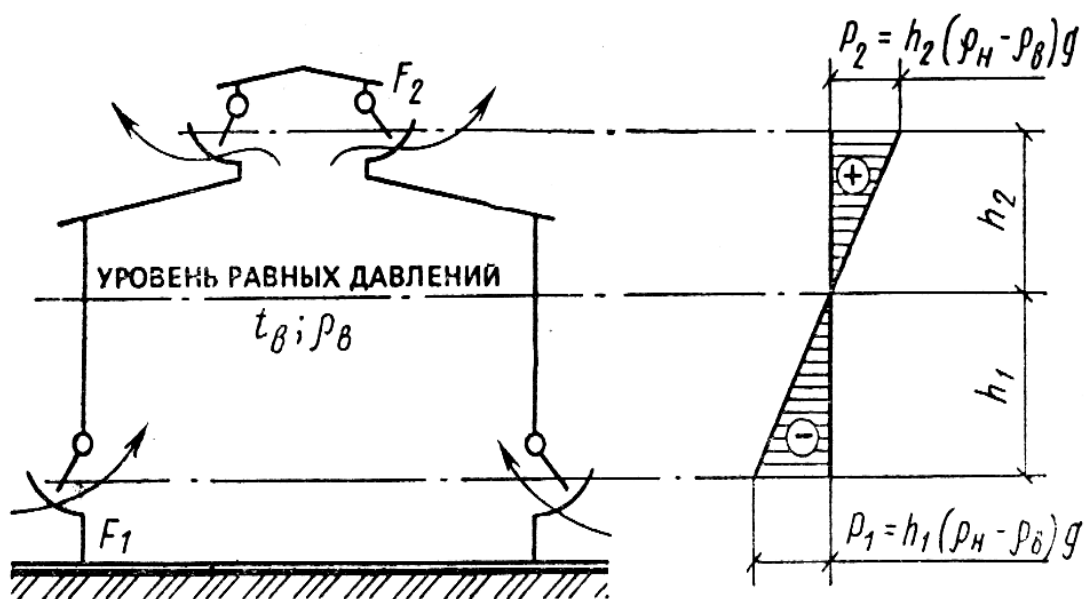


Рис. 55 Схема аэрации здания

В зависимости от открытия площади верхних вытяжных и нижних приточных фрамуг в помещении устанавливается уровень равных давлений или так называемая нейтральная зона. Ниже нейтральной зоны будет наблюдаться пониженное давление (разряжение), за счет которого наружный воздух будет поступать в помещение, а выше – повышенное давление, способствующее выходу воздуха из помещения наружу.

Ветровое давление образуется за счет обтекания здания воздушными потоками, при этом на наветренной стороне создается повышенное давление, содействующее поступлению воздуха в помещение, а с подветренной стороны – пониженное давление (разряжение), содействующее выходу воздуха из здания. (Рис. 56)

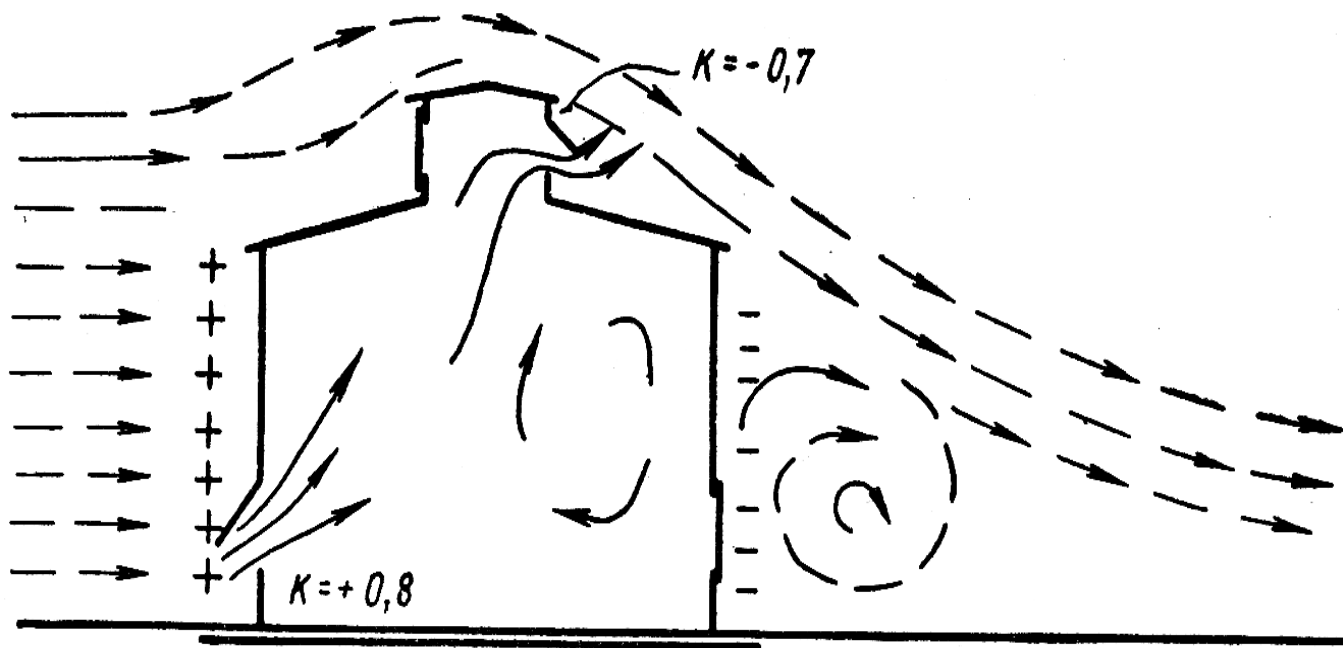


Рис.56. Принципиальная схема аэрации промышленного цеха под действием ветрового напора

В цехах без значительных тепловых избытков, аэрация применяется только в летний период, при этом основным побудителем является ветровой напор. В цехах со значительными тепловыми избытками и одновременном выделении других вредностей, как-то: газо- и влаговыделения, принимают смешенную (комбинированную) систему вентиляции – аэрацию и механическую вентиляцию.

В теплый период, когда разность температур наружного и внутреннего воздуха уменьшается, а воздухообмен требуется больший, чем зимой, эффект аэрации достигается максимальным увеличением расстояний между приточными и вытяжными отверстиями (открытие нижних фрамуг окон ближе к полу) и максимальным увеличением площади открывания.

В холодный период разность температур больше, но воздухообмен требуется меньший, т.к. тепловые избытки уменьшаются с увеличением охлаждения помещения. Площадь приточных отверстий и расстояние между вытяжными и приточными отверстиями должны быть меньше. В этом случае оконные проемы открываются на высоте от пола 5-6 м, что обеспечивает поступление холодного воздуха не сразу в рабочую зону, а уже несколько подогретым, т.к. произойдет смешение его с внутренним воздухом.

Применение аэрации для вентиляции промышленных зданий значительного объема дает большой экономический эффект, т.к. не требуется капитальных затрат на вентиляторы, воздуховоды и прочие элементы оборудования вентиляционных систем, а также отсутствуют эксплуатационные расходы на электроэнергию для перемещения воздуха.

Недостаток аэрации заключается в невозможном распределении воздушных потоков равномерно по всему помещению с подводом чистого воздуха к рабочим местам и возможной очистке приточного воздуха от пыли.

8.6.3. Вентиляция общественных зданий

Общественные здания по своему назначению весьма разнообразны. Поэтому различны требования к воздушной среде в них и конструктивное оформление системы вентиляции. Наличие в одном и том же здании помещений различного назначения усложняет ее. Рассмотрим наиболее существенные особенности вентиляции таких зданий.

Детские ясли-сады. В основных помещениях детских яслей-садов кратность воздухообмена составляет 0,5—2¹/₄, во вспомогательных помещениях — до 5. Проектируется, как правило, система приточно-вытяжной вентиляции с естественным побуждением движения воздуха. В спальнях и комнатах дневного пребывания детей проектируется самостоятельная естественная вытяжка для каждой детской группы.

В групповых и игрально-столовых помещениях предусматривается сквозное проветривание. В помещениях с длительным пребыванием детей более половины окон должны иметь откидные фрамуги и боковые щитки для направления поступающего холодного воздуха вверх.

В санитарных узлах вытяжка воздуха должна производиться осевыми вентиляторами. Помещения изолятора обслуживаются отдельными вытяжными каналами. Подогрев наружного воздуха, подаваемого в детские комнаты, изоляторы, комнату персонала, кухню, производится в приточных шкафах или в подоконных приточных устройствах.

Общеобразовательные школы, школы-интернаты и профессионально-технические училища. Воздухообмены в основных помещениях принимаются из расчета не менее 16 м³/ч на одного учащегося, в лабораториях с вредными выделениями и в учебно-производственных мастерских — по расчету, в актовом зале — 40 м³/ч на человека, в спортивном зале — 80, в киноаудитории — 20; в спальнях комнатах и административно-хозяйственных помещениях воздухообмен должен быть 1 — 1,5-кратным по объему помещений.

Для основных помещений предусматривается механическая приточно-вытяжная вентиляция с нагревом наружного воздуха в калориферах. Рециркуляция воздуха в системах приточной вентиляции учебных помещений не допускается.

Непосредственно из учебных помещений естественным путем удаляется воздух в количестве однократного объема помещений в час, остальной объем воздуха удаляется через вытяжные шкафы и санитарные узлы.

Рекомендуется предусматривать самостоятельные приточно-вытяжные системы вентиляции для актовых и спортивных залов, лабораторий, спальных комнат, кухонь, столовых, мастерских. Такое решение обеспечивает экономичную работу вентиляции, так как в этих помещениях она включается только в период их функционирования. Подачу приточного воздуха следует производить непосредственно в помещения, за исключением лабораторий с вредными выделениями. В них необходимо создать разрежение, поэтому подают только часть приточного воздуха (не менее 70 % от объема притока), остальную часть подают в коридор. Количество приточного воздуха в таких помещениях должно быть на 10 % меньше количества удаляемого воздуха.

Весь объем вытяжного воздуха из лабораторий должен удаляться через вытяжные шкафы. В одной вытяжной системе допускается объединение не более двух вытяжных шкафов одного помещения. При этом удаляемые вредности не должны образовывать взрывоопасных и ядовитых смесей.

Больницы и поликлиники. Требуемые метеорологические параметры воздушной среды в помещениях больниц и поликлиник весьма разнообразны. Например, температура воздуха в помещениях нормируется в пределах от 2 до 25 °С. В палатах, кабинетах врачей, процедурных температура должна поддерживаться в пределах 18—22 °С, в душевых и ваннах — 25 °С. В операционных, наркозных, родовых, реанимационных и послеоперационных палатах относительная влажность воздуха должна быть 55—60%, а подвижность воздуха — не выше 0,15 м/с.

Воздухообмен в основном определяется санитарными нормами (например, в палатах — 40 м³/ч на 1 койку) и кратностью обмена (может быть в пределах от 1 до 10). В некоторых помещениях воздухообмен определяется по расчету на ассимиляцию вредностей (палаты, операционные, наркозные, помещения стерилизационных и др.).

В больницах, поликлиниках и амбулаториях при наличии в них физиотерапевтических, рентгеновских и операционных отделений предусматривается механическая приточно-вытяжная вентиляция. Для операционных блоков,

рентгеновских кабинетов, родовых, лабораторий, грязе-, водолечебниц проектируются самостоятельные системы приточно-вытяжной вентиляции. Допускается объединение вентиляции нескольких помещений с одинаковым режимом.

Кондиционирование воздуха необходимо предусматривать в операционных, наркозных, родовых, реанимационных, послеоперационных и в некоторых других помещениях, где регламентирована относительная влажность воздуха.

Наружный воздух, подаваемый в основные помещения, должен очищаться в бактериологических фильтрах, устанавливаемых после вентилятора. Приточный воздух для операционных следует очищать в приточных шкафах, пропуская через ватные фильтры.

Организация вытяжки зависит от назначения помещения. Вытяжная вентиляция устраивается для всех помещений. В инфекционных корпусах предусматривается самостоятельная естественная вытяжка из каждого бокса. В помещениях операционных и наркозных вытяжка воздуха осуществляется из верхней зоны, в грязелечебных и рентгенодиагностических кабинетах — из верхней и нижней зон.

Кинотеатры и клубы. Основным помещением в кинотеатрах и клубах является зрительный зал, температура воздуха в котором должна поддерживаться в пределах 16—18 °С в холодный период года и не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха в летний период. Воздухообмен в зрительном зале определяют по летнему режиму на ассимиляцию избытков тепла, влаги, а также углекислого газа до ПДК. При расчете воздухообмена теплоступление от освещения не учитывается. Воздухообмен должен быть не менее 20 м³/ч на человека.

В зрительных залах вместимостью до 600 чел. устраивается механическая приточно-вытяжная вентиляция с учетом естественного проветривания зала в летний период. При вместимости зала более 600 чел. нормы рекомендуют проектирование системы кондиционирования воздуха. В холодный период года применяется рециркуляция внутреннего воздуха в объеме 50 % от количества вытяжного.

Схема воздухораспределения в зрительном зале выбирается такой, чтобы она исключила образование застойных зон и не допускала ощущения дутья. Подвижность воздуха в зале принимается не более 0,3 м/с в холодный период и 0,4 м/с в теплый. Приточный воздух сосредоточенно подается в сторону экрана, от него или рассредоточенно с боковых сторон. В залах вместимостью более 1000 чел. рекомендуется подача воздуха на двух уровнях от экрана. Вытяжка производится через отверстия в торцевых стенах экрана, через перекрытие или боковые стены. Воздух на рециркуляцию может также забираться через перекрытие, торцевые стены экрана, под экраном.

В фойе устраивается отдельная или общая со зрительным залом система вентиляции. В помещениях обслуживания, административных, а также в клубной части проектируется самостоятельная система вентиляции: механическая приточная в комнатах для занятий, залах, библиотеке, коридорах; естественная вытяжная—в других помещениях; вытяжная с помощью вентиляторов — в курительных и санузлах.

В кинопроекционной должна быть запроектирована самостоятельная механическая приточно-вытяжная вентиляция. Приточный воздуховод допускается присоединять к общей сети, но с установкой противопожарного клапана. В аккумуляторной с кислотными аккумуляторами и кислотной следует организовать самостоятельную механическую вытяжку с оборудованием во взрывобезопасном и кислотостойком исполнении. Воздух должен забираться у потолка и на высоте 0,3 м от пола. В аккумуляторной со щелочными аккумуляторами воздух забирается только под потолком.

8.6.4. Вентиляция предприятий бытового обслуживания и общественного питания

Предприятия бытового обслуживания населения. В технологических помещениях предприятий бытового обслуживания возможно выделение разнообразных газо- и парообразных вредных веществ, тепла, влаги, пыли. Источником выде-

ления газов и паров является оборудование в цехах химической чистки одежды, ремонта обуви и кожгалантереи, переплетных работ, ремонта изделий из пластмасс и др. Тепло выделяется также при работе электродвигателей, при глажении одежды, посетителями и обслуживающим персоналом. Источниками влаговыделений являются различные технологические процессы. Состав и количество вредных выделений от технологического оборудования принимаются в соответствии с технологической частью проекта.

В помещениях предприятий бытового обслуживания предусматривается механическая приточно-вытяжная вентиляция. Оборудование со значительным выделением вредных газов и паров устанавливается в особом помещении. Удаление вредностей от оборудования осуществляется местными отсосами. При наличии в вентиляционных выбросах паров хлорэтилена, трихлор-этилена и других вредных газов принимаются меры по их нейтрализации в самих машинах, а вытяжка воздуха производится путем факельного выброса.

Вентиляция помещений, где установлены обезжиривающие машины, должна быть рассчитана на 15-кратный воздухообмен. Непосредственно в эти помещения подается около 30 % приточного воздуха, остальная часть поступает в прилегающие помещения. Таким образом обеспечивается поддержание разрежения в помещениях. Местные отсосы из этих помещений не должны присоединяться к другим вытяжным системам.

Местные отсосы применяются для улавливания вредностей в местах образования и удаления их с частью воздуха из помещений. Отсосы конструируют так, чтобы они не допускали проникания вредных выделений в рабочую зону помещений.

На рис. были показаны некоторые виды местных отсосов. Вытяжные зонты служат для улавливания потоков, направленных вверх. Они чаще всего устанавливаются над точечными источниками тепла, например над кухонными плитами, кузнечными горнами. Бортовые отсосы применяют для удаления вредных выделений с поверхности растворов, находящихся в различных ваннах, где

производятся металлопокрытие и травление. Кольцевыми отсосами оборудуют круглые ванны.

Вытяжные шкафы служат для удаления вредностей, выделяющихся в шкафу. Для этого воздух подсасывается внутрь шкафа из помещения. Подсасывание воздуха происходит через отверстие, которое одновременно является рабочим. Образующиеся в шкафу вредности удаляются вместе с воздухом наружу естественным или механическим путем.

Бани. Основной вредностью, для борьбы с которой предназначается вентиляция бань, является избыток влаги.

Бани оборудуются механической приточно-вытяжной вентиляцией. Приток воздуха организуется централизованно, а вытяжка устраивается самостоятельная из помещений мыльных, душевых, парильных, раздевальных, грязной и отдельно чистой половин, дезинфекционных камер, санузлов и т. д. Приточный воздух должен подаваться в основные помещения бани. Скорость его в приточных решетках не должна превышать 0,7, во вспомогательных помещениях— 1,5 м/с.

В раздевальных и мыльных допускается устройство воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, при этом температура приточного воздуха не должна превышать 70 °С.

В дезинфекционных камерах необходимо предусмотреть аварийную вентиляцию с 9-кратной вытяжкой. Приток воздуха в этом случае осуществляется через открываемые окна и двери.

Прачечные. В прачечных проектируются системы механической приточно-вытяжной вентиляции. В стиральных и сушильно-гладильных цехах приточный воздух должен подаваться в верхнюю и рабочую зоны, в других помещениях — только в верхнюю зону. Вытяжные системы следует проектировать отдельно для цеха приемки белья, стирального цеха, сушильно-гладильного цеха, душевых и санузлов. Сушильно-гладильные машины оборудуются местными отсосами.

Схема движения воздуха в прачечных должна обеспечивать перетекание воздуха из помещений выдачи чистого белья в помещения приемки грязного белья.

В прачечных производительностью 3000 кг белья и более в смену рекомендуется устройство воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией. В помещении сортировки белья в дополнение к основной предусматривается аварийная вентиляция с кратностью воздухообмена по притоку 14, по вытяжке — 18 1/ч.

Предприятия общественного питания. Воздухообмены в помещениях столовых и ресторанов определяются в соответствии с указаниями СН 87—60.

Системы механической приточно-вытяжной вентиляции проектируются раздельными для торгового зала и производственных помещений. В столовых на 100 посадочных мест допускается вытяжная вентиляция без организованного притока. В столовых на 250 мест и более, а также в ресторанах 1-го класса должны быть предусмотрены системы кондиционирования воздуха.

Приточный воздух должен подаваться в кухню, горячие кондитерские, заготовочные и моечные помещения, а также в коридоры и торговые залы. В другие производственные помещения, а также в складские, административные, вспомогательные помещения торгового зала приточный воздух поступает из коридоров или из основных помещений.

Вытяжка воздуха осуществляется из кухни и других производственных помещений. Для этого над кухонными плитами проектируют кольцеобразные воздуховоды с отсосом из внутренней части кольца. Внутренние размеры кольцевого воздуховода должны быть больше габаритов плиты на 0,5 м с каждой стороны. Кольцевой воздуховод присоединяется к вытяжной вентиляционной камере. В настоящее время промышленностью выпускается кухонное оборудование со встроенной вытяжной системой.

Кроме вытяжки над плитой, необходима вытяжка воздуха из верхней зоны кухни. Она рассчитывается на удаление воздуха из кухни и 50 % вентиляционного воздуха из торгового зала и других смежных с кухней помещений, связанных с ней проемами. Остальной объем воздуха из торгового зала удаляется самостоятельной вытяжной системой. Рециркуляция воздуха в помещениях не допускается.

Санузлы и душевые на предприятиях общественного питания оборудуются самостоятельной вытяжной системой.

Магазины. Необходимые воздухообмены в торговых залах магазинов определяют по расчету или по кратности воздухообмена. Расчет производится на ассимиляцию тепло- и влагоизбытков и удаление углекислого газа, выделяемых посетителями и обслуживающим персоналом. При этом деятельность посетителей приравнивают к легкой работе, обслуживающего персонала — к работе средней тяжести. Выделение CO_2 принимается равным 20 л/ч на человека.

Число людей определяют исходя из площади торгового зала, приходящейся на одного человека: в производственных и общих промтоварных магазинах — до 2,5 м², в мебельных магазинах, музыкальных и магазинах электротоваров — 3,5 м² на одного человека (включая площадь, занятую оборудованием).

В расчетах учитываются также тепlopоступления от солнечной радиации через витрины.

В магазинах с торговыми залами на 150 м² проектируется естественная вентиляция, при большей площади — механическая. При общей площади 2700 м² и более при расчетной летней температуре 25 °С и выше предусматривается система кондиционирования воздуха. В IV строительной-климатической зоне (южные районы) разрешается проектирование кондиционирования воздуха в магазинах с торговыми залами площадью от 900 м². В магазинах с залами для продовольственных и промышленных товаров предусматриваются отдельные системы вентиляции.

В торговых залах, кроме залов с химическими, синтетическими или иными пахучими товарами, допускается рециркуляция воздуха, причем объем наружного приточного воздуха должен составлять не менее 20 м³/ч на человека.

В неохлаждаемых кладовых устраивается вытяжная вентиляция, в охлаждаемых - приточно-вытяжная.

8.7. Механическая вентиляция.

В системах с искусственным (механическим) побуждением подача или удаление воздуха из помещений производится вентиляторами.

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет преимущества, к которым относятся: большой радиус действия вследствие значительных напоров, создаваемых вентилятором; возможность изменять или сохранять необходимый напор приточного или вытяжного воздуха вне зависимости от метеорологических условий – температуры наружного воздуха и скорости ветра

К недостаткам механической вентиляции следует отнести: необходимость звукоизоляции, значительную стоимость сооружения и эксплуатации. Требуемое состояние воздушной среды в помещениях поддерживается методами общеобменной вентиляции путем нагнетания в помещение чистого вентиляционного воздуха с необходимыми температурно-влажностными параметрами и удалением воздуха, не соответствующего нормативным требованиям.

В соответствии с этим системы общеобменной вентиляции должны включать оборудования и устройства для забора наружного воздуха, его обработки, транспортирования и раздачи по помещениям, а также для удаления отработавшего воздуха. Общая схема общеобменных вентиляционных систем и расположение в них оборудования показано на рис. 57.

В конкретных случаях вентиляционные установки могут не иметь всего комплекса оборудования, показанного на схеме. Так очистка вытяжного воздуха перед его выбрасыванием в атмосферу производится лишь в случаях его загрязнения свыше норм, допустимых для окружающей среды, и т.д.

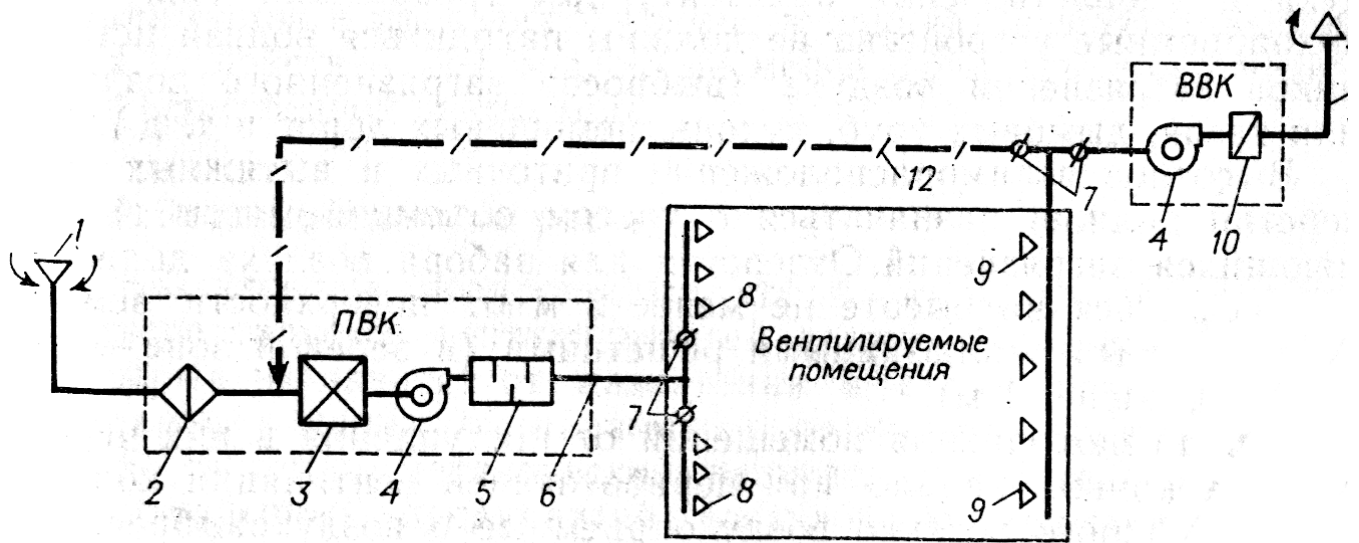


Рис. 57. Принципиальная схема общеобменной механической вентиляции

1-воздухоприемные устройства; 2-фильтр противопыльный; 3-оборудование для тепловлажностной обработки приточного воздуха; 4-вентиляторы; 5-шумоглушитель; 6-воздуховоды; 9-вытяжные отверстия; 10-оборудование для очистки вытяжного воздуха; 11-воздуховыбросное устройство; 12- линия рециркуляции; ПВК-приточная вентиляционная камера; ВВК-вытяжная вентиляционная камера

В конкретных случаях вентиляционные установки могут не иметь всего комплекса оборудования, показанного на схеме. Так очистка вытяжного воздуха перед его выбрасыванием в атмосферу производится лишь в случаях его загрязнения свыше норм, допустимых для окружающей среды, и т.д.

Основное вентиляционное оборудование приточных и вытяжных установок, устанавливается в специальных помещениях, называемых вентиляционными камерами.

Приточные камеры в общественных, административных, жилых зданиях проектируется обычно на первом этаже или в техническом подполье. Вытяжные камеры следует располагать в верхней части здания. В многоэтажных зданиях с большим количеством вентиляционных систем венткамеры рекомендуется устраивать в технических этажах.

При компоновке вентиляционных систем и размещении камер руководствуются оптимальным значением радиуса действия (обычно не превышает 50-60 м) систем по технико-экономическим и конструктивным соображениям. Камеры по возможности следует располагать в центре вентиляционных нагрузок. Размещение приточных и вытяжных установок в одной камере не допускается.

Воздуховоды для раздачи воздуха по помещениям в общественных зданиях (кинотеатры, клубы, административные здания) обычно выполняются в виде приставных каналов, каналов в стенах, подшивных потолков и т.д.; подача воздуха в помещения осуществляется через решетки.

Воздуховоды для раздачи воздуха по помещениям промышленных цехов обычно выполняются металлическими с насадками для равномерного распределения воздуха по вентилируемому помещению, причем подача свежего воздуха может производиться как в верхнюю, так и в нижнюю (рабочую) зону. Подача воздуха системами механической вентиляции в верхнюю зону производится обычно в производственных помещениях, имеющих пыль и газовыделения.

8.7.1 Местная приточная вентиляция.

К местной приточной вентиляции относятся воздушные души; воздушные оазисы; воздушные завесы.

Воздушные души применяются в случае невозможного создания нормальных условий на рабочих местах общеобменной механической вентиляцией или аэрацией.

В производственных помещениях воздушные души применяются на местах постоянного пребывания людей при выделении лучистого тепла от оборудования с интенсивностью облучения, превышающей 1 кал/см^2 в 1 мин, или при производственном процессе с выделением ядовитых паров и газов, если невозможно устройство местных укрытий.

Воздушный душ представляет собой направленный на человека сосредоточенный поток воздуха из специального насадка, соединенного воздуховодом с вентилятором. (Рис. 44)

Воздушный оазис устраивают в производственных цехах, имеющих большие тепловые избытки и небольшое количество обслуживающего персонала.

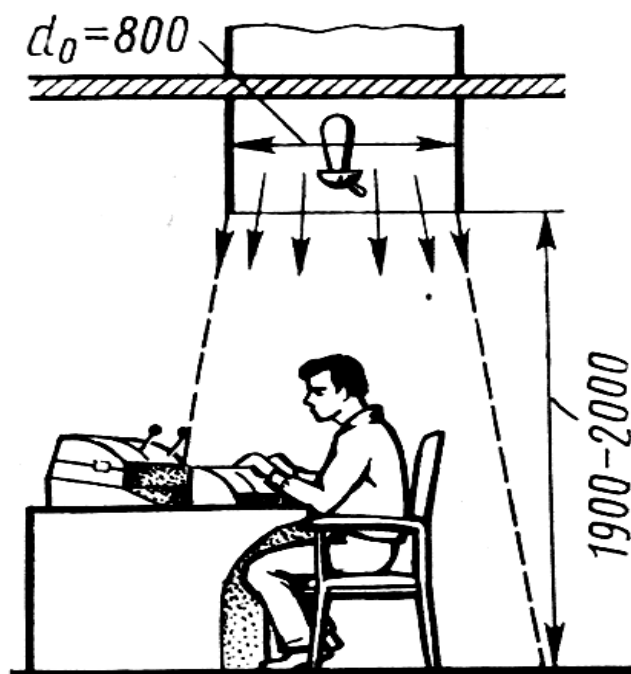


Рис.58. Воздушное душирование ниспадающим потоком

Воздушные оазисы устраиваются для создания благоприятных условий воздушной среды на ограниченной площади, которая отделена остекленными стенками высотой до 2 м от пола.

Воздушные завесы. В холодный период года через ворота производственных помещений, служащих для завоза сырья и вывоза готовой продукции, или через входные двери общественных зданий со значительным людским потоком (театры, магазины и др.) в помещение врывается большое количество холодного воздуха. Для предотвращения врывания холодного воздуха устраивают воздушные завесы.

Воздушные завесы представляют собой поток воздуха, выходящий с большой скоростью через длинную узкую щель, расположенную внизу или сбоку дверного или воротного проема.

В общественных зданиях воздушные тепловые завесы (с подогревом воздуха) устраивают в тамбурах входных дверей.

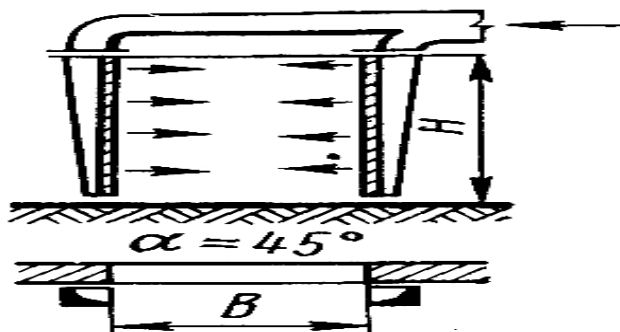


Рис .59. Воздушно-тепловая завеса с боковой подачей воздуха

8.7.2. Вентиляторы.

Вентиляторы являются механическими побудителями воздуха в вентиляционных системах. Они передают воздуху энергию, необходимую для преодоления сопротивления при движении его в системе вентиляции. По величине создаваемого давления вентиляторы делятся на три группы:

- низкого давления – до 1000 Н/м^2 ;
- среднего – от 1000 до 3000 Н/м^2 ;
- высокого – от 3000 до 12000 Н/м^2 .

По устройству и принципу действия различают вентиляторы осевые и радиальные (центральные) рис.60 .

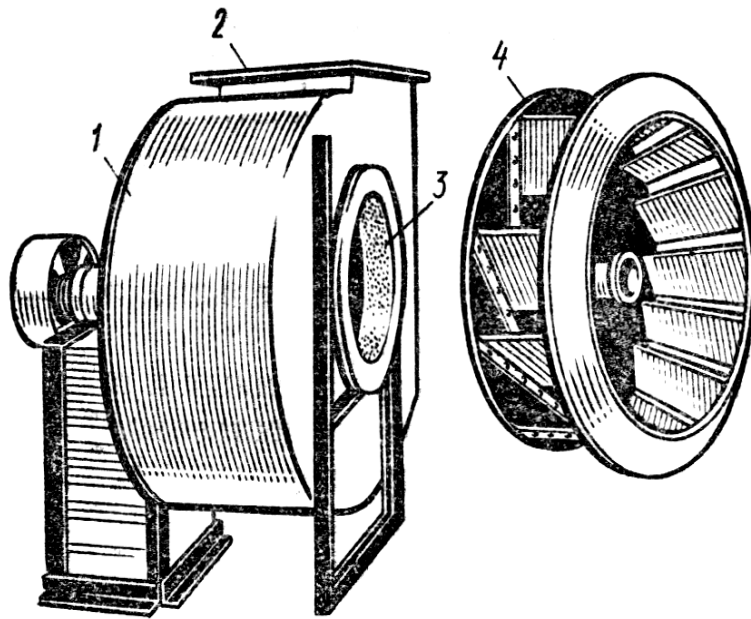


Рис.60. Радиальный (центробежный) вентилятор
1-кожух; 2-выходное отверстие ; 3 –входное отверстие ; 4-рабочее колесо

В центральных воздух засасывается через боковой приемный патрубок в кожух вентилятора вращающимся рабочим колесом с лопатками, отбрасывается к стенкам улиткообразного кожуха и выбрасывается через выходное отверстие. Таким образом, направление движения воздуха в радиальном радиаторе меняется на 90° . Вентиляторы выпускаются с односторонним и двусторонним всасыванием, с правым и левым вращением рабочего колеса. В зависимости от состава перемещаемого воздуха вентиляторы могут быть: в обычном исполнении – из углеродистой стали для перемещения неагрессивных сред с температурой до 80°C ; в коррозионностойком исполнении – из титана, нержавеющей стали, алюминия, винипласта, углеродистой стали с антикоррозионным покрытием; во взрывобезопасном исполнении – по специальным условиям.

Электродвигатель, приводящий во вращение рабочее колесо вентилятора, может соединяться с последним одним из последующих способов: непосредственно насаживаться на один вал или через эластичную муфту; клиноременной передачей с постоянным передаточным отношением.

В настоящее время широкое применение получили центробежные вентиляторы типов Ц4-70 и Ц4-76 от номера 2.5 до 20 (номер вентилятора означает диаметр рабочего колеса в дециметрах), вентиляторы среднего давления Ц14-46 и вентиляторы высокого давления ВВД и Ц10-28.

Осевой вентилятор представляет собой рабочее колесо, помещенное внутри кожуха (обечайки) и посаженное на один вал с электродвигателем. Такие вентиляторы имеют высокую производительность, но развивают малое давление, поэтому применяются в системах вентиляции с малым аэродинамическим сопротивлением. (рис.61)

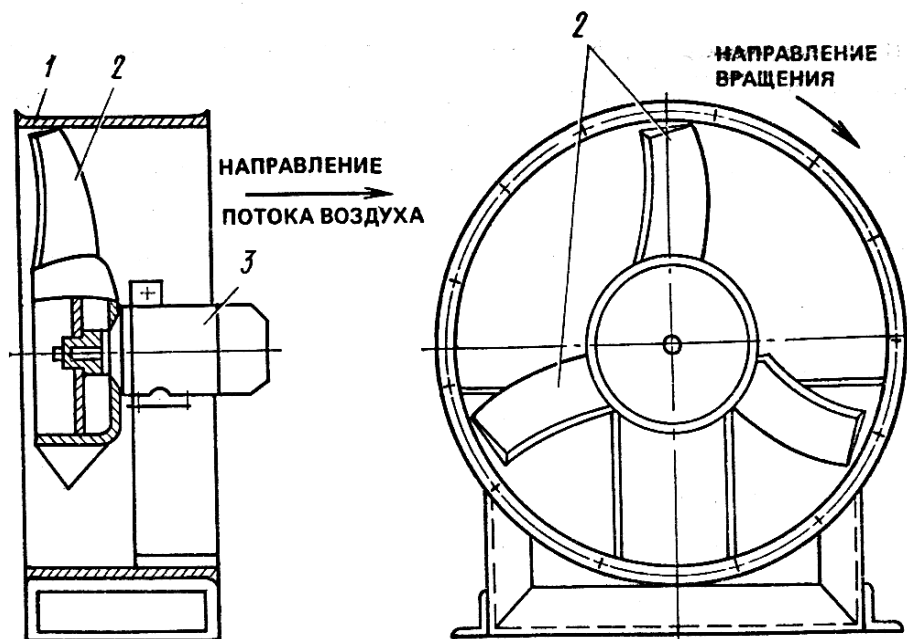


Рис 61. Осевой вентилятор
1-обечайка; 2-лопасти рабочего колеса ; 3-электродвигатель

Подбор вентилятора производится по их аэродинамическим характеристикам, зная необходимые производительность $L, \text{м}^3/\text{ч}$ и полное давление $P, \text{Па}$. Потребляемая мощность на валу электродвигателя определяется по формуле:

$$N = Lp/3600 \eta_v \eta_n, \text{Вт}$$

где η_v - КПД вентилятора;

η_n - КПД передачи.

Установочная мощность электродвигателя принимается с коэффициентом запаса:

$$N_{\text{дв}} = K_z N, \text{Вт}$$

где $K_z = 1,1 - 1,5$ - коэффициент запаса.

8.8 Кондиционирование воздуха.

Под кондиционирование воздуха понимается создание в помещении искусственных условий, т.е. температуры, влажности воздуха, его чистоты и скорости движения независимо от внутренних факторов (избыточное тепло и влаговыделение людьми, производственным оборудованием, загрязнение воздуха) и внешних условий (повышение или понижение температуры наружного воздуха, его влажности, солнечной радиации, ветра).

Кондиционирование воздуха применяется для создания и поддержания искусственного климата в общественных и производственных зданиях, для удовлетворения повышенных требований к санитарно-гигиеническим условиям (так называемое комфортное кондиционирование), а также в производственных помещениях для создания необходимых температурно-влажностных режимов, обеспечивающих нормальное протекание технологического процесса.

Системы кондиционирования воздуха разделяются на местные и центральные.

Местные системы кондиционирования воздуха состоят из компактного кондиционера, установленного в обслуживаемом небольшом помещении, поддерживающего определенный режим состояния внутреннего воздуха.

В центральных системах кондиционирования воздух кондиционер, где происходят процессы обработки воздуха, установлен в специальном помещении и обслуживает одно или группу помещений, подавая воздух по сетям воздуховодов в эти помещения.

Установка для кондиционирования воздуха включает:

- 1 оборудование для подогрева и увлажнения воздуха в холодный период года – калориферы и камеру увлажнения;
- 2 оборудование для охлаждения и осушки воздуха в летнее время – холодильные машины и установки, а также другие средства охлаждения и осушки (лед, артезианская вода, сухие поглотители влаги);
- 3 фильтры для очистки воздуха от пыли;
- 4 приборы для автоматического регулирования и контроля – термостаты, вентили, каналы и др.;
- 5 оборудование для перемещения воздуха – вентиляторы с электродвигателями;
- 6 систему воздуховодов для раздачи воздуха по помещениям.

Задача кондиционирования воздуха решается путем обработки наружного или смешанного с внутренним рециркуляционным воздухом, или полностью внутреннего в камере кондиционирования, где он в зависимости от требований данного момента охлаждается, осушается, нагревается или увлажняется.

Для нагревания воздуха камеры кондиционирования чаще всего оборудуются калориферами с подводом к ним горячей воды или пара. Горячая вода является наиболее дешевым и удобным видом теплоносителя из-за возможного изменения ее температуры, тогда как температура пара постоянна.

Для охлаждения и осушки воздуха служит воздухоноситель, связанный с источником получения холода: холодильниками, установками компрессионного, абсорбционного или пароэжекторного типа.

Основным видом воздухоохладителя, особенно для центральных систем, является камера орошения (в зимнее время используется как камера увлажнения воздуха), где хладоносителем служит вода, подводимая от естественных холодильных источников или получаемая охлаждением в холодильных установках. Распыливаемая форсунками холодная вода в камере орошения отнимает от проходящего воздуха теплоту и, нагреваясь, стекает в поддон, откуда насосом подается к холодильным машинам и охлажденная вновь поступает в камеру орошения.

Помимо воздухоохладителя в оросительных камерах применяют трубчатые воздухоохладители, устроенные в виде гладких или оребренных труб, внутри которых происходит кипение холодильного агента, отнимающего за счет своего парообразования тепло от воздуха, проходящего между трубками. В этом случае воздухоохладитель непосредственного испарения является испарителем холодильной машины.

На рис. дана схема установки круглогодичного кондиционера с камерой орошения форсуночного типа. Кондиционер представляет собой камеру, внутри которой расположены калориферы первого и второго подогрева, фильтр для очистки воздуха, камера орошения, снабженная разбрызгивающими форсунками, и водоотделители (сепараторы).

Между камерой первого подогрева и фильтрами расположена первая камера смещения наружного и рециркуляционного воздуха; между водоотделителем и камерой второго подогрева воздуха находится вторая камера смещения с рециркуляционным воздухом (для летнего периода). В летний период работает холодильная машина. Между испарителем холодильной машины и форсунками в камере орошения циркулирует холодная вода, разбрызгиваемая в дождевой камере кондиционера. При проходе через дождевое пространство наружный воздух, заранее очищенный, охлаждается и осушается, а после прохода через водоотделитель смешивается с рециркуляционным воздухом из обводного канала и вентилятором нагнетается в воздухораспределительный канал.

Зимой холодильная машина выключается, форсунками разбрызгивается вода для увлажнения воздуха, а к калориферам первого и второго подогрева подается теплоноситель – горячая вода. Подогрев наружного воздуха в калорифере первого подогрева повышает его влагопоглощающую способность. После этого наружный воздух смешивается с рециркуляционным в первой камере смешения, проходит фильтры, а затем увлажняется в дождевом пространстве, откуда через водоотделитель поступает к калориферам второго подогрева. После второго подогрева воздух вентилятором нагнетается в воздуховодный канал.

Приведенная система не исчерпывает возможных вариантов сочетания элементов оборудования кондиционеров и его автоматики. Схемы кондиционеров и автоматики решаются в зависимости от конкретно поставленных задач обеспечения искусственного климата в помещениях.

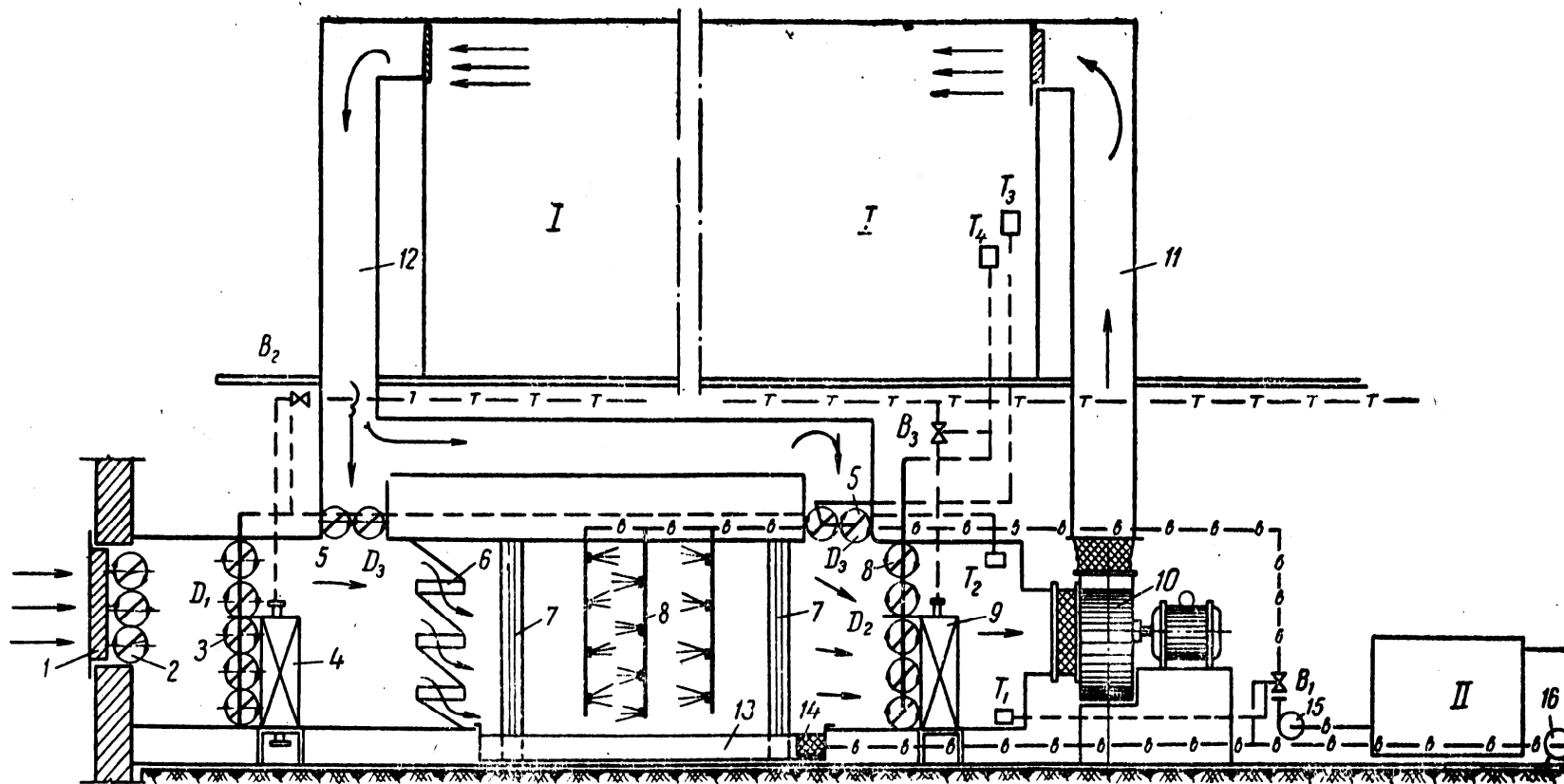


Рис.62. Схема установки круглогодичного кондиционирования с камерой орошения форсуночного типа

1-воздухозаборная решетка; 2 –утепленный дроссель-клапан; 3- смесительный дроссель-клапан; 4-калорифер первого подогрева;5-смесительный дроссель-клапан рециркуляционного воздуха; 6- фильтры; 7- сепараторы; 8- смесительный дроссель-клапан; 9- калориферы второго подогрева; 10- вентилятор; 11-воздухораспределительный канал; 12- рециркуляционный канал; 13-поддон для воды; 14-фильтр для воды; 14-фильтр для воды; 15- насос подачи воды форсунок; 16- насос подачи воды на охлаждение; 1- кондиционное помещение; 11- водоохладитель (испаритель)

9. Газоснабжение

Природными газами называются смеси горючих газов, добываемых из недр земли.

Различают чисто газовые месторождения, из которых газ добывается без примесей нефти, и нефтегазовые месторождения, из которых газ добывается попутно с добычей нефти. (рис.)

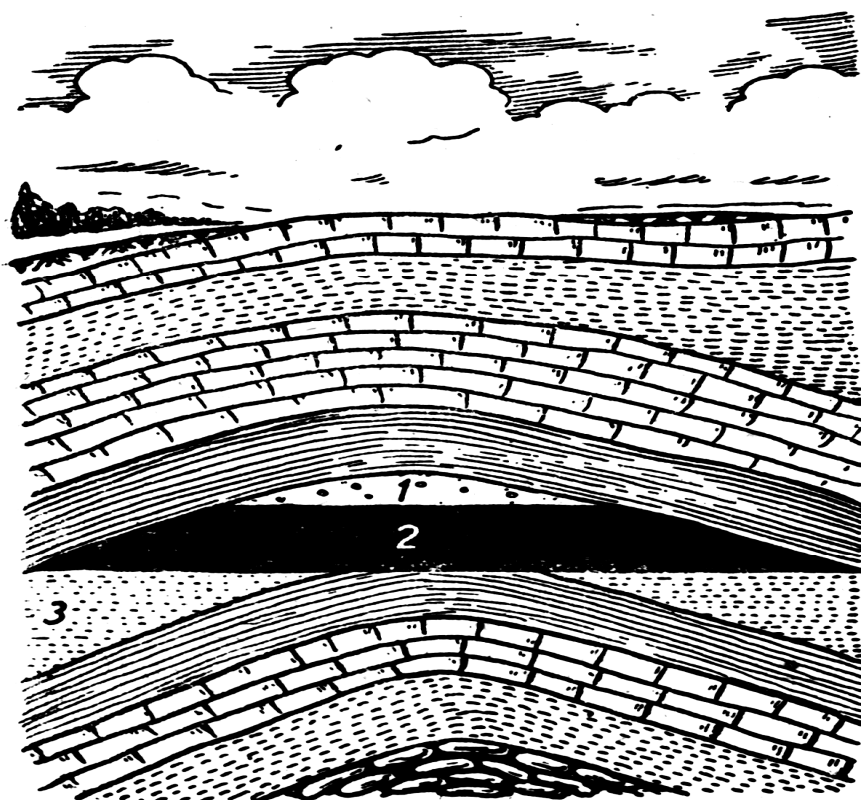


Рис. 63. Схематическое изображение газового месторождения месторождения
1- газ; 2- нефть; 3- вода

Наиболее выгодно применять для газоснабжения городов природный газ: - дешевизна, большая теплота сгорания, высокая транспортабельность на большие расстояния.

Большая часть природного газа, около 80%, используются промышленностью в качестве топлива.

Характеристикой любого топлива является теплота сгорания, т.е. количество тепла, отдаваемого при сгорании 1 м^3 газа. $Q_{\text{H}} = 31500\text{-}40000 \text{ кДж/м}^3$.

Основным способом подачи природного газа от места его получения до места потребления является передача по трубопроводам. Для транспортирования газа на дальние расстояния сооружаются так называемые магистральные газопроводы, начальным пунктом которых обычно является общепромысловый пункт очистки газа и головная компрессорная станция. Конечный пункт – газораспределительная станция (ГСС) у потребителя (города или населенного пункта). По трассе магистральных газопроводов устанавливаются промежуточные компрессорные станции для повышения давления. Расстояния между ними 123-150 км.

Газораспределительная станция является последним пунктом магистрального газопровода, от которого начинается городская газовая сеть. На ГРС газ проходит через фильтры, регуляторы давления, одорируется. Природный газ не имеет запаха. Для облегчения обнаружения утечек газа ему придают запах, его одорируют, т.е. добавляют к газу сильнопахнущее вещество (одорант).

Давление газа, поступающего с ГРС в газораспределительные сети, обычно не превышают 1,2 мПа. По газовым распределительным сетям, проложенным на территории города или другого населенного пункта, газ подается к потребителям.

В зависимости от максимального рабочего давления, мПа, газораспределительные сети подразделяются на газопроводы.

Высокого давления 1 категории – св.0,6 до 1,2; высокого давления 2 категории – св.0,3 до 0,6; среднего давления – св.0,005 до 0,3; низкого давления – до 0,005 включительно.

К газопроводам низкого давления подключаются жилые и общественные здания и мелкие коммунально-бытовые предприятия. Газопроводы среднего и высокого давления 2 категории служат для питания газовых распределительных сетей низкого давления через газорегуляторные пункты (ГРП), а также крупных потребителей газа – производственных потребителей, котельных установок и др.

По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения подразделяются на двухступенчатые, трех- и многоступенчатые. Применение той или иной схемы определяется величиной населенного пункта, плани-

ровкой его застройки, расположением жилой и промышленных зон, и расходом газа отдельными потребителями.

В небольших населенных пунктах с малым расходом газа и в средних городах применяются главным образом двухступенчатые системы, а в крупных – трехступенчатые или многоступенчатые, т.к. при больших расходах газа промышленными и коммунально-бытовыми предприятиями с подачей его на значительные расстояния. Работа на низком давлении требует увеличения диаметра газопроводов и затрудняет поддержание необходимого давления у отдаленных от ГРП потребителей.

Трехступенчатая схема снабжения газом города (рис.) включает в себя газопроводы высокого, среднего и низкого давлений. По этой схеме весь газ, поступающий от источника газоснабжения, подается по транзитным газопроводам высокого давления к ГРП и газгольдерным станциям, откуда он после соответствующего снижения давления поступает в распределительные сети среднего давления с последующей подачей через ГРП с сети низкого давления.

Из городских распределительных сетей газ подается к потребителю по отводу (ответвления), т.е. по той части газопровода, которая идет от распределительной его части до задвижки, устанавливаемой на вводе в здание. Участок газопровода от отключающей задвижки до ввода в здание называется дворовым (внутриквартальным) газопроводом. Внутри здания газопровод от его ввода до газоиспользующего прибора называется внутридомовым или внутрицеховым.

Газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ) служат для снижения давления газа и поддержания его на необходимом заданном уровне. ГРП обычно сооружают для питания газом распределительных сетей, а ГРУ – для питания отдельных потребителей. ГРП размещают в отдельно стоящих зданиях или шкафах снаружи здания, ГРУ – в помещениях предприятия, где расположены агрегаты, использующие газ.

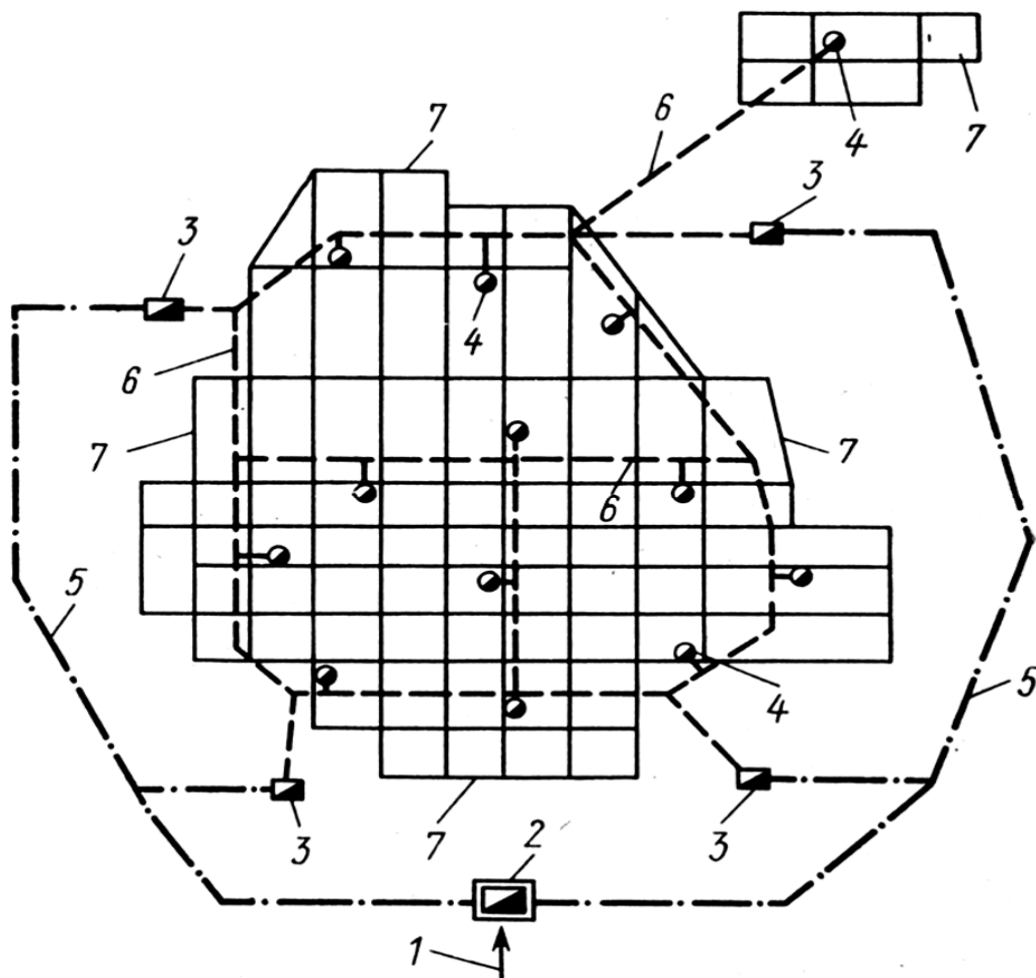


Рис.64. Схема газоснабжения района города с газопроводами высокого, среднего и низкого давления.

1-магистральный газопровод; 2-газораспределительная станция (ГРС); 3-ГРП среднего давления; 4-ГРП низкого давления; 5-газопровод высокого давления; 6-газопровод среднего давления; 7-газопровод низкого давления

ГРП и ГРУ в подвальных и полуподвальных помещениях, а также в жилых и общественных зданиях, детских и лечебных учреждениях и учебных заведениях не устраивают. Здания, в которых располагаются ГРП, должны отвечать требованиям, установленным для производств категории А.

На рис. 65 план и разрезы помещения ГРП с установленным оборудованием.

Технологическая схема действия оборудования ГРП заключается в следующем: газ высокого или среднего давления входит в ГРП и после отключающей задвижки **5** проходит через фильтр **4**, где очищается от примесей и механических примесей. После фильтра газ через предохранительно-запорный клапан **3** поступает в регулятор давления **2**, где давление газа снижается до заданного. После регулятора газ пониженного давления выходит через задвижку **1** в газораспределительную сеть соответствующего давления. Чтобы во время ремонта оборудования ГРП не было перерыва в газоснабжении, на технологической линии предусматривается обводной газопровод **7** (байпас). При перекрытии задвижек **1**, **5** и открытой задвижке **6** байпаса газ идёт, минуя регулятор давления, в газораспределительную сеть. Снижение давления газа в этом случае перекрывается задвижкой **6**.

На выходном газопроводе низкого давления после регулятора давления устанавливаются предохранительно-сбросной клапан, который сбрасывает избыток газа в атмосферу, предотвращая превышение давления после регулятора. Если избыток газа будет настолько велик, что пропускная способность предохранительного клапана будет недостаточной для его удаления, то срабатывает предохранительно-запорный клапан. Для замера давления в газопроводе до и после регулятора служат манометры, устанавливаемые на щите **8**.

Прокладка наружных газопроводов подземной и надземной. При выборе трассы подземной прокладки газопроводов необходимо предусматривать прокладку её по возможности дальше от зданий, сооружений и других коммуникаций, особенно работающих неполным сечением (канализация) и проложенных в каналах (тепловая сеть), а от водопроводов и телефонных колодцев и трамвайных путей.

Надземная прокладка газопроводов допускается на территории промышленных и коммунально-бытовых предприятиях, а также внутри жилых кварталов и дворов. Газопроводы выполняются из стальных труб, соединяя их электросваркой. В местах установки газовых приборов, арматуры и другого оборудования применяются фланцевые и резьбовые соединения.

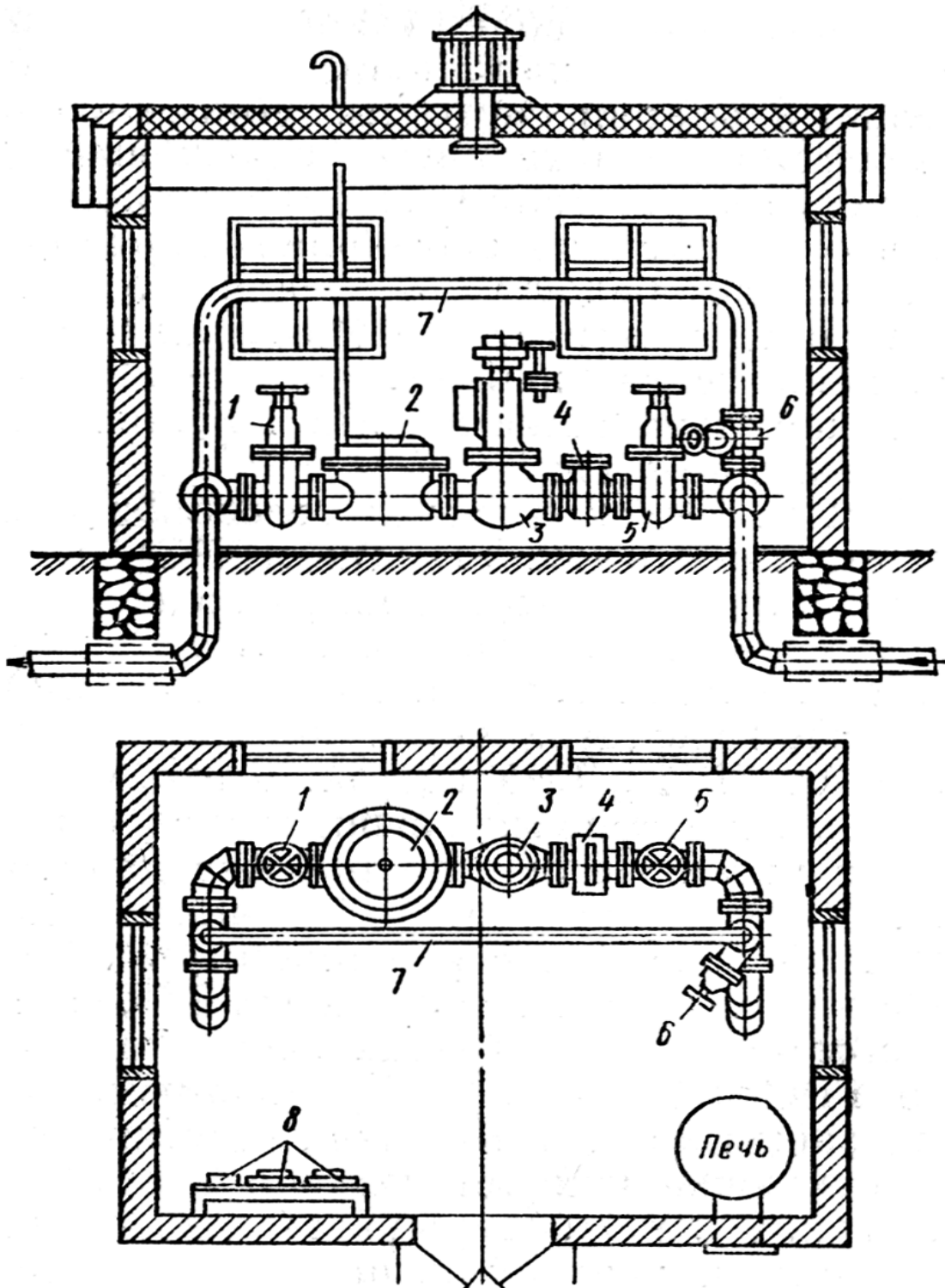


Рис. 65 Газораспределительный пункт

Заглубление газопроводов должно быть не менее 0,8м от поверхности земли. Для выключения отдельных участков газопровода или отключения потребителей устанавливают запорную арматуру, размещаемую в колодце. При изменении температурных условий на газопроводе образуются растягивающие усилия, которые

могут разорвать сварной стык или задвижку. Чтобы избежать этого, на газопроводе, и особенно у задвижек, устанавливают линзовые компенсаторы, воспринимающие эти усилия. Линзовые компенсаторы устанавливают в одном колодце с задвижками, располагают их после задвижек по ходу газа.

Управление задвижками в газовом колодце выведено на поверхность земли с помощью штока, защищенного в верхней части механическим колпаком (ковером). Защита газопроводов от коррозии вызываемой окружающей средой и блуждающими токами, проектируется и выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 9.015-74* и СНиП 1.04.08-87*.

Вводы газопровода в жилые здания устраивают на лестничных клетках, кухнях или коридорах.

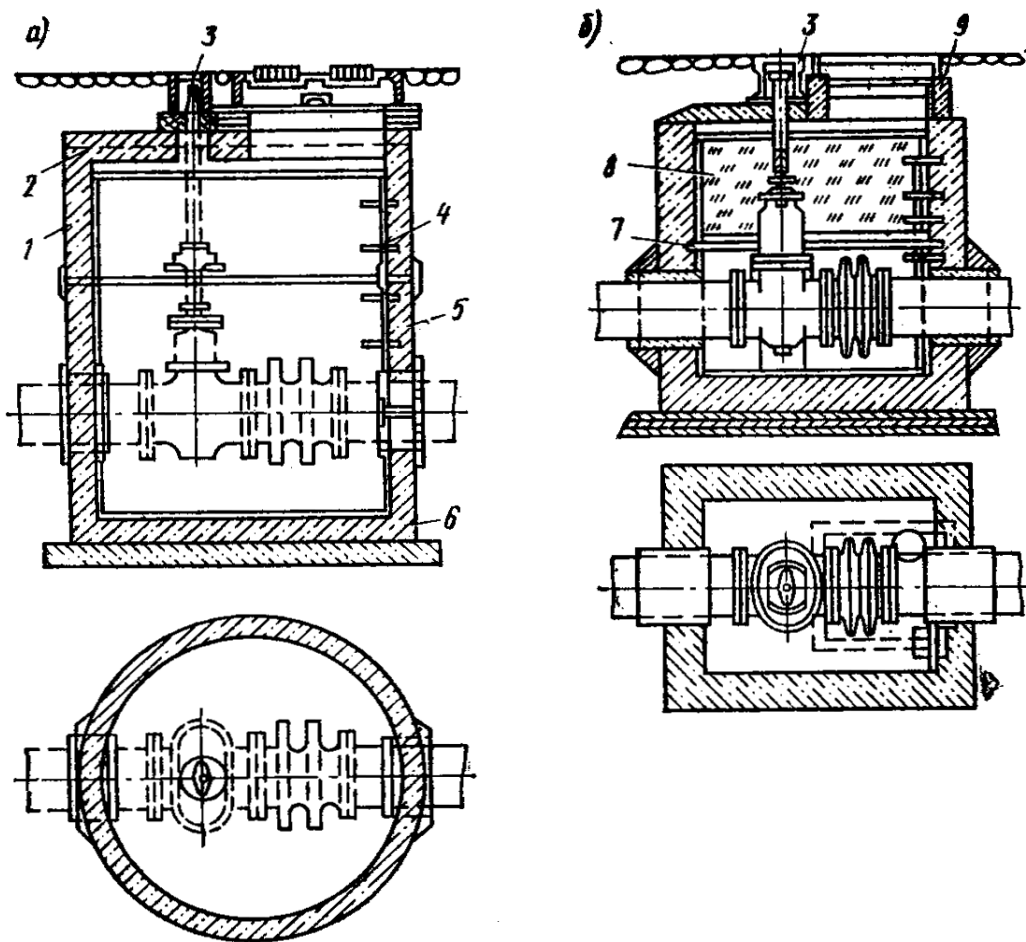


Рис. 66. Газовый колодец

а- из бетонных колец; б- бетонный монолитный: 1- верхнее кольцо; 2- съемная плита; 3- ковер; 4- скобы; 5- среднее кольцо; 6- днище; 7- настил из досок; 8- шлаковая вата; 9- люк

Газ подается в квартиры верхних этажей жилых зданий по стоякам, которые прокладывают в кухнях, на лестничных клетках, в коридорах. В жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах их не прокладывают. Если газопровод проходит через стену или перекрытия, его заключают в футляр из стальной трубы. Газопроводы внутри здания (Рис)выполняют из стальных труб, соединяемых на сварке. Опасные и токсичные свойства газа заставляют предъявлять особые требования также к помещениям, где устанавливают газопотребляющие приборы. В жилых зданиях газовые плиты устанавливаются в кухнях высотой не менее 2,2м, имеющих окно с форточкой или фрамугой, и вентиляционный канал, в зависимости от кубатуры кухни.

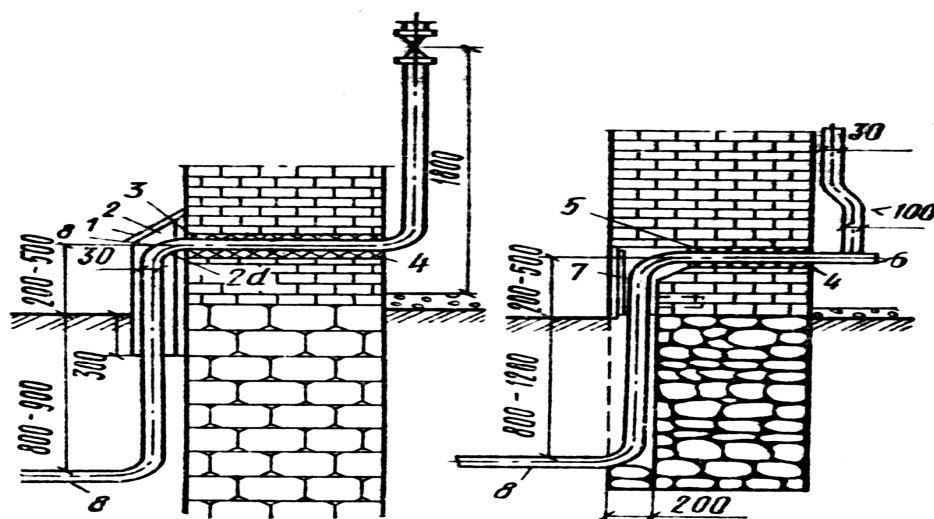


Рис.67. Вводы газопроводов в здание

1-крышка футляра; 2-футляр для наружной части газопровода; 3-стальная гильза; 4-дверка люка; 5-битумное заполнение; 6-пробка; 7- крючок; 8-соединение сваркой

Для плиты с четырьмя горелками требуется минимальный объем кухни 15м^2 , для плиты с тремя горелками – 12м^2 и для плиты с двумя горелками – 8м^2 . Газовые водонагреватели с отводом продуктов сгорания в дымоходы устанавливают в ванных комнатах, объединенных санузлах и кухнях жилых зданий. Помещения ванных комнат и объединенных санузлов должны иметь объем не менее $7,5\text{м}^2$ и вентиляционный канал. Кроме того, в этих помещениях должны быть в нижней

части двери решетки площадью не менее $0,02\text{м}^2$ или зазоры между дверью и полом такой же величины. Двери должны открываться наружу.

Отвод продуктов сгорания газа от бытовых газовых приборов, печей и другого газового оборудования, в конструкции которого предусмотрен отвод продуктов сгорания в дымоход, следует предусматривать отдельно, т.е. по обособленным дымоходам. Суммарная длина горизонтальных участков соединительной трубы должны быть не более 3м, а длина вертикального участка более 0,5м.

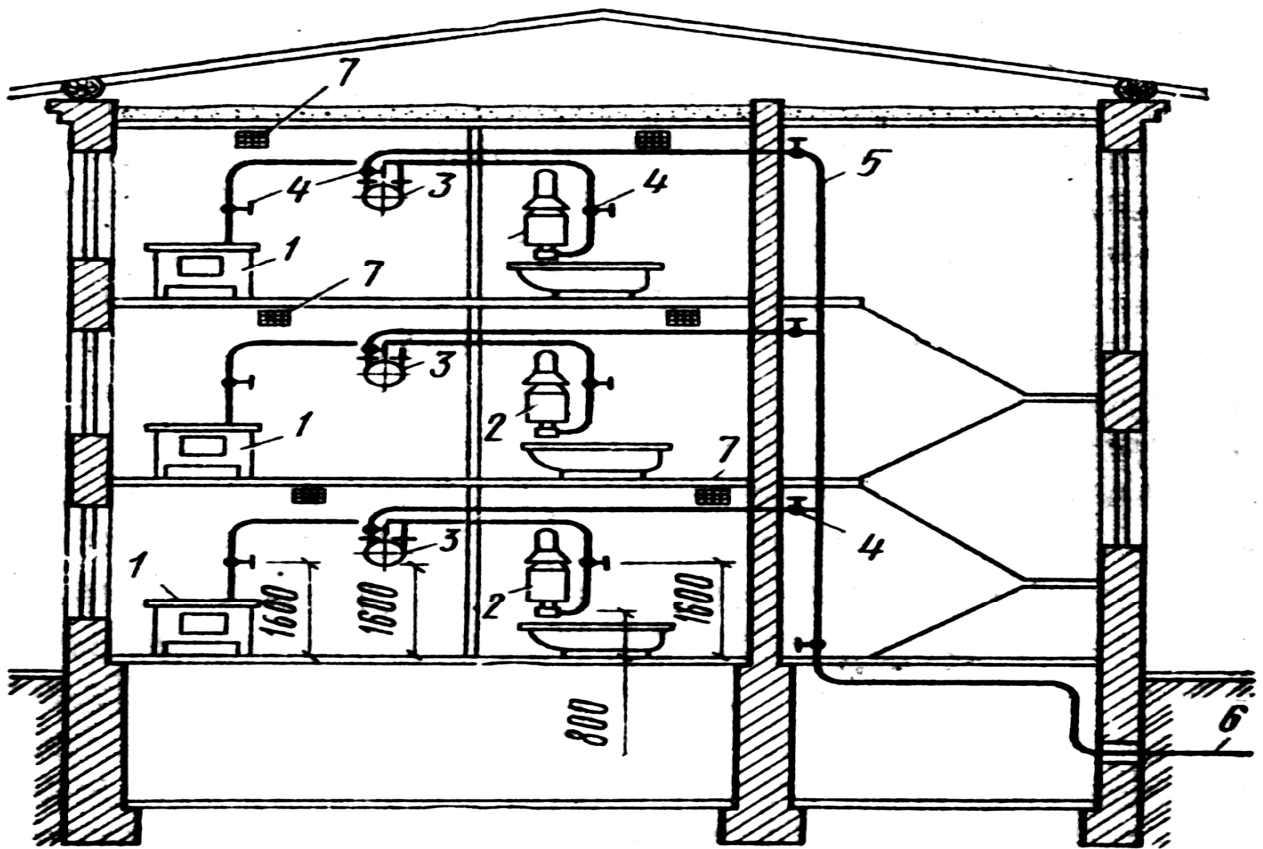


Рис. 68. Схема внутридомовой газовой сети
1-газовая плита; 2- газовая колонка; 3- газовый счетчик ; 4- краны пробочные; 5- газопровод; 6- ввод газопровода; 7- вытяжная вентиляция

Литература

1. Тихомиров Н.В., Сергиенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция . Учебное пособие .4-е изд.-М.:Стройиздат,1991 г.
2. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита здания
3. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование
4. СНиП 23-01-99* Строительная климатология
5. СНиП 2.09.04- 87* Административные и бытовые здания.
6. СНиП.1-05-2003 Общественные здания административного назначения
7. СП 23-101-2000 Свод правил по проектированию и строительству «Проектирование тепловой защиты зданий»
8. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
9. СНиП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

Пузиков Николай Тимофеевич

Болдин Сергей Валентинович

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекциям и практическим занятиям (включая рекомендации обучающимся по организации самостоятельной работы)

по дисциплине «Теплогазоснабжение и вентиляция»

для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция, Промышленное и гражданское строительство, Водоснабжение и водоотведение, Организация инвестиционно-строительной деятельности, Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций, Гидротехническое, геотехническое и энергетическое строительство