

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Т.А. Стрелюхина

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

Пенза 2015

УДК 697.34.4 (-21)
ББК 31.38 (+2) я 73
С84

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: главный специалист ООО ПСП
«Комплекс» Г.М. Панина;
кандидат технических наук, до-
цент Н.В. Аржаева (ПГУАС)

Стрелюхина Т.А.

С84 Централизованное теплоснабжение. Контрольно-измери-
тельные задания для самостоятельной работы студентов: учеб.-
метод. пособие / Т.А. Стрелюхина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 68 с.

Приведены ключевые слова, схемы, символы, алгоритмы, а также задания и вопросы для контроля знаний по дисциплине «Централизованное теплоснабжение». Данное пособие является контрольно-измерительным материалом при оценке качества подготовки студентов в рейтинговой системе.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство», при изучении дисциплины «Централизованное теплоснабжение».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015
© Стрелюхина Т.А., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебно-методическое пособие охватывает основные разделы дисциплины «Централизованное теплоснабжение», такие, как системы теплоснабжения, теплопотребления, режимы регулирования централизованного теплоснабжения, гидравлические режимы тепловых сетей, оборудование тепловых сетей. Ряд разделов посвящён централизованным системам горячего водоснабжения и тепловым пунктам. После каждого раздела приведены задачи и контрольные вопросы.

Предлагаемая система ключевых слов, символов, алгоритмов, контрольных заданий и вопросов охватывает основные понятия и положения курса «Централизованное теплоснабжение».

Основные задачи указанной системы – контроль качества знаний студентов; закрепление полученных знаний; углубление сведений по теоретическим основам дисциплины; организация индивидуальной работы; развитие творческих способностей. Кроме того, предлагаемая система способствует интенсификации учебного процесса. Данное пособие является основой системы рейтинговой оценки знаний студентов по дисциплине «Централизованное теплоснабжение».

Используя данное пособие и работая с учебной и справочной литературой, студент самостоятельно решает поставленные перед ним вопросы и задачи.

Дополнительно контроль знаний по дисциплине «Централизованное теплоснабжение» осуществляется по результатам выполнения и защиты студентом проекта по данной дисциплине, таким разделам, как прокладка тепловой сети, механическое оборудование и его расчёт, строительные конструкции в тепловых сетях, тепловой расчёт теплопроводов, эксплуатация тепловой сети.

Данное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СТРУКТУРА И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Тема 1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМ

Основные функции систем централизованного теплоснабжения показаны на рис. 1, назначение систем – на рис. 2.

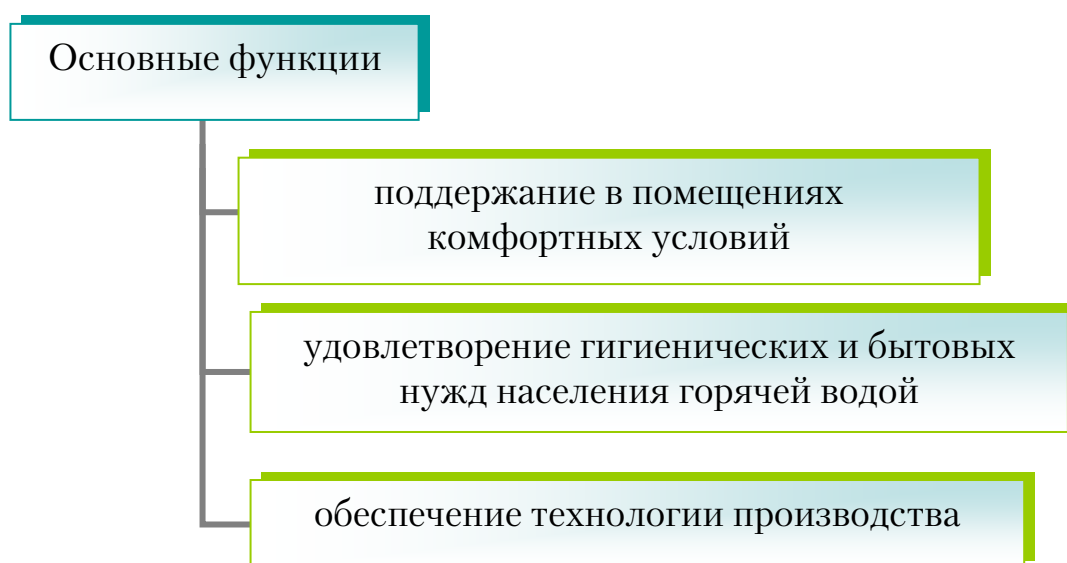


Рис. 1



Рис. 2

Тема 2. СВОЙСТВА И ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Свойства теплоносителей приведены на рис. 3, источники теплоты – на рис. 5, виды теплоснабжения – на рис. 6.



Рис. 3

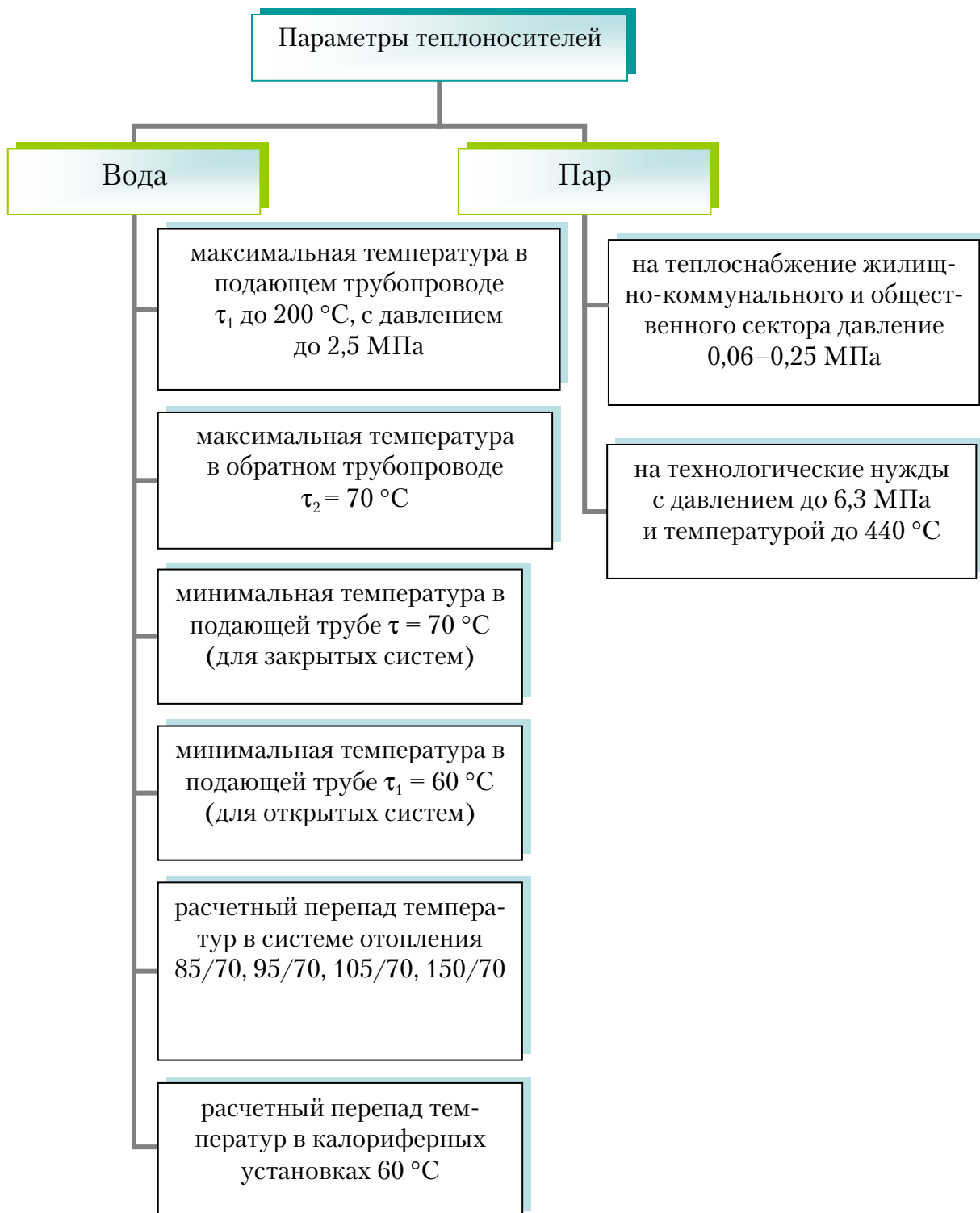


Рис. 4



Рис. 5

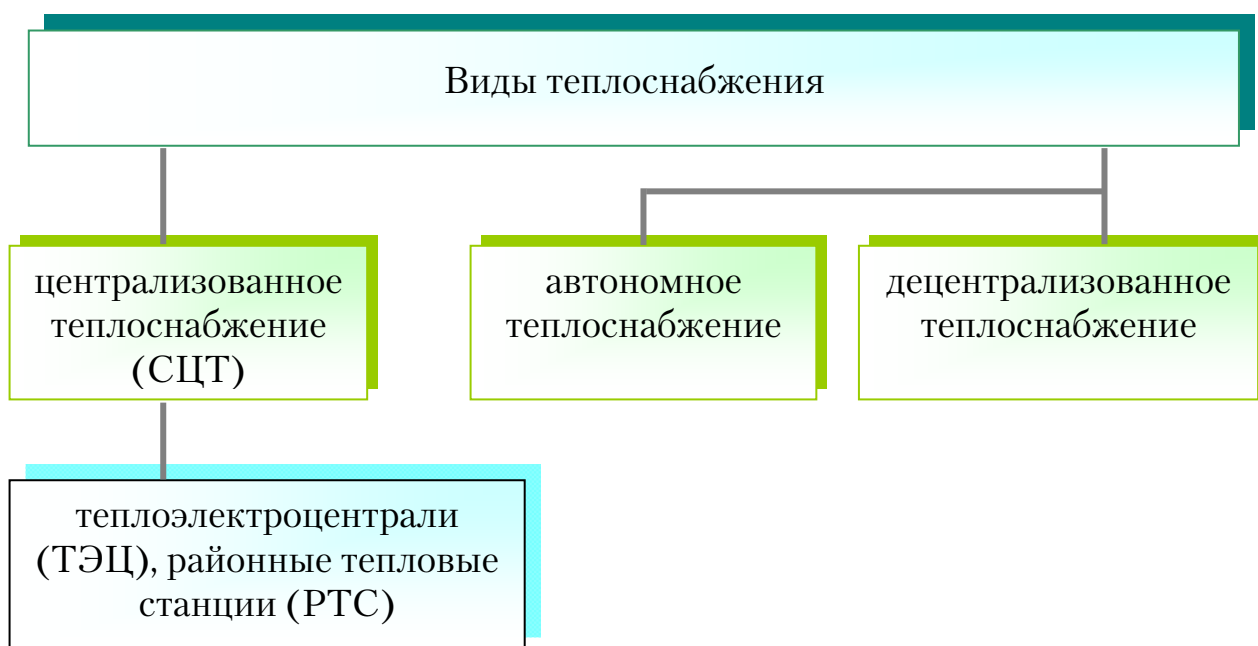


Рис. 6

Тема 3. ТЕПЛОФИКАЦИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА

Теплофикация – централизованное теплоснабжение на базе комбинированной, т.е. совместной выработки теплоты и электрической энергии.

Виды выработка тепла и электроэнергии показаны на рис. 7, пути повышения эффективности теплофикации – на рис. 8.

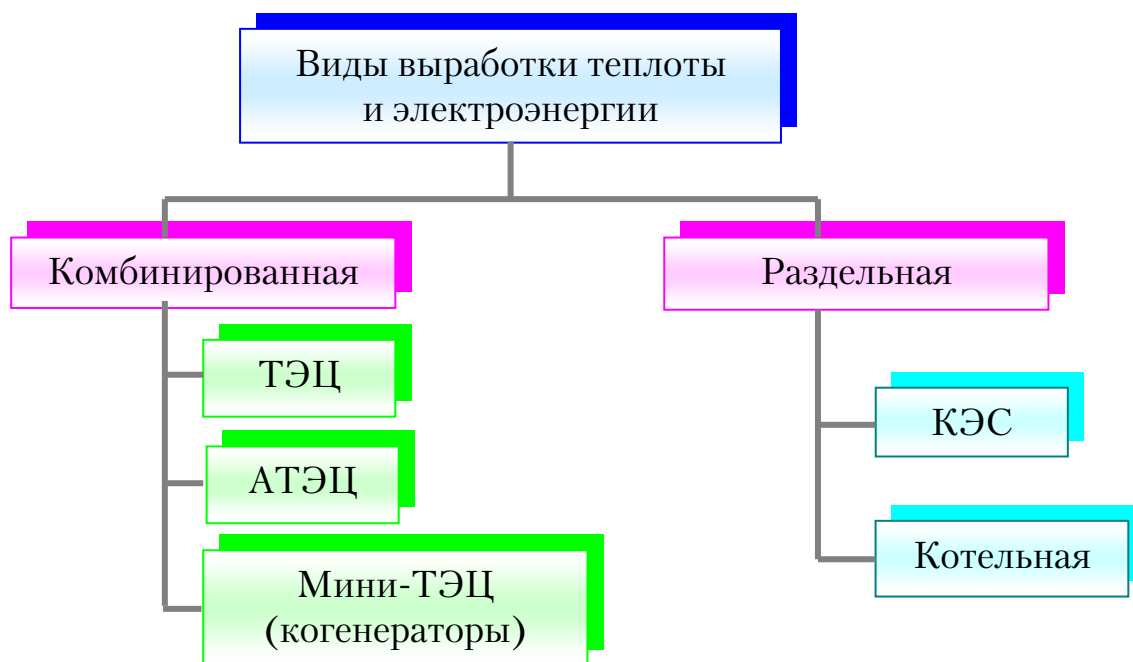


Рис. 7

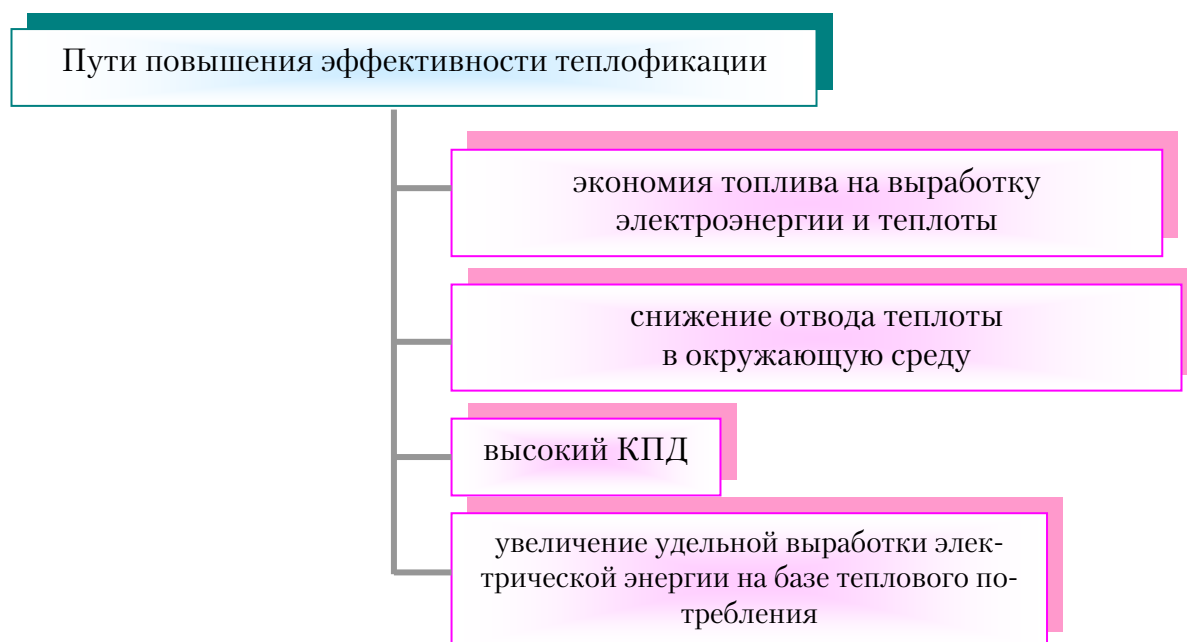


Рис. 8

Построение схем ТЭЦ и районных котельных

Схема построения ТЭЦ приведена на рис. 9, котельной – на рис. 10, КЭС – на рис. 11.

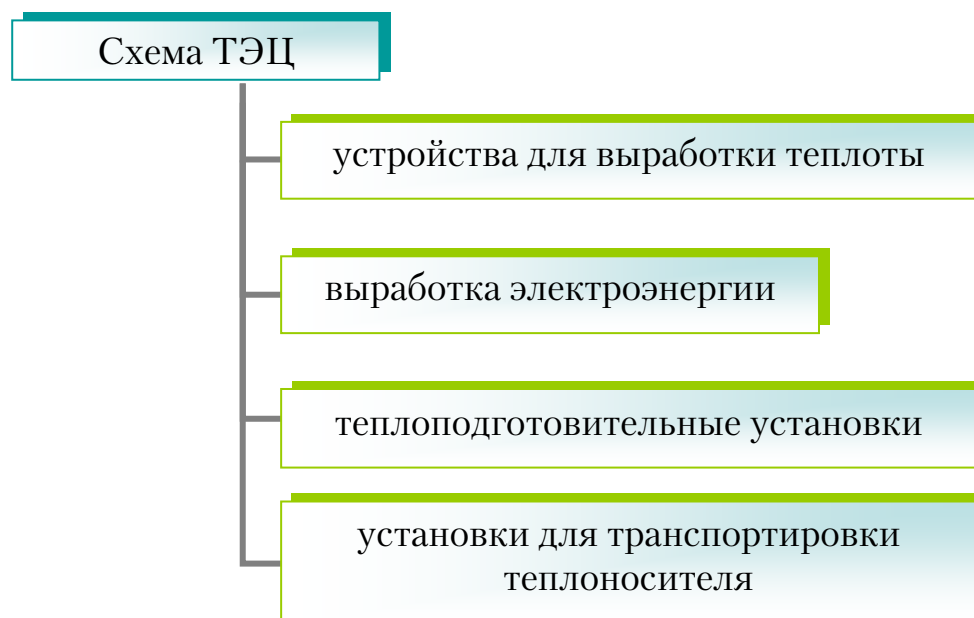


Рис. 9

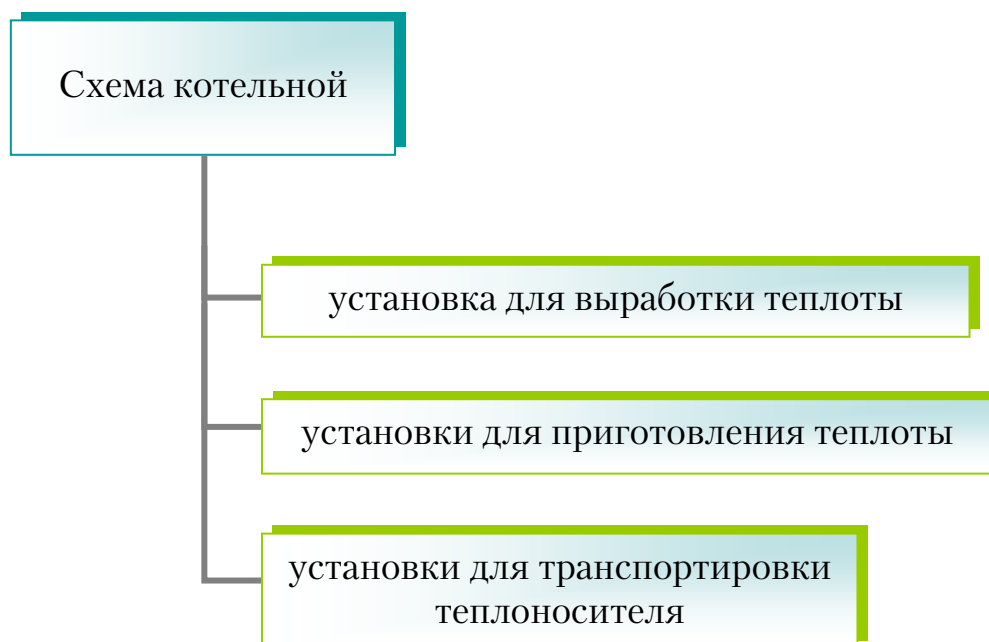


Рис. 10

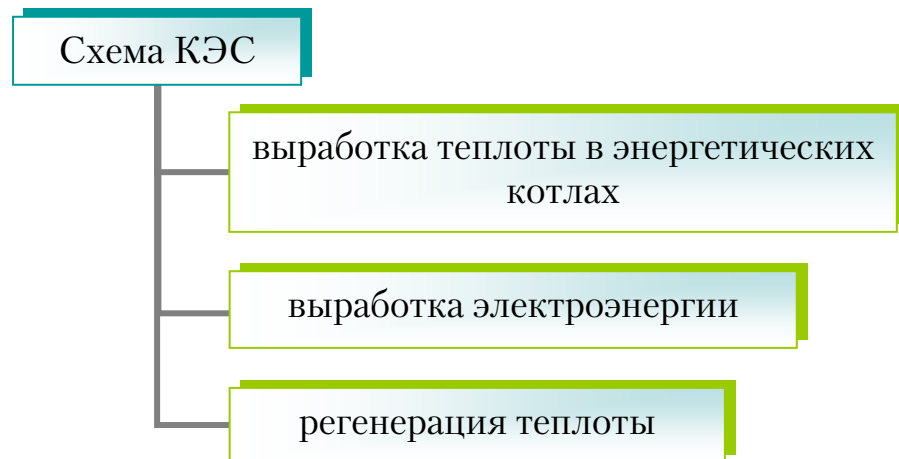


Рис. 11

Энергетическая эффективность теплофикации

Энергетическая эффективность теплофикации оценивается по экономии топлива ΔB , получаемой от снижения расхода топлива при энергоснабжении от ТЭЦ по сравнению с энергоснабжением от КЭС и котельной при той же нагрузке (количестве потребителей).

Основные расчетные формулы

$$B_{\text{тт}} = b_{\text{т}}^{\text{т}} \cdot Q;$$

$$b_{\text{т}}^{\text{т}} = \frac{10^6}{29300 \cdot \eta_{\text{к}}} = \frac{34,1}{\eta_{\text{к}}};$$

$$B_{\text{тэ}} = b_{\text{т}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{т}} = b_{\text{т}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{т}} \cdot Q_{\text{т}};$$

$$B_{\text{рэ}} = b_{\text{к}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{к}} = b_{\text{т}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{т}} \cdot Q_{\text{т}};$$

$$B_{\text{тэ}} = b_{\text{т}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{т}} + b_{\text{тк}}^{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{тк}};$$

$$B_{\text{пр}} = b_{\text{к}}^{\text{т}} \cdot \frac{Q_{\text{п}}}{\eta_{\text{ск}}};$$

$$\Delta B_{\text{т}} = B_{\text{пр}} - B_{\text{тт}};$$

$$\Delta B_{\text{э}} = B_{\text{пэ}} - B_{\text{тэ}};$$

$$\Delta B = \Delta B_{\text{э}} + \Delta B_{\text{т}};$$

$$\Delta b = b_{\text{т}}^{\text{т}} - \Delta b_{\text{э}} = \frac{34,1}{\eta_{\text{кк}}} - (b_{\text{к}}^{\text{э}} - b_{\text{т}}^{\text{э}}) \cdot \Theta_{\text{т}};$$

$$\Delta B = \Delta b \cdot Q;$$

$$b_{\text{т}}^{\text{э}} = \frac{0,123}{(\eta_{\text{кк}} \cdot \eta_{\text{эм}})};$$

$$b_{\text{тк}}^{\text{э}} = \frac{0,123}{\eta_{\text{кк}} \cdot \eta_{\text{ит}} \cdot \eta_{\text{эм}} \cdot \eta_{\text{oit}}};$$

$$\Theta_{\text{к}} = b_{\text{к}}^{\text{э}} \cdot \Theta.$$

Экономия топлива достигается вследствие:

✓ комбинированной выработки электрической энергии на ТЭЦ:

$$\Delta B_{\text{э}} = (b_{\text{к}}^{\text{э}} - b_{\text{т}}^{\text{э}}) \cdot \Theta_{\text{т}} - \Theta_{\text{тк}} \cdot (b_{\text{тк}}^{\text{э}} - b_{\text{к}}^{\text{э}});$$

✓ более экономичной выработки теплоты на ТЭЦ:

$$\Delta B_{\text{т}} = B_{\text{пр}} - B_{\text{тт}}; \quad Q_{\text{т}} = b_{\text{т}}^{\text{э}} - b_{\text{т}}^{\text{т}};$$

✓ обоих указанных факторов:

$$\Delta B = \frac{(B_{\text{п}} - B_{\text{т}})}{Q_{\text{т}}}.$$

Простейшие тепловые схемы представлены на рис. 12.

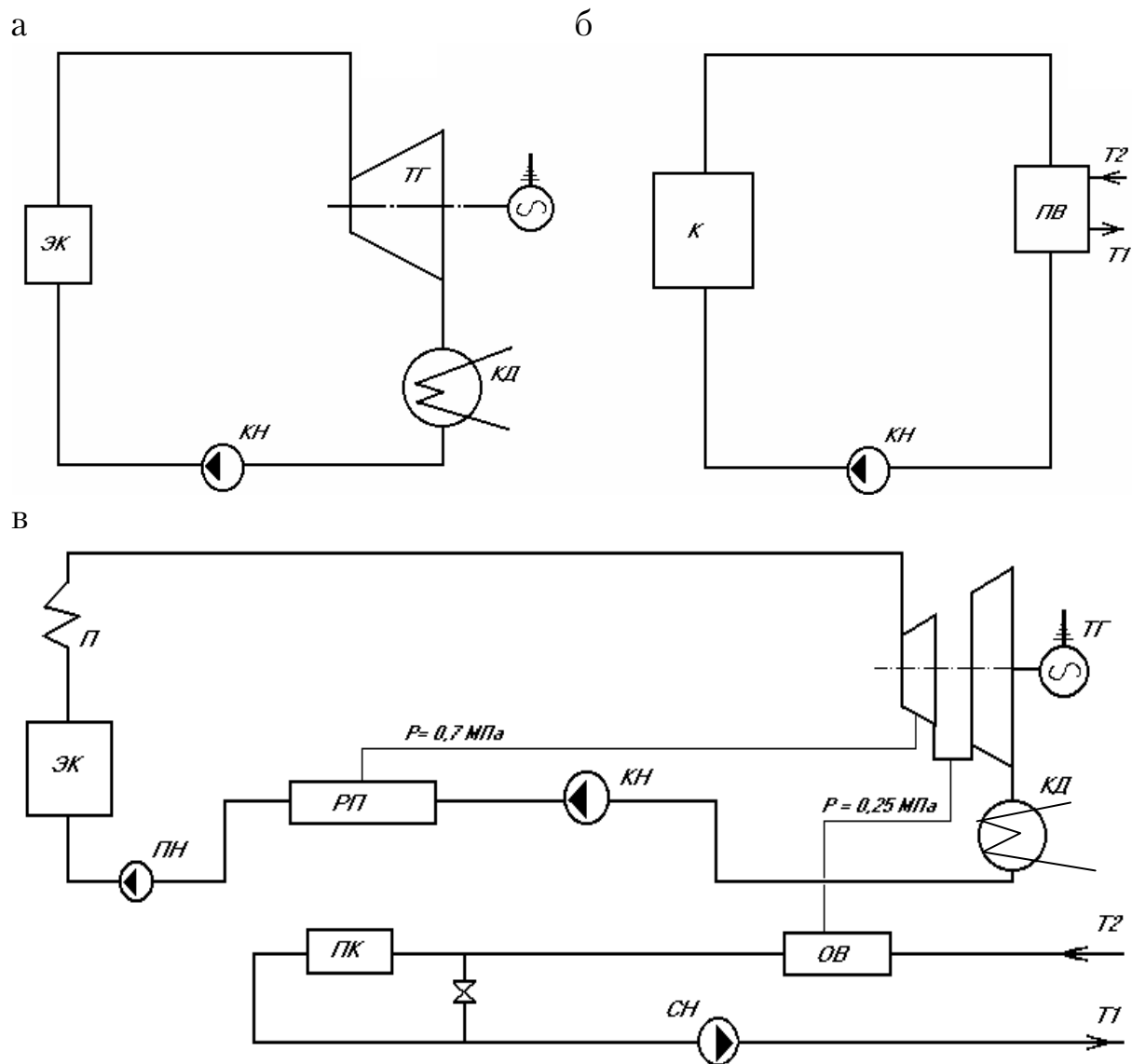


Рис. 12. Тепловые схемы

ЗАДАЧИ

Задача 1

На промышленном предприятии были проведены специальные работы и организовано использование теплоты отработанного пара молота и прессов на нужды отопления и горячего водоснабжения в количестве $Q = 10^6$ ГДж/год. До реконструкции предприятия указанные нужды обеспечивались промышленной котельной установкой с КПД $\eta_k = 0,85$.

Определить экономию условного топлива от использования теплоты вторичных энергоресурсов.

О т в е т: $\Delta B = 40100$ т/год.

Задача 2

Определить экономию условного топлива от использования теплоты отработавшего пара молотов и прессов на нужды отопления и горячего водоснабжения в количестве $Q = 10^6$ ГДж/год. Ранее указанные нужды покрывались от ТЭЦ.

Исходные данные: $\eta_k = 0,86$; $\Xi_t = 120$ кВт·ч/ГДж;

$b_k^3 - b_t^3 = 0,2$ кг/кВт·ч.

О т в е т: $\Delta B = 14300$ т/год.

Задача 3

Район города с годовым полезным потреблением в виде воды $Q_{\text{п}} = 10 \cdot 10^6$ ГДж/год от индивидуальных (домовых) котельных с КПД $\eta_{\text{кд}} = 0,6$ намечено перевести на теплоснабжение от районных котельных с КПД $\eta_{\text{рк}} = 0,8$ при КПД тепловых сетей $\eta_c = 0,95$.

Определить экономию условного топлива ΔB .

О т в е т: $\Delta B = 122 \cdot 10^6$ кг/год.

Контрольные вопросы и задачи

1. Как определяется экономия топлива при централизованном теплоснабжении: а) от ТЭЦ; б) от котельных?

2. Почему тепловая экономичность КЭС зависит от регенеративного подогрева?

3. Что представляет собой коэффициент $0,123$ кг/(кВт·ч) в формуле для определения удельного расхода b_t^3 топлива на выработку электрической энергии?

4. Поясните тепловую схему, приведенную на рис. 12,в.

Тема 4. СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Комплекс установок, предназначенных для подготовки, транспортировки и использования теплоносителя, составляет систему теплоснабжения.

Классификация систем теплоснабжения показана на рис. 13, схема крупной системы теплоснабжения – на рис. 14.

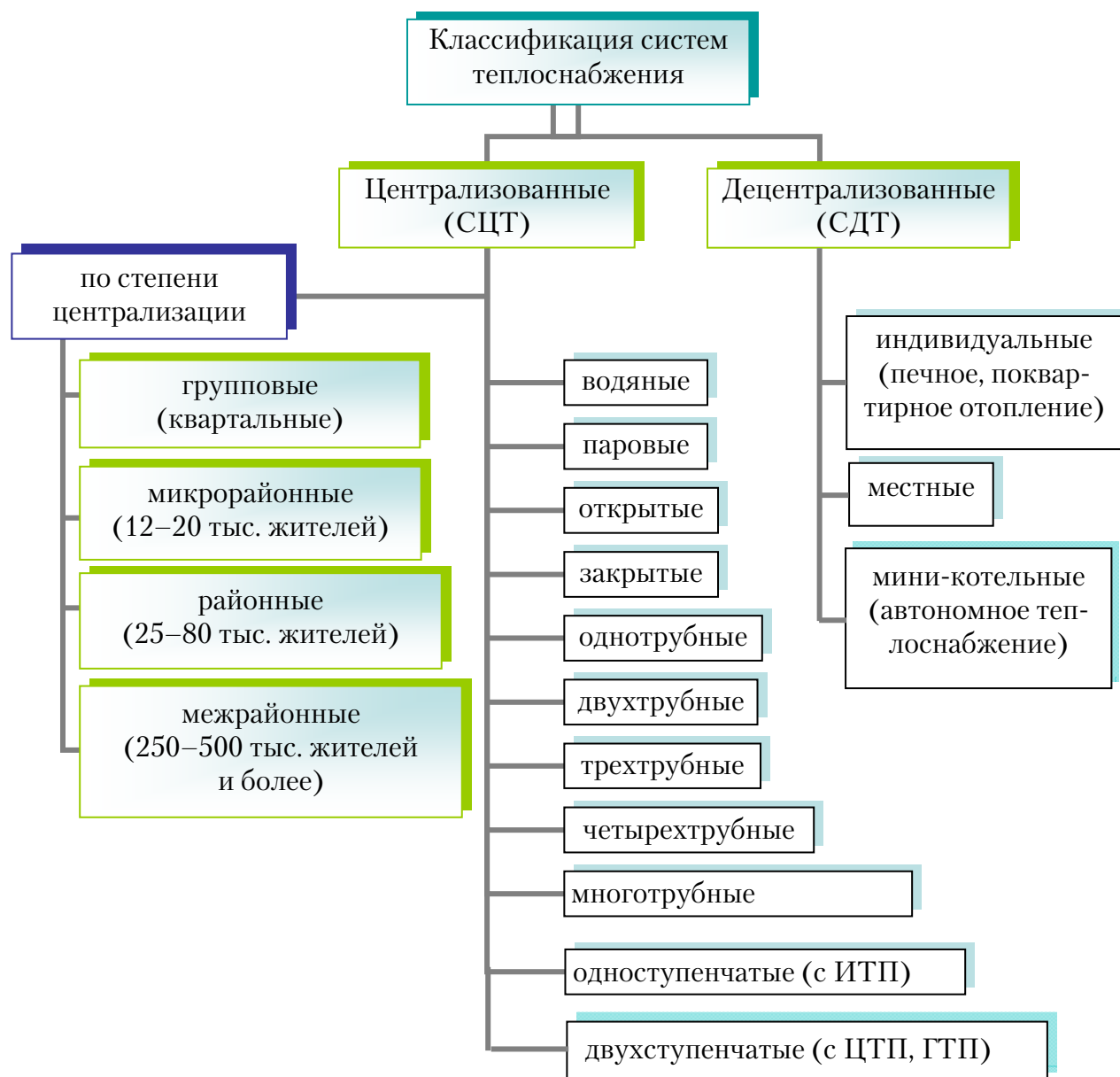


Рис. 13

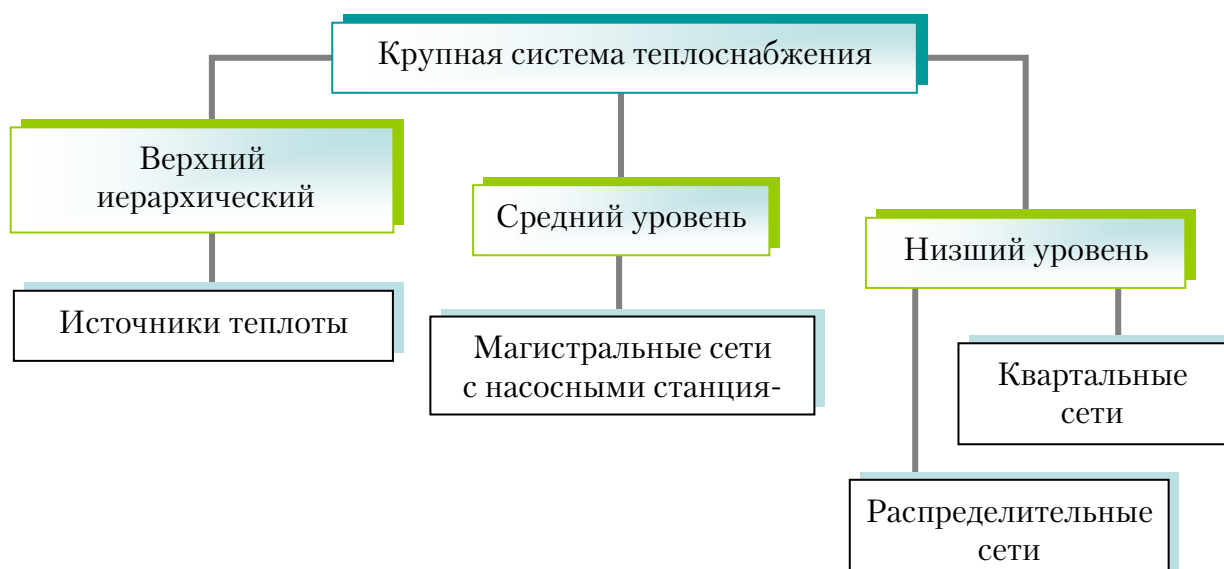


Рис. 14

Иерархизация позволяет удобно и доступно оценить надежность функционирования систем теплоснабжения в целом.

Классификация водяных систем ТС приведена на рис. 15.

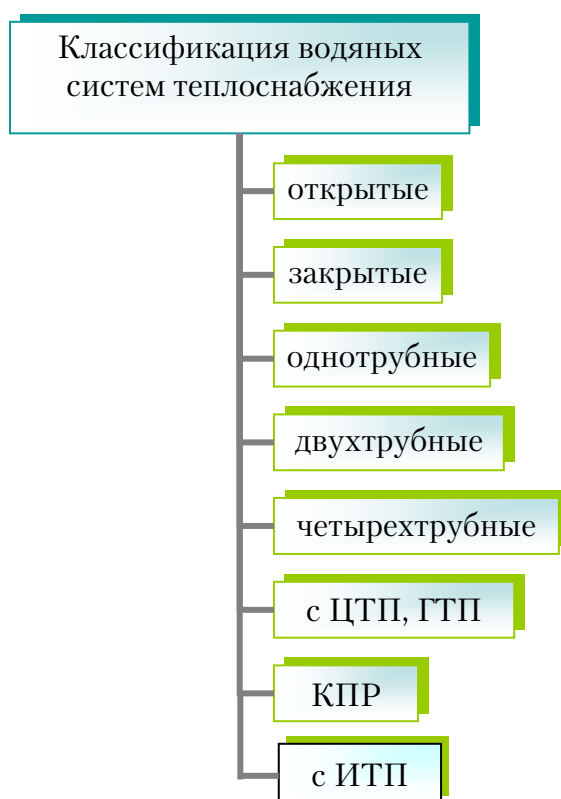


Рис. 15

В закрытых системах вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель и из сети не отбирается (рис. 16).

В открытых системах циркулирующая вода частично или полностью разбирается абонентами для горячего водоснабжения (рис. 17).

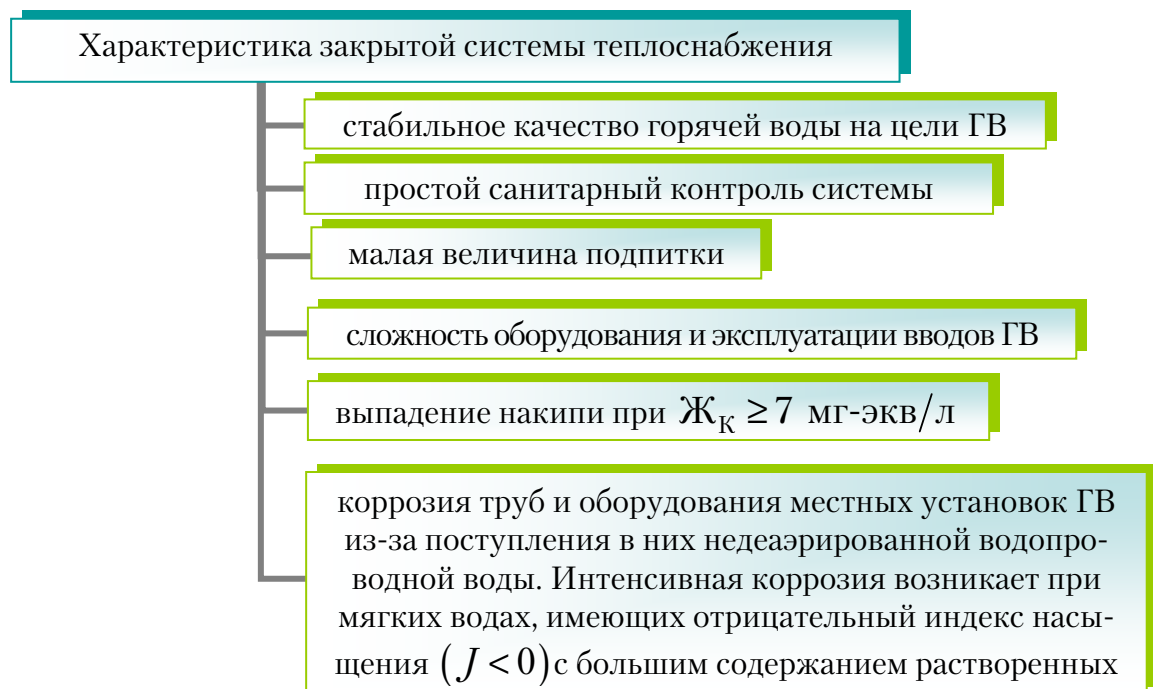


Рис. 16

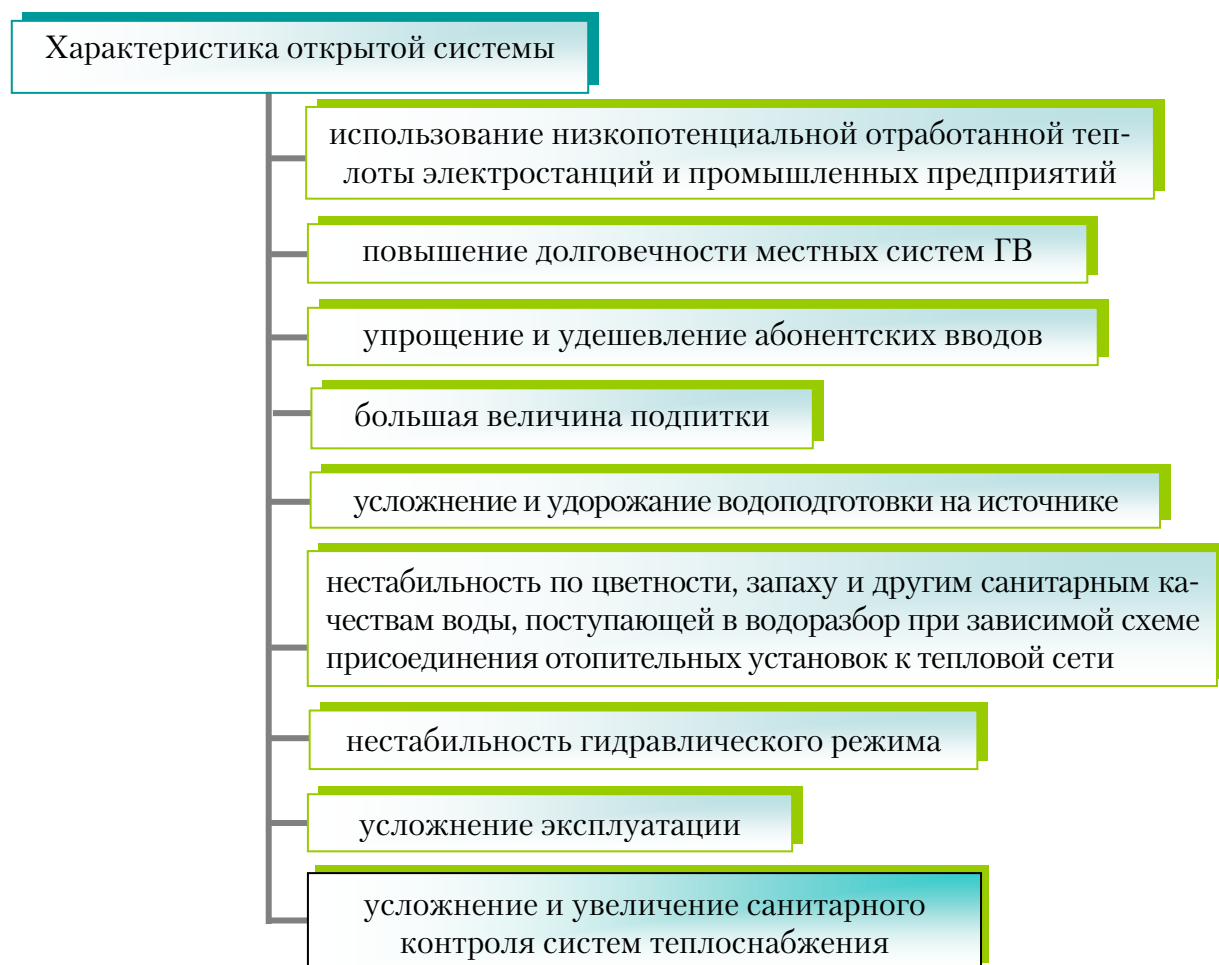


Рис. 17

Схемы присоединения систем отопления к водяной сети показаны на рис. 18, схемы присоединения систем горячего водоснабжения к водяной сети – на рис. 19.

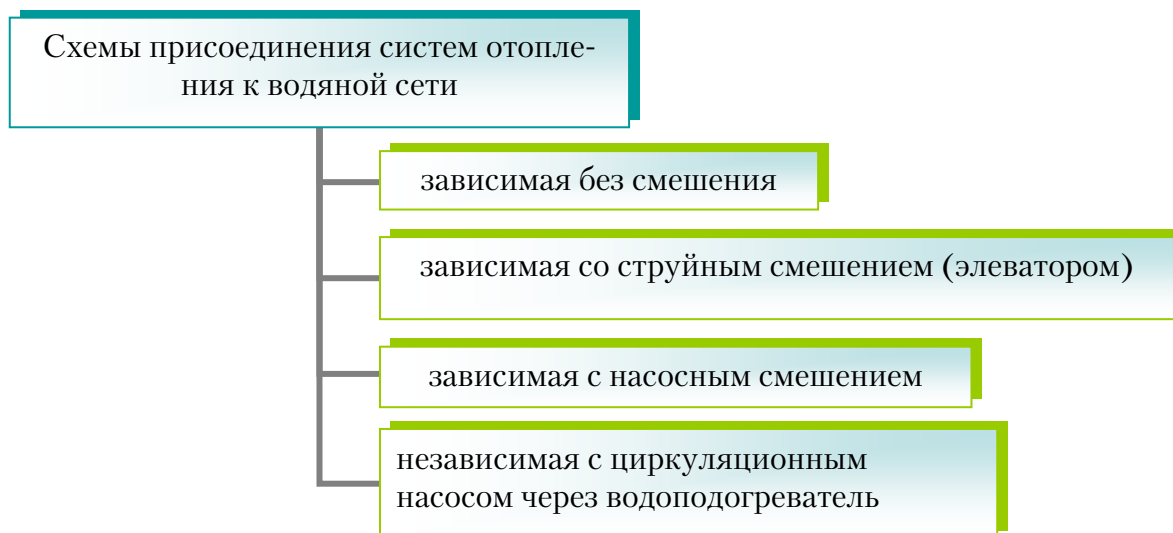


Рис. 18

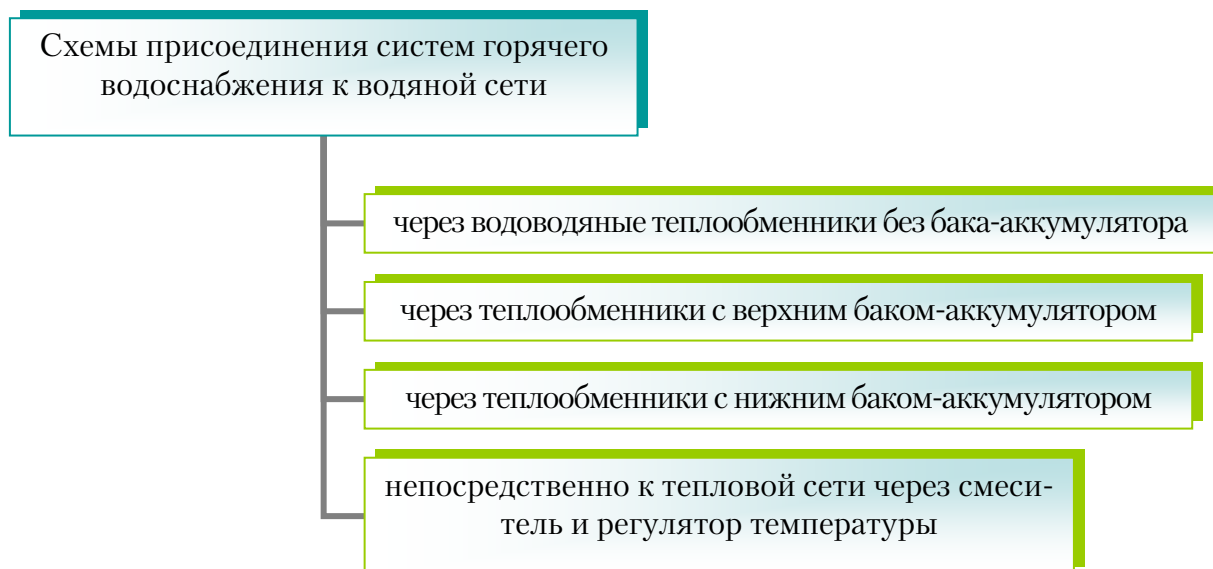


Рис. 19

Характеристика зависимой схемы приведена на рис. 20, независимой – на рис. 21.

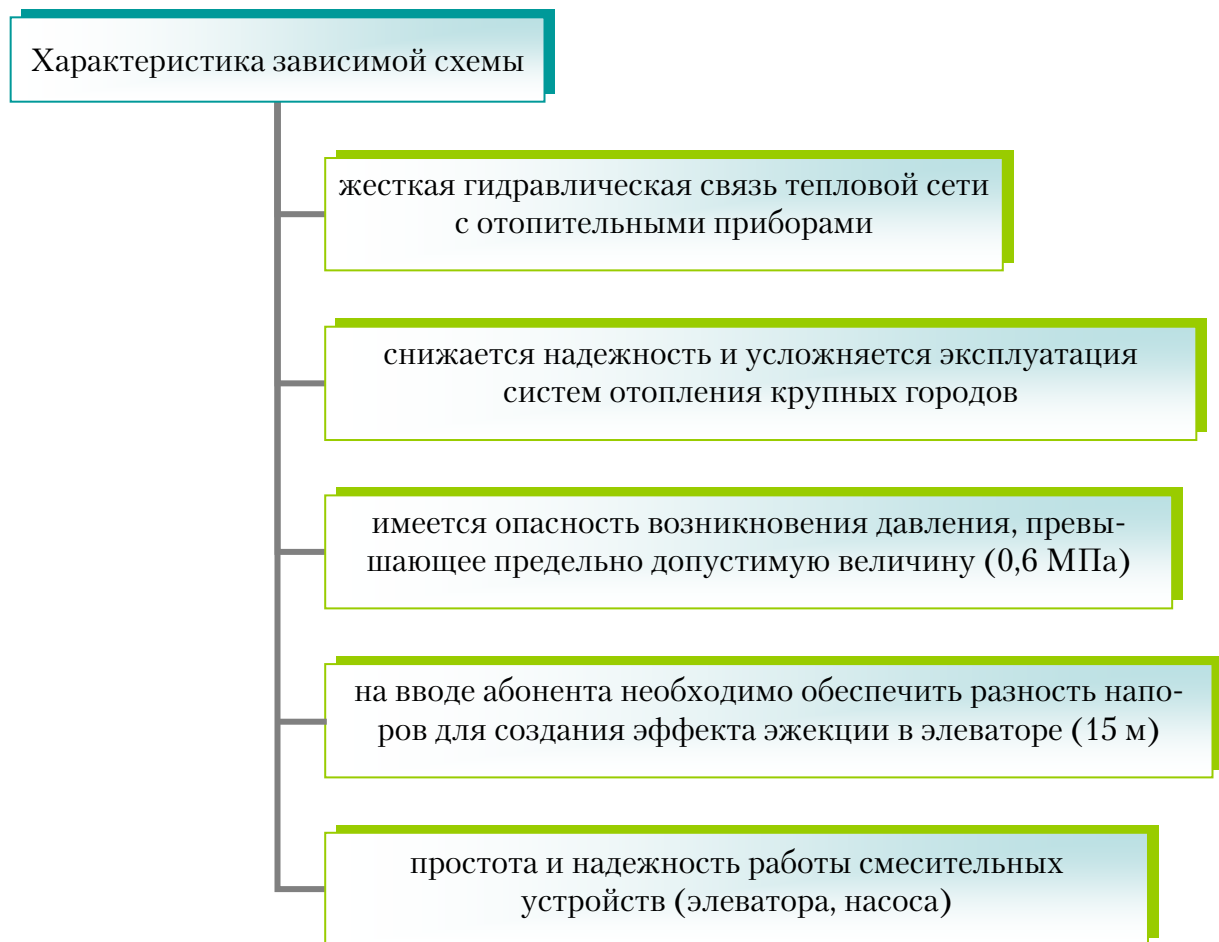


Рис. 20

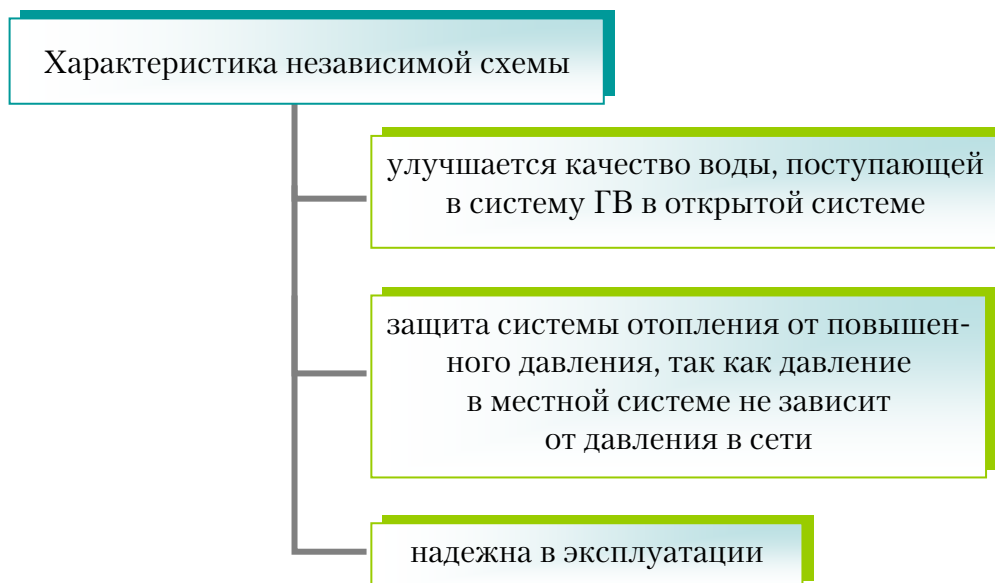


Рис. 21

Классификация паровых систем теплоснабжения показана на рис. 22, схема сбора и возврата конденсата – на рис. 23.

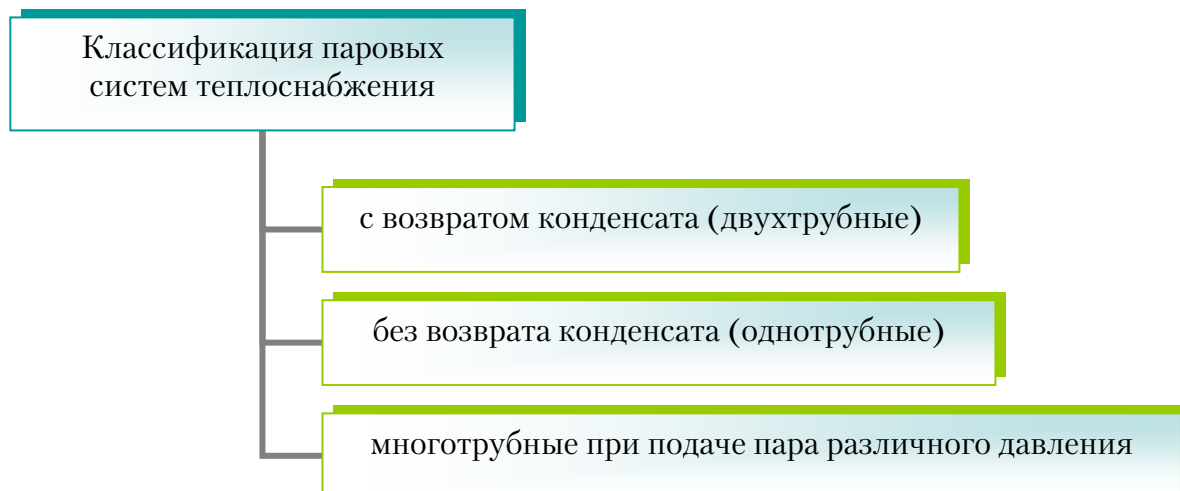


Рис. 22

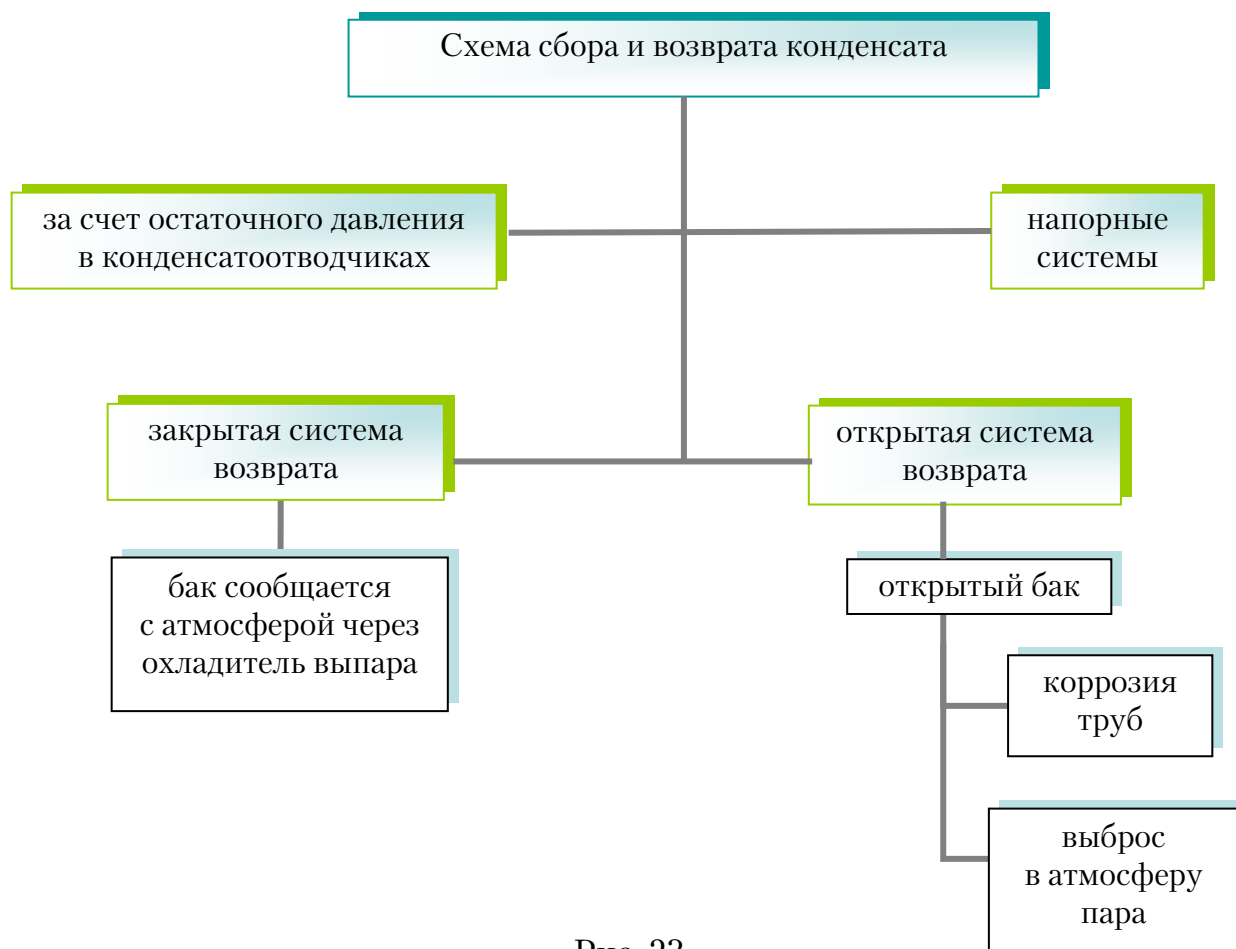


Рис. 23

Схемы присоединения систем отопления к паровой сети приведены на рис. 24, схемы присоединения систем ГВ к паровой сети – на рис. 25.

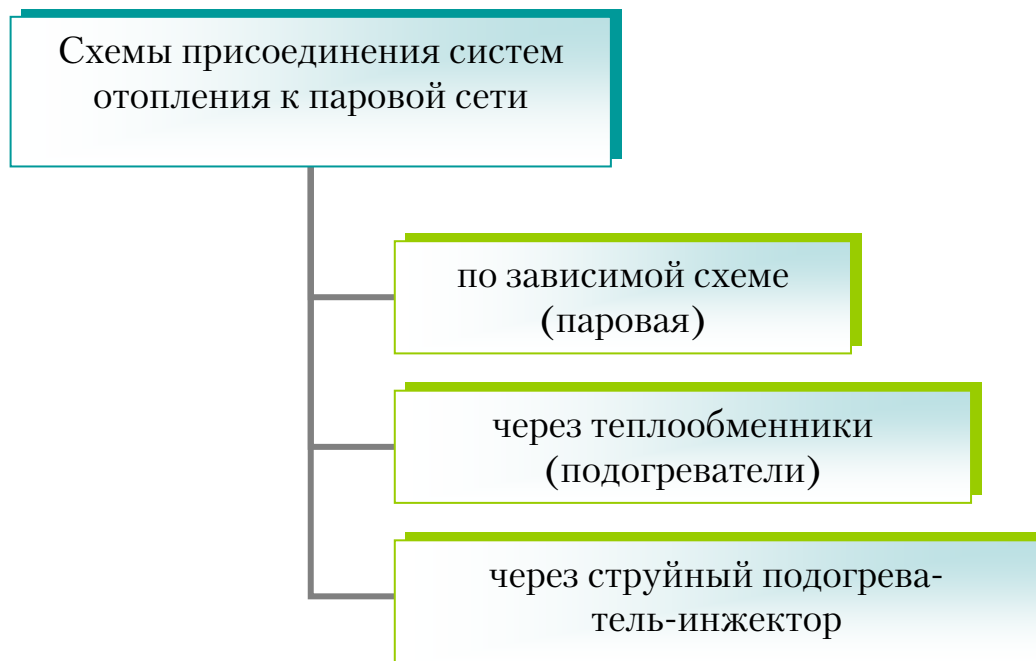


Рис. 24

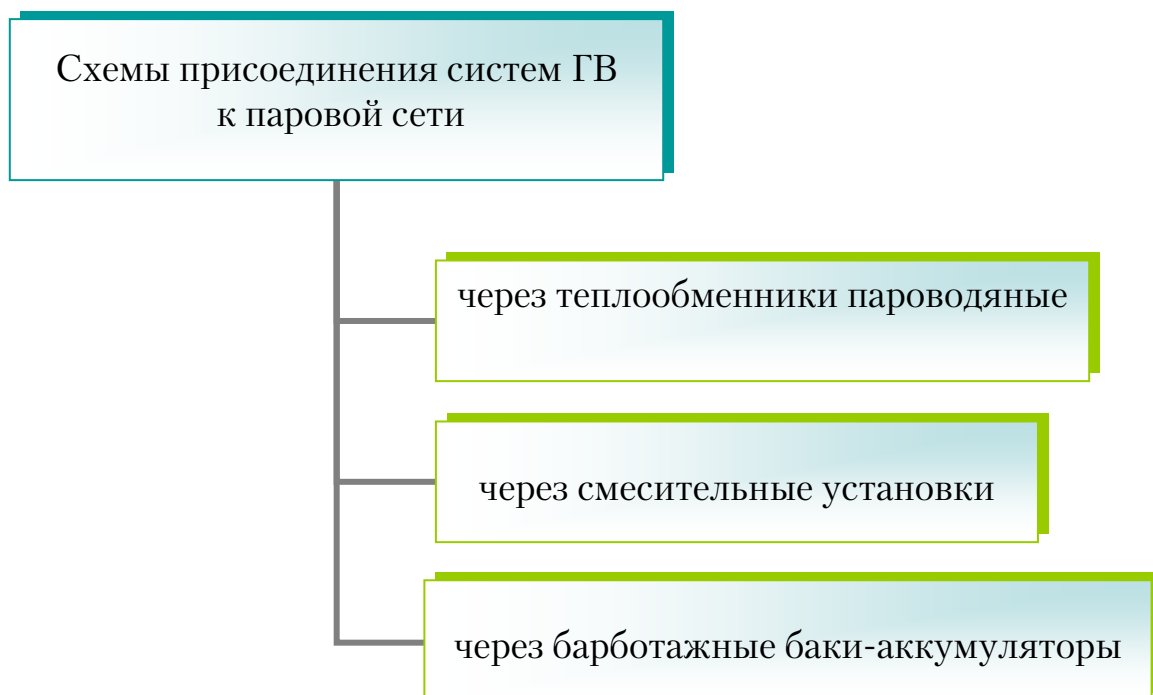


Рис. 25

Схемы включения подогревателей ГВ показаны на рис. 26.

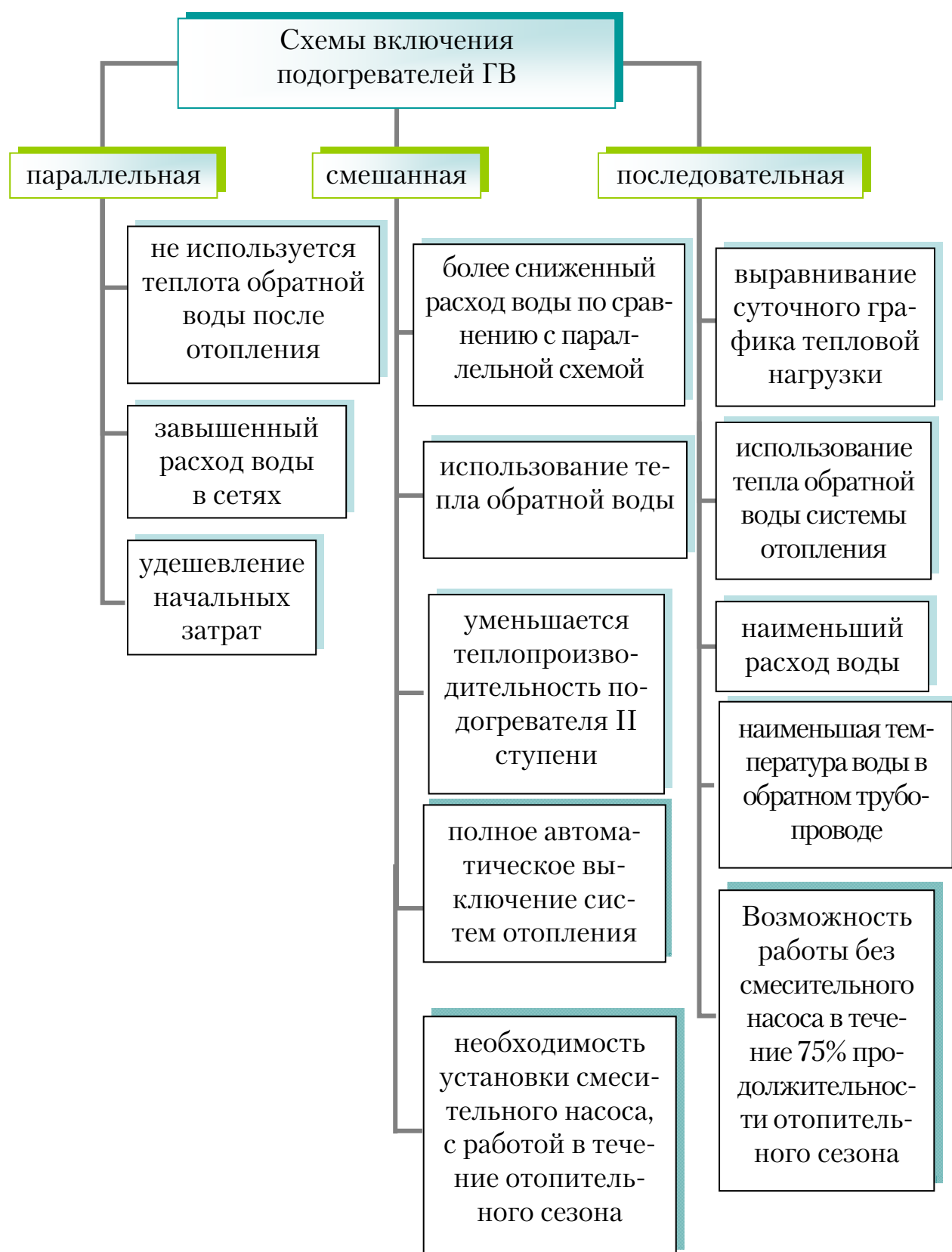


Рис. 26

Тема 5. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Надежность теплоснабжения: характеристика состояния системы теплоснабжения, при котором обеспечиваются качество и безопасность теплоснабжения.

Меры, предпринимаемые для обеспечения надежности ТС, приведены на рис. 27.



Рис. 27

ЗАДАЧИ

Задача 1

Определить расходы сетевой воды у потребителя ГВ при присоединении его по параллельной схеме к закрытой тепловой сети и к открытой сети.

Производительность подогревателя $Q_{h,\max} = 2 \text{ МВт}$. Температура воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 70^\circ\text{C}$, после подогревателя $\tau_{2Г} = 30^\circ\text{C}$, после системы отопления $\tau_{02} = 41^\circ\text{C}$. В системе ГВ $t_h = 60^\circ\text{C}$, температура холодной водопроводной воды $t_c = 5^\circ\text{C}$.

Задача 2

Определить количество теплоты, аккумулированной в воде с $\tau = 150^\circ\text{C}$, заполняющей трубопровод $d_{\text{вп}} = 500 \text{ мм}$, длиной 1 км, и сравнить его с количеством теплоты, аккумулированной в сухом насыщенном паре с $\tau_{\text{н}} = 150^\circ\text{C}$, находящемся в таком же трубопроводе. Принять $t_c = 10^\circ\text{C}$.

Исходные данные: теплоемкость $c_{\text{в}} = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; плотность воды $\rho_{\text{в}} = 920,8 \text{ кг}/\text{м}^3$; $I = 2746 \text{ кДж}/\text{кг}$; плотность пара $\rho_{\text{п}} = 2,55 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Задача 3

Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение составляет 1 МВт. Температура горячей воды $t_h = 60^\circ\text{C}$, температура холодной воды $t_c = 10^\circ\text{C}$. Рассчитать расход воды.

Задача 4

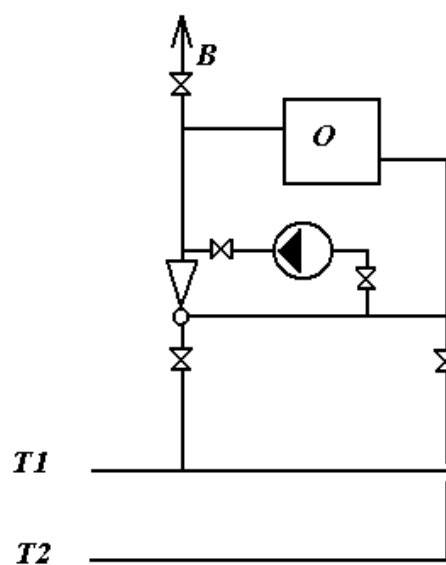
Определить количество теплоты, аккумулированной (считая от 10°C) в воде с температурой 180°C , заполняющей транзитный теплопровод диаметром $d = 1322 \text{ мм}$ и длиной 20 км.

Определить также возможную продолжительность работы теплопровода за счет аккумулированной в воде теплоты, если расход теплоты составляет 1500 МВт; $\rho_{\text{в}} = 887 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Контрольные вопросы и задачи

1. В чем заключается особенность открытых систем теплоснабжения?
2. Почему вода как теплоноситель энергетически выгоднее пара?
3. Как выбрать схему включения подогревателей?
4. Дать характеристику представленным схемам присоединения систем отопления к тепловым сетям, сравнить их (рис. 28). То же схем присоединения ГВ к водяным сетям (рис. 29).
5. Поясните схему теплоснабжения с источником тепла ТЭЦ (рис. 30).
6. Пояснить схему системы теплоснабжения с источником тепла – котельной (рис. 31).

а



б

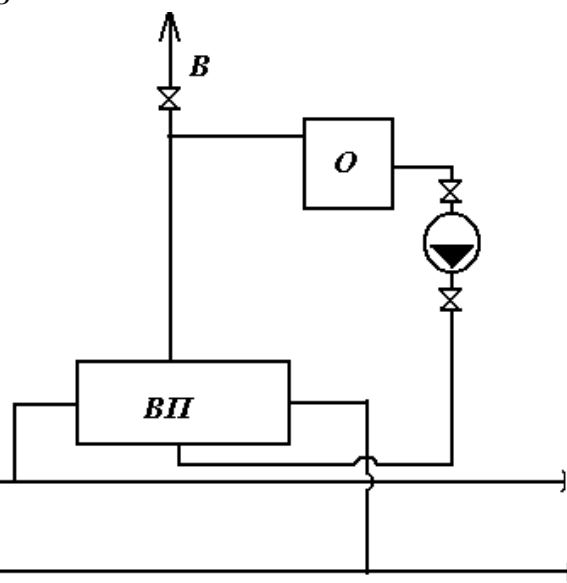
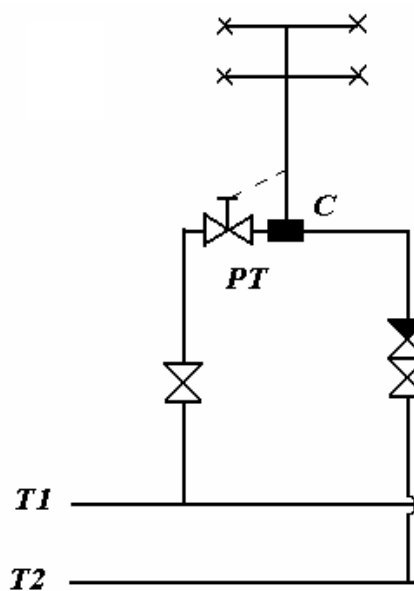


Рис. 28

а



б

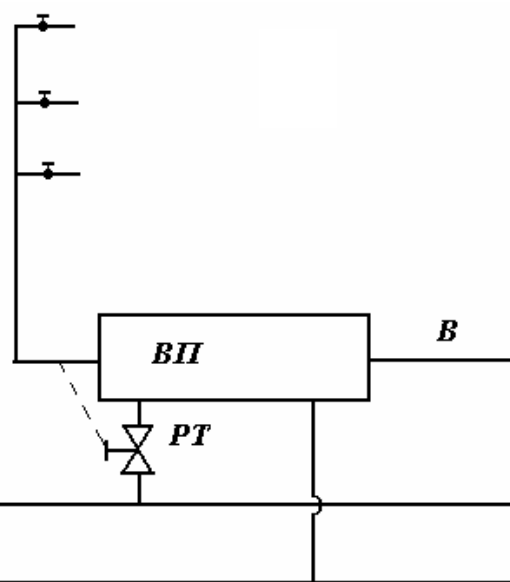


Рис. 29

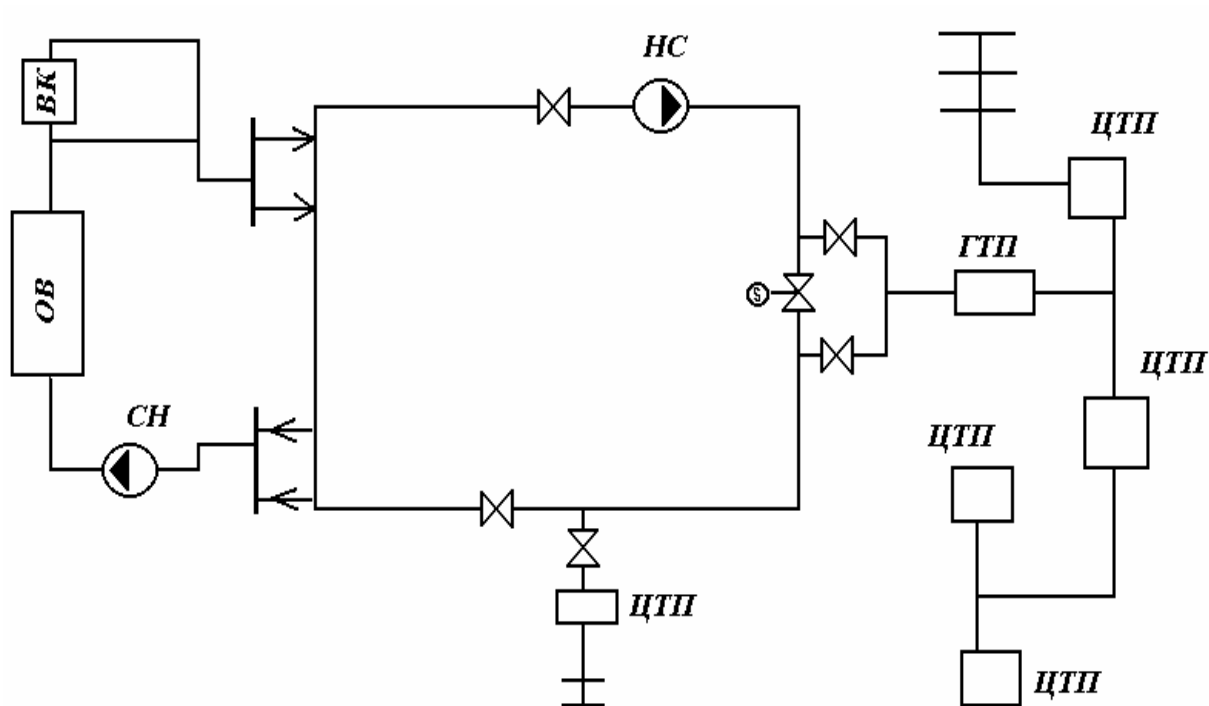


Рис. 30

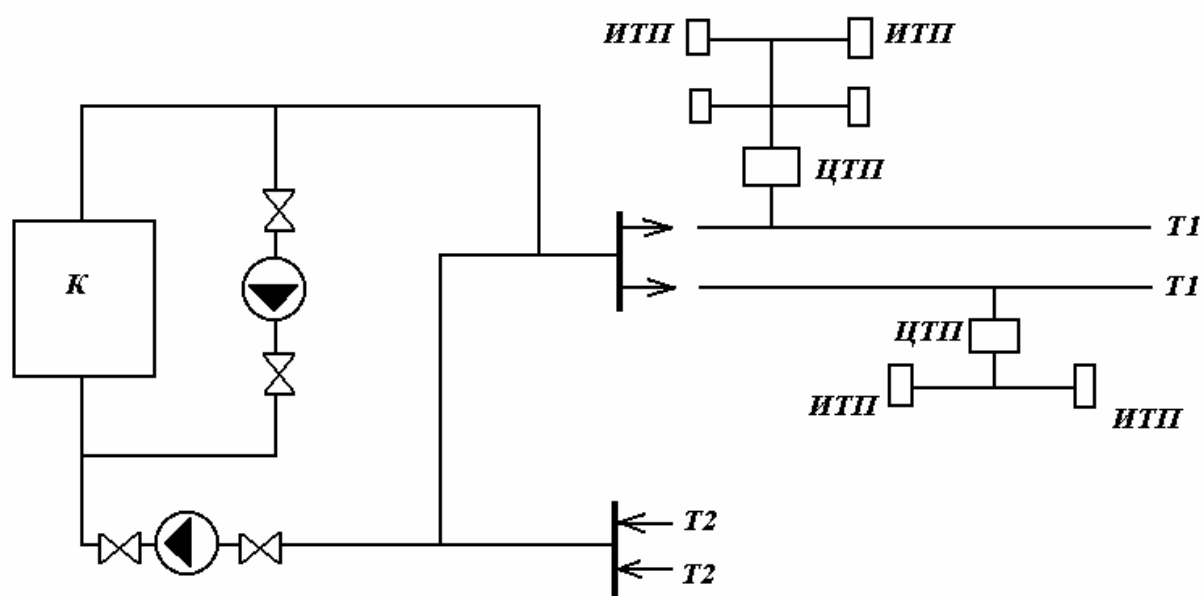


Рис. 31

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ТЕПЛОТЫ

Классификация потребителей приведена на рис. 32, методы определения расходов теплоты – на рис. 33, виды тепловых потоков – на рис. 34, графики теплопотребления – на рис. 35.

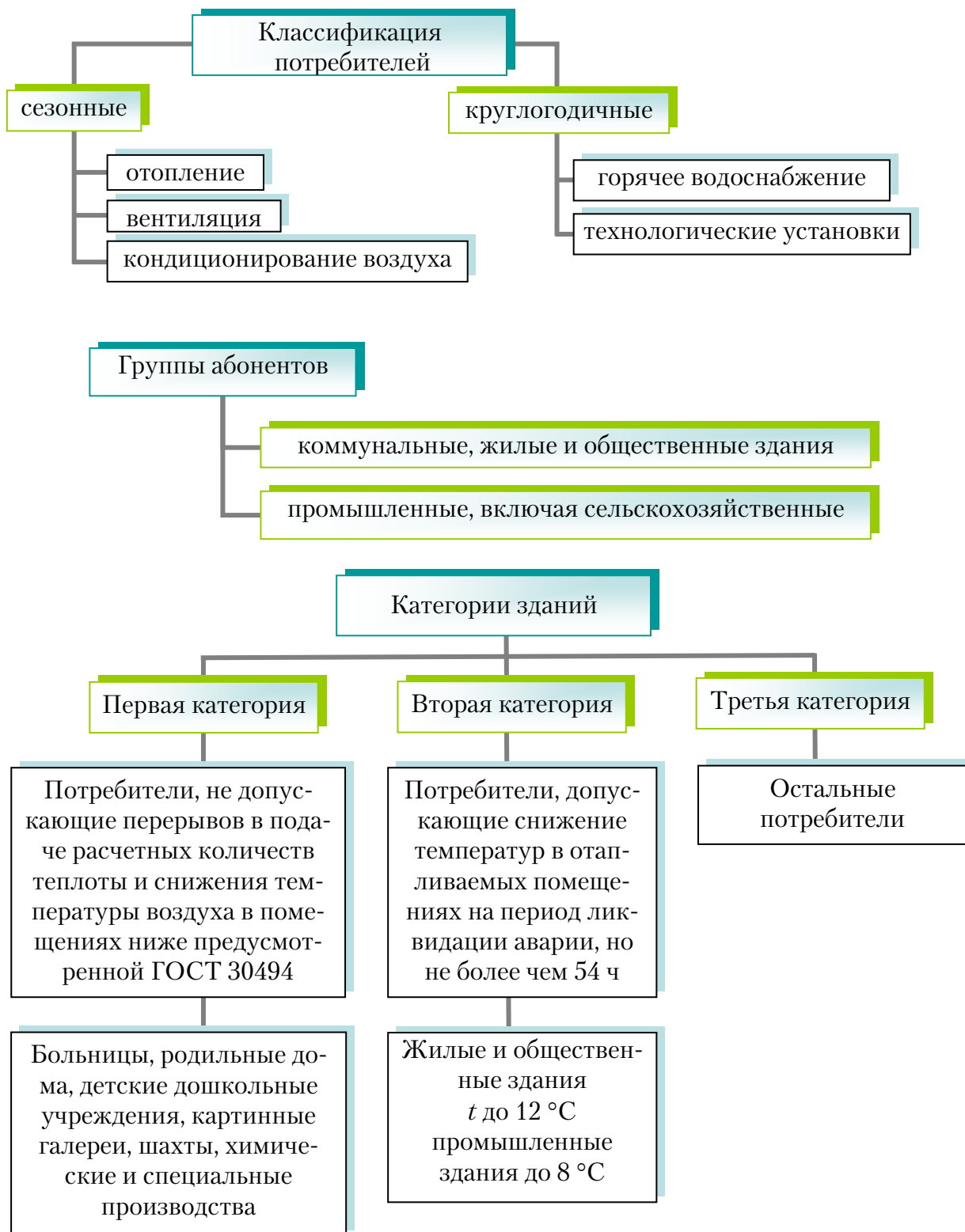


Рис. 32

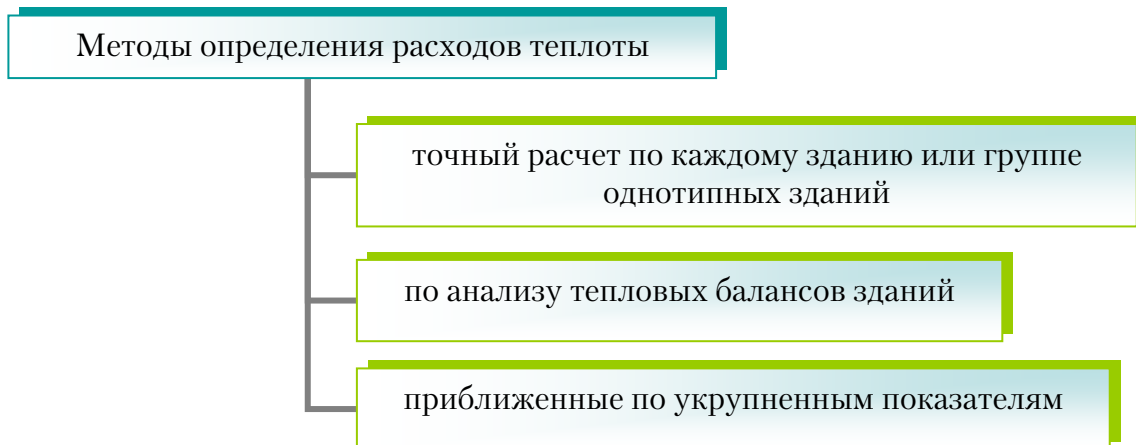


Рис. 33



Рис. 34

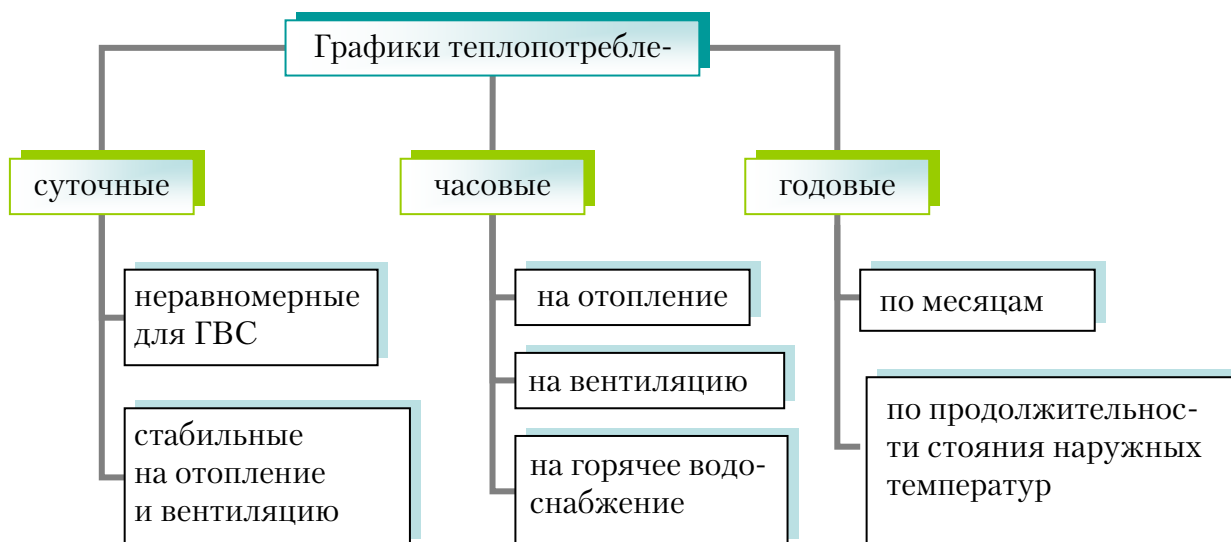


Рис. 35

Расчетные зависимости

Тепловой баланс помещения или здания, Вт/м³:

$$Q = Q_{\text{т}} + Q_{\text{инф}} = Q_{\text{о}} + Q_{\text{тв}};$$

$$Q_{\text{о}} = \alpha \cdot q_{\text{ов}} \cdot V_{\text{н}} \cdot (t_{\text{и}} - t_{\text{о}});$$

$$Q_{\text{в}} = q_{\text{в}} \cdot V_{\text{н}} \cdot (t_{\text{и}} - t_{\text{н}});$$

$$Q_{\text{о}} = G_{\text{о}} \cdot c \cdot (t_{\text{и}} - t_{\text{н}});$$

$$Q_{\text{тв}} = q_{\text{в}} \cdot A.$$

Отношение расхода воды в сутки наибольшего водопотребления к среднему расходу воды за сутки отопительного периода называется коэффициентом суточной неравномерности:

$$Q_{\text{hr}} = 1,16 \cdot q_{\text{hr}} \cdot (55 - t_{\text{с}}) \cdot c + Q_{\text{ht}};$$

$$Q_{\text{hm}} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_{\text{с}}) \cdot c}{T \cdot 3,6};$$

- для жилых районов городов и населенных пунктов:

$$Q_{\text{оmax}} = q_{\text{о}} \cdot A \cdot (1 + k_1);$$

$$Q_{\text{vmax}} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_{\text{о}} \cdot A;$$

$$Q_{\text{hm}} = q_{\text{h}} \cdot m;$$

$$Q_{\text{hmax}} = 2,4 \cdot Q_{\text{hm}};$$

- ГОДОВЫЕ ПОТОКИ ТЕПЛОТЫ:

$$Q_{\text{oy}} = 86,4 \cdot Q_{\text{om}} \cdot n_{\text{о}};$$

$$Q_{\text{vy}} = 3,6 \cdot Z \cdot Q_{\text{vm}} \cdot n_{\text{о}};$$

$$Q_{\text{hy}} = 86,4 \cdot Q_{\text{hm}} \cdot n_{\text{о}} + 86,4 \cdot Q_{\text{hm}}^{\text{с}} \cdot (n_{\text{hy}} - n_{\text{о}}).$$

Примечание. При подготовке рекомендуется использовать литературу [1].

Контрольные вопросы и задачи

1. Дайте характеристику потребителей теплоты.
2. Определите наружную температуру t_n , при которой необходимая внутренняя температура поддерживается только за счет внутренних тепловыделений. Известно: $q_o = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; $V_n = 200000 \text{ м}^3$; $Q_{\text{ТВ}} = 3,5 \text{ МВт}$; $\mu = 0,15$; $t_o = -25 ^\circ\text{C}$; $t_i = 16 ^\circ\text{C}$.
3. Определите расход теплоты при $t_n = -8 ^\circ\text{C}$ и $t_i = 20 ^\circ\text{C}$, если при $t_o = -30 ^\circ\text{C}$, $t_i = 18 ^\circ\text{C}$ расход теплоты на отопление составляет 10 кВт .
4. Определите расход теплоты на вентиляцию при $t_n = 3 ^\circ\text{C}$ и $t_i = 20 ^\circ\text{C}$, если при $t_n = -15 ^\circ\text{C}$, $t_i = 18 ^\circ\text{C}$ расход теплоты на вентиляцию составляет 3 кВт .
5. Определите кратность воздухообмена при $t_n = -30 ^\circ\text{C}$ и $t_i = 20 ^\circ\text{C}$, если при $t_n = -15 ^\circ\text{C}$, $t_i = 20 ^\circ\text{C}$ кратность воздухообмена равна 5.
6. Постройте часовой график теплотребления на отопление, если известно, что максимальный расход тепла на отопление составляет $Q_{o\text{max}} = 300 \text{ кВт}$ при $t_o = -30 ^\circ\text{C}$.
7. Постройте часовой график теплотребления на вентиляцию, если известно, что максимальный расход тепла на вентиляцию $Q_{v\text{max}} = 8 \text{ кВт}$ при $t_v = -16 ^\circ\text{C}$, $t_o = -30 ^\circ\text{C}$.
8. Постройте часовой график теплотребления на горячее водоснабжение за отопливаемый период, если известно, что норма потребления горячей воды $a = 100 \text{ л/сутки на чел.}$, число жителей $m = 10000 \text{ чел.}$
9. Определите расход тепла на отопление на микрорайон города. Застройка девятиэтажная. Площадь застройки $S = 30 \text{ га}$. Плотность 300 чел/га . Жилая площадь $20 \text{ м}^2/\text{чел.}$
10. Назовите методы определения расходов теплоты.
11. Поясните, для чего строят годовой график теплотребления.
12. Дайте описание суточным графикам теплотребления.
13. Определите расход воды на горячее водоснабжение в неотапительный период, если известно, что среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в отопливаемый период $Q_{hm} = 200 \text{ кВт}$ (система открытая).
14. Определите расходы теплоты на отопление и вентиляцию для микрорайона с жилой площадью $A = 10^6 \text{ м}^2$.
15. Объясните суть понятий о коэффициенте часовой неравномерности ($K_{\text{ч}}$) и числе часов использования максимума.

16. Каков расход теплоты на отопление при $t_n = 16^\circ\text{C}$ и $t_i = -20^\circ\text{C}$, если при $t_o = -25^\circ\text{C}$ и $t_i = 18^\circ\text{C}$ расход теплоты на отопление составил $Q_o = 20$ МВт?

17. Приведите формулу определения годового расхода теплоты на отопление и горячее водоснабжение микрорайона.

18. Постройте часовой график расхода теплоты на отопление, если максимальный расход тепла на отопление $Q_{o\max} = 20$ МВт при $t_o = -25^\circ\text{C}$.

19. Постройте часовой график расхода теплоты на горячее водоснабжение для зимнего и летнего периодов.

20. Дайте пояснение уравнению теплового баланса жилого здания.

3. ВНУТРИДОМОВЫЕ И КВАРТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Требования к качеству горячей воды приведены на рис. 36, классификация систем горячего водоснабжения показана на рис. 37, схема систем горячего водоснабжения – на рис. 38, способы приготовления горячей воды на ГВ – на рис. 39, основные элементы систем горячего водоснабжения – на рис. 40, устройство водоразборного узла дано на рис. 41, схемы водоразборных узлов представлены на рис. 42, санитарное оборудование систем горячего водоснабжения приведено на рис. 43.

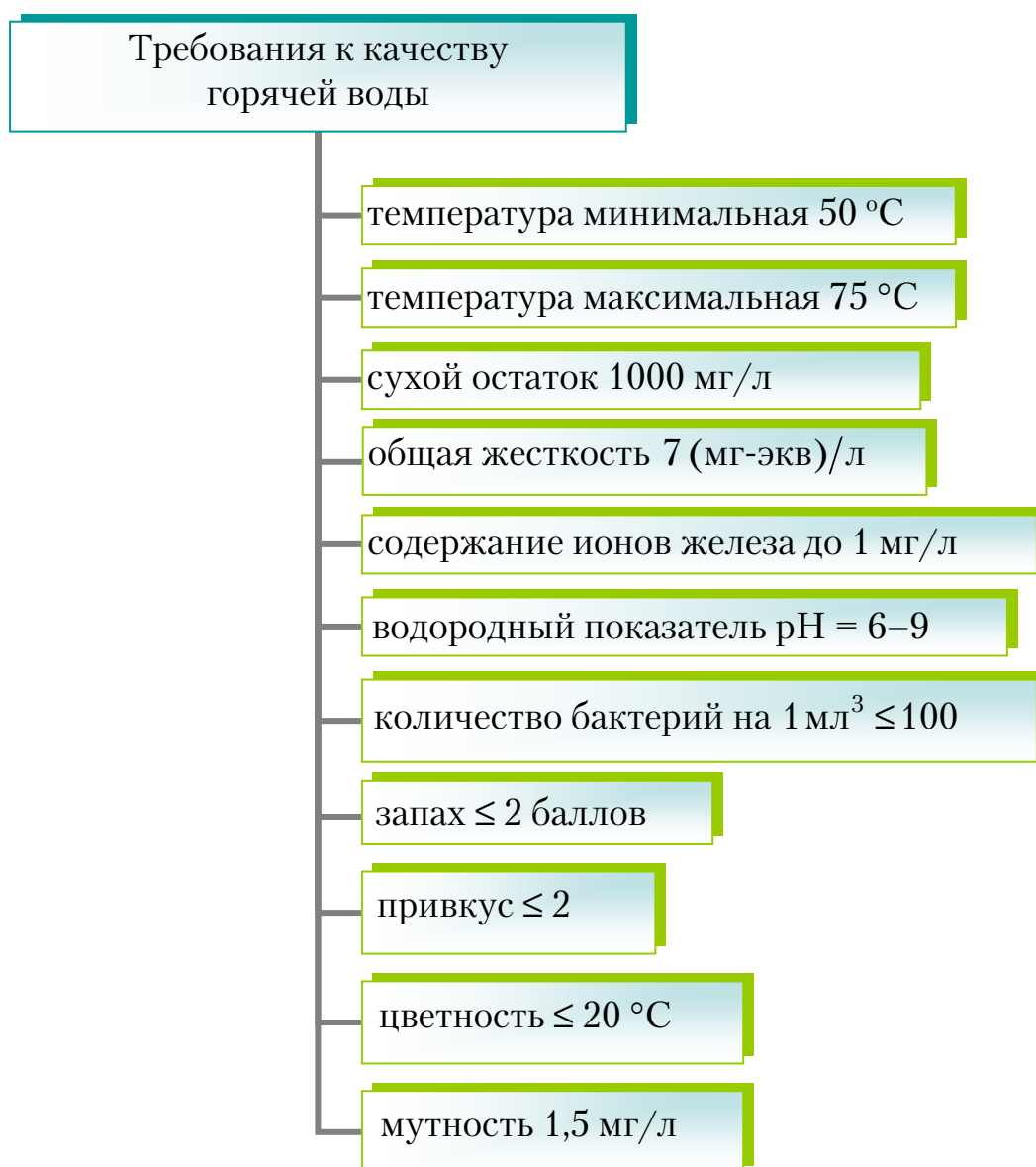


Рис. 36

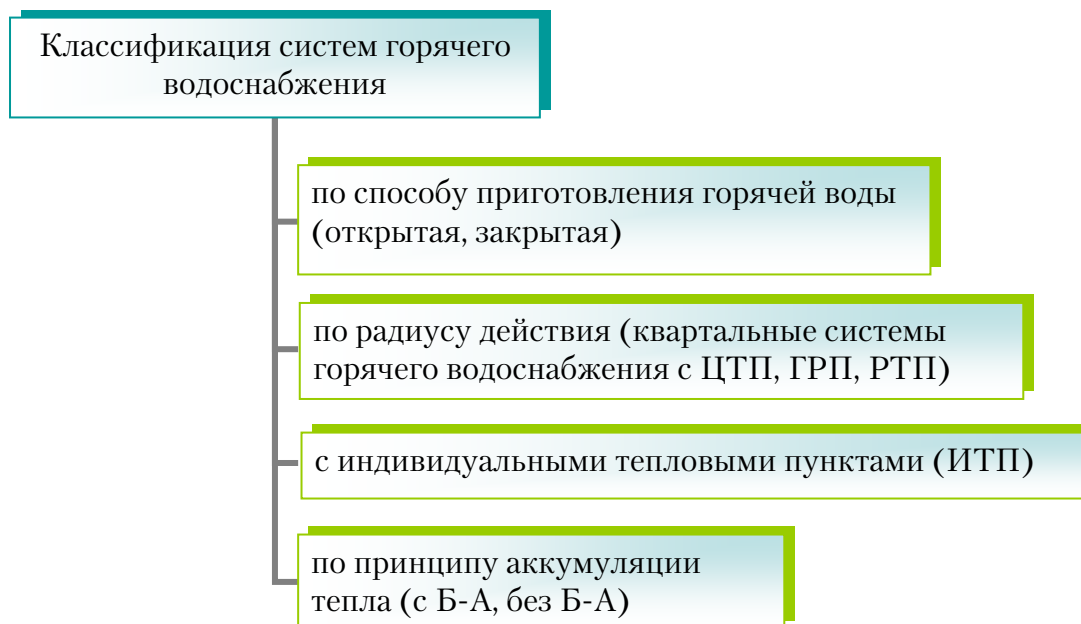


Рис. 37



Рис. 38



Рис. 39



Рис. 40

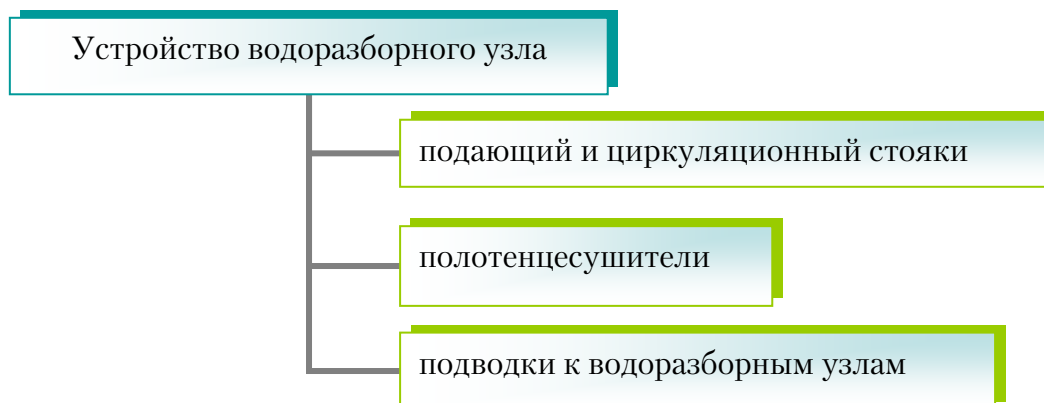


Рис. 41

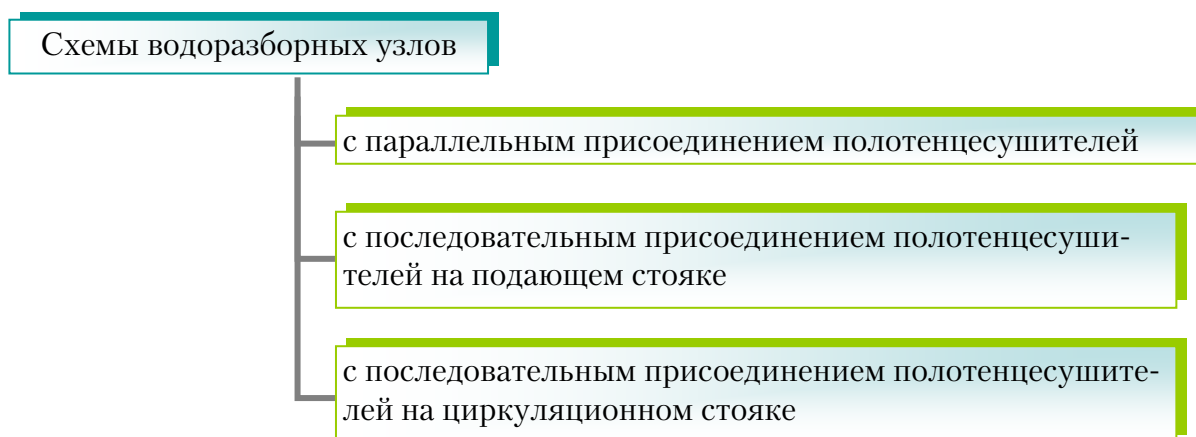


Рис. 42



Рис. 43

Схема местной системы ГВ представлена на рис. 44.

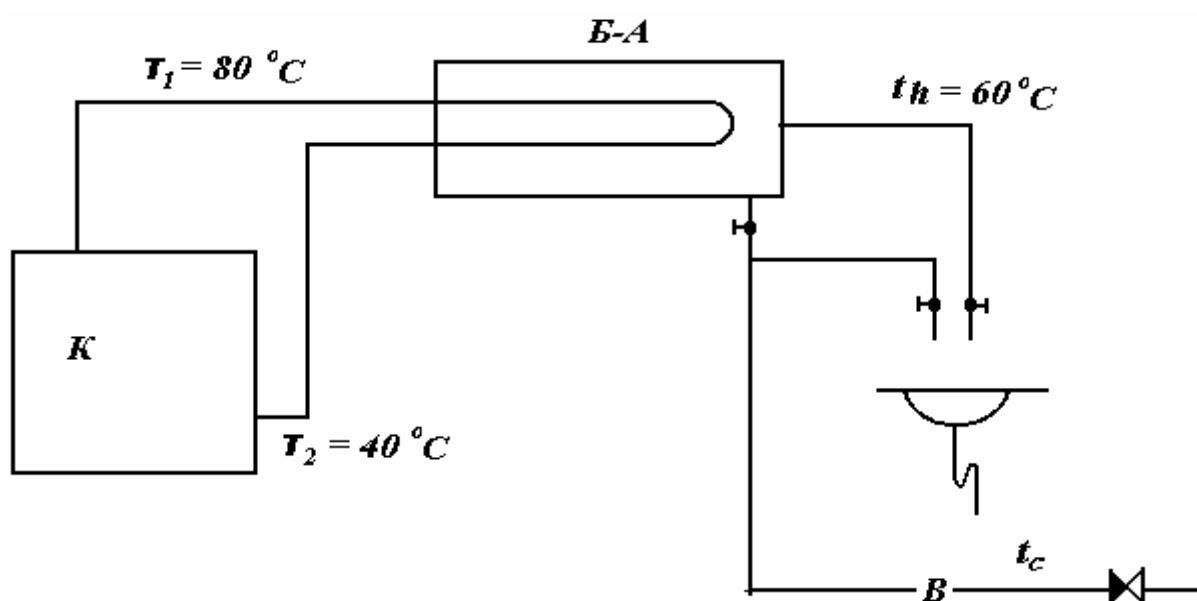


Рис. 44

Контрольные вопросы и задачи

1. Дайте классификацию систем горячего водоснабжения.
2. Назовите схемы присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям. Приведите одну из схем.
3. Укажите требования, предъявляемые к качеству горячей воды.
4. Объясните, для чего устраивают циркуляцию воды в системах. Когда допускается применение бесциркуляционных систем?
5. Назовите конструктивные элементы систем горячего водоснабжения. Приведите схему.
6. Охарактеризуйте принципы проектирования систем ГВ в зданиях свыше 50 м (более 16 этажей).
7. Приведите схемы водозаборных стояков, дайте пояснение.
8. Назовите современное конструктивное решение водоразборных узлов.
9. Докажите, какая из представленных на рис. 45 схем водоразборных стояков наиболее эффективна. Почему?
10. Назовите допустимое давление у водоразборных санитарных приборов.
11. Приведите схему современного водоразборного стояка, укажите оборудование.

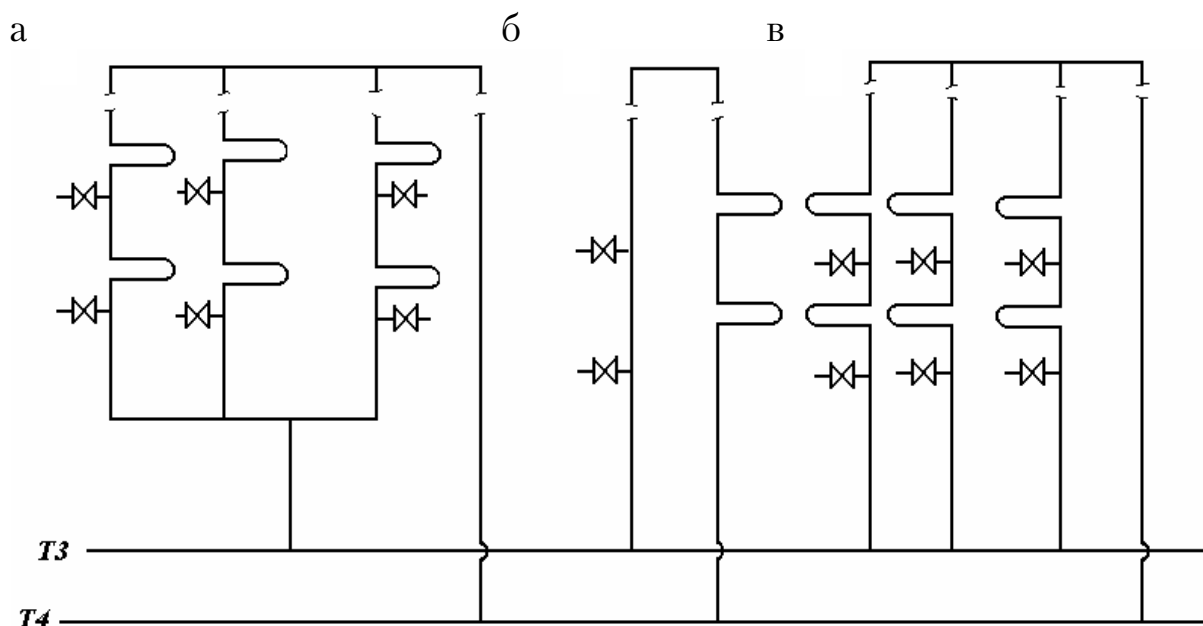


Рис. 45

12. Поясните, от чего зависит расход воды в системе горячего водоснабжения. Приведите формулу с пояснением.

13. Поясните, для чего производят гидравлический расчет систем ГВ.

14. Изложите методику определения диаметра подающего трубопровода системы горячего водоснабжения.

15. Изложите методику определения потери давления на отдельных участках сети секционного узла (дайте формулу с пояснением).

16. Укажите, какие режимы рассматриваются при расчете систем ГВ.

17. Объясните, как увязываются потери давления в системе ГВ, что такое допустимая неувязка.

18. Объясните, для чего закольцовывают стояки систем ГВ и как определяют диаметры перемычек.

19. Определите циркуляционный расход в системах ГВ.

20. Укажите допустимые потери давления в секционных узлах при расчетном циркуляционном расходе.

21. Как рассчитать диаметр диафрагмы? От чего он зависит?

22. Изложите методику определения диаметра циркуляционного трубопровода?

23. Определите, допустимы ли потери давления в секционном узле, если в подающей части стояка при прохождении циркуляционного расхода потери составляют 30 КПа, а в циркуляционном – 50 КПа.

24. Определите, увязаны ли секционные узлы (рис. 46) или нет, если потери через секционный узел № 1 составляют 50 КПа, $\Delta H_2 = 30$ КПа, $\Delta H_3 = 40$ КПа.

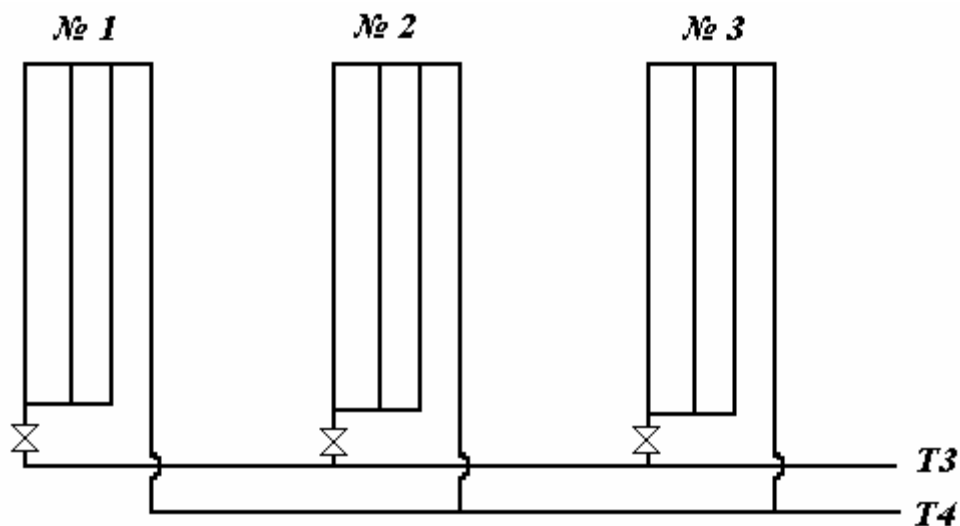


Рис. 46

25. Что такое секционный узел? Приведите схему и дайте пояснение.

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВНУТРИДОМОВЫХ СИСТЕМ ГВ

Задачи расчета приведены на рис. 47.

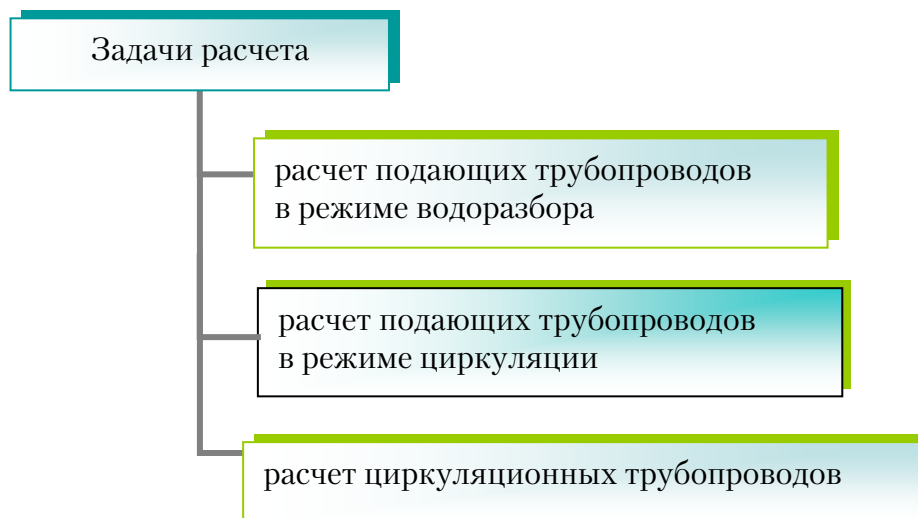


Рис. 47

Расчетные зависимости

Определение расчетного расхода воды на стояке:

$$g_{st}^h = 0,7 \cdot g^h.$$

Секундный расход горячей воды:

$$g_h = 5 \cdot g_o^h \cdot \alpha;$$

$$g_o^h = \frac{\sum_1^m g_{oi}^h \cdot N_i \cdot P_i}{\sum_1^m N_i \cdot P_i};$$

$$P = \frac{g_{hr,u} \cdot U}{g_o \cdot N \cdot 3600},$$

где α зависит от PN .

Потери напора по трубопроводам, м:

$$H_{uz}^h = i \cdot l \cdot (1 + K_l).$$

Расход циркуляционной воды:

$$g_{uz}^{cir} = \beta \cdot \sum \frac{Q^{ht}}{4,2 \cdot \Delta t}.$$

Располагаемое падение напора, м, для циркуляционных трубопроводов узла:

$$H_{st}^{cir} = H_{uz}^{cir} - H_{uz}^{pl};$$

$$H_{uz}^{cir} = 3...6 \text{ м (для закрытых),}$$

$$H_{uz}^{cir} = 2,0 \text{ м (для открытых).}$$

Основные формулы расчета местных систем ГВ

Располагаемая разность напоров, мм:

$$\Delta H^{cir} = h \cdot (\rho_1 - \rho_2).$$

Объем циркулирующей воды, м³/с:

$$g^{cir} = \frac{Q^{ht}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}.$$

Производительность генератора тепла, Вт:

$$Q_h = \frac{1,1 \cdot V_{\omega}^h \cdot (t_h - t_c) \cdot c}{z}.$$

Поверхность змеевика в баке, м²:

$$F = \frac{Q_h}{\kappa \cdot \Delta t},$$

где $\Delta t = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_2) - t_c$;

$$\Delta t = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_2) - 0,5 \cdot (t_h + t_c);$$

$$V_{\omega}^h = 250 \text{ л};$$

$$\kappa = 300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

$$d = 15...20 \text{ мм}.$$

5. РЕЖИМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Методы регулирования водяных систем приведены на рис. 48, графики регулирования – на рис. 49.

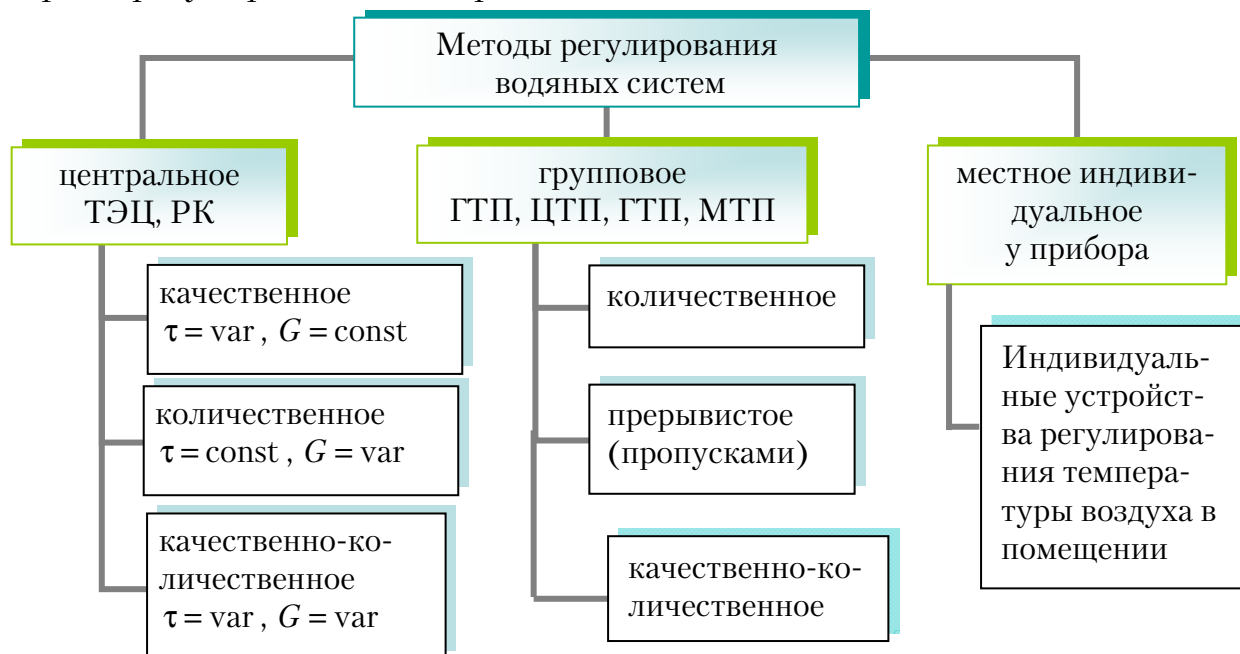


Рис. 48



Рис. 49

Примерные графики регулирования изображены на рис. 50.

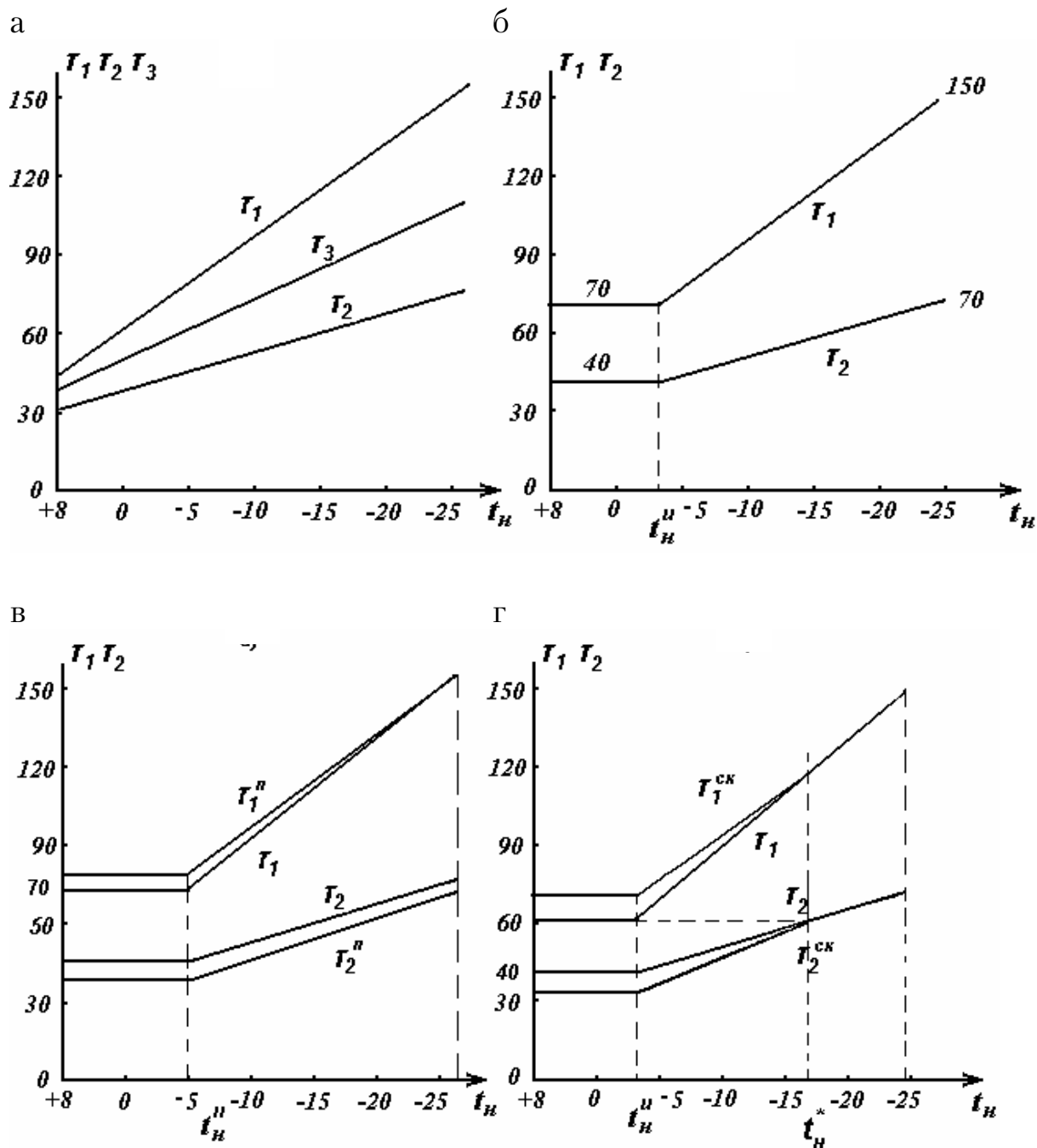


Рис. 50

Начало и конец отопительного периода принимаются при $t_n = +8^\circ\text{C}$.

Основные расчетные зависимости

Теплоотдача

$$Q = \kappa \cdot F \cdot \Delta t \cdot n = G \cdot c \cdot (\tau_1 - \tau_2) \cdot n.$$

Для качественного регулирования по нагрузке отопления:

$$\tau_{01} = t_i + \bar{Q}_o^{0,8} \cdot \Delta t'_o + (\delta \cdot \tau'_o - \theta'/2) \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\tau_{02} = t_i + \bar{Q}_o^{0,8} \cdot \Delta t'_o - \theta'/2 \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\tau_{03} = t_i + \bar{Q}_o^{0,8} \cdot \Delta t'_o + \theta'/2 \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_i - t_n}{t_i - t_o};$$

$$\beta_1 = \frac{t_h - \tau_{02}}{\tau_{01} - \tau_{02}}; \quad \beta_2 = \frac{\tau_{01} - t_h}{\tau_{01} - \tau_{02}}.$$

Виды графиков регулирования представлены на рис. 51.



Рис. 51

Основные формулы

Для качественного регулирования по скорректированному графику

$$\bar{G}_o = \frac{1 - 0,5 \cdot \frac{\rho^\delta \cdot \theta'}{t_h - t_c}}{1 + \frac{t_h - t_i}{t_h - t_c} - \frac{\rho^\delta}{\bar{Q}_o} \cdot \frac{\Delta t'_o \cdot \rho^\delta}{(t_h - t_c) \cdot \bar{Q}_o^{0,2}}};$$

$$\tau_1 = t_i + \bar{Q}_o / \bar{G}_o \cdot \left(\delta \cdot \tau_o + \Delta t'_o \cdot \bar{G}_o / \bar{Q}_o^{0,2} - 0,5 \cdot \theta' \right);$$

$$\tau_1 = t_i + \bar{Q}_o / \bar{G}_o \cdot (\Delta t'_o - 0,5 \cdot \theta').$$

Контрольные вопросы и задачи

1. Охарактеризуйте виды регулирования отпуска теплоты.
2. Определите доли водоразбора β_1 и β_2 соответственно из подающей и обратной магистралей. Покажите графически. Известно: $\tau_{01} = 120^\circ\text{C}$, $\tau_{02} = 60^\circ\text{C}$, $\tau_{01} = 70^\circ\text{C}$, $\tau_{02} = 44^\circ\text{C}$, $t_c = 5^\circ\text{C}$.
3. Объясните, при каких условиях применяется регулирование отпуска теплоты по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. В чем его преимущество?
4. Определите, какой вид регулирования представлен на рис. 52. Дайте пояснение.

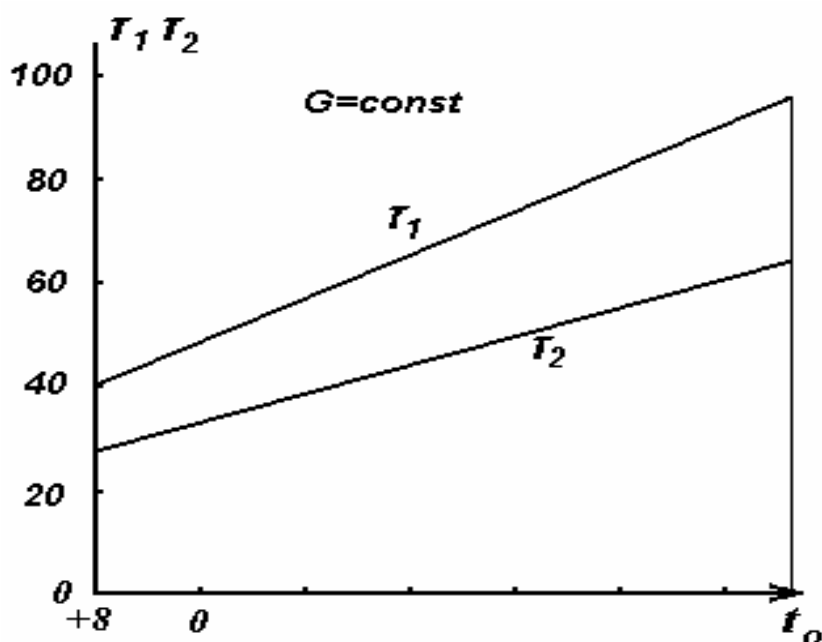


Рис. 52

5. Дайте подробное описание недостатков, присущих центральному количественному регулированию.
6. Назовите методы регулирования вентиляционных установок.
7. Назовите методы регулирования систем горячего водоснабжения.
8. Объясните, для чего переходят на регулирование по повышенным графикам.
9. Поясните необходимость среза температурных графиков при регулировании разнородной нагрузки. Приведите значения температур, при которых производится срез графика (при различных системах теплоснабжения).
10. Определите вид регулирования. Дайте пояснение (рис. 53).

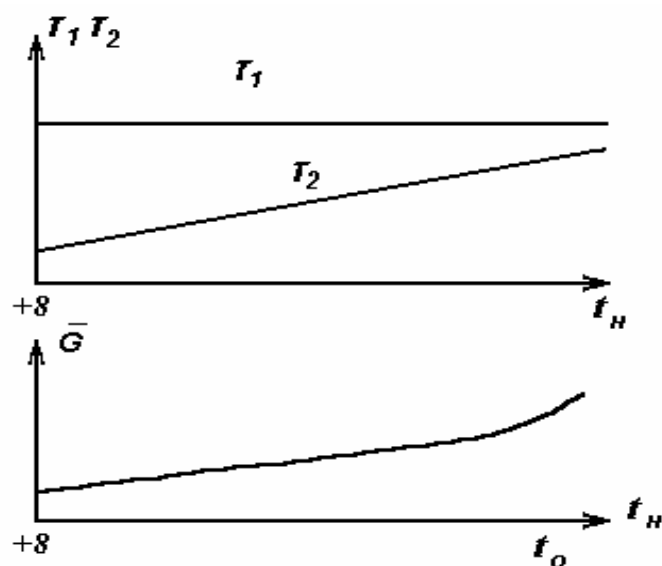


Рис. 53

11. Укажите причины разрегулировки систем отопления и меры для их устранения.

12. Поясните особенности качественно-количественного регулирования.

13. Охарактеризуйте качественное регулирование, поясните его преимущество.

14. Дайте пояснение скорректированным графикам отпуска теплоты.

15. Дайте характеристику связанному и несвязанному регулированию.

16. Объясните назначение регулирования и методов регулирования.

17. Объясните, возможно ли регулирование системы горячего водоснабжения (закрытая система) по данному графику (рис. 54).

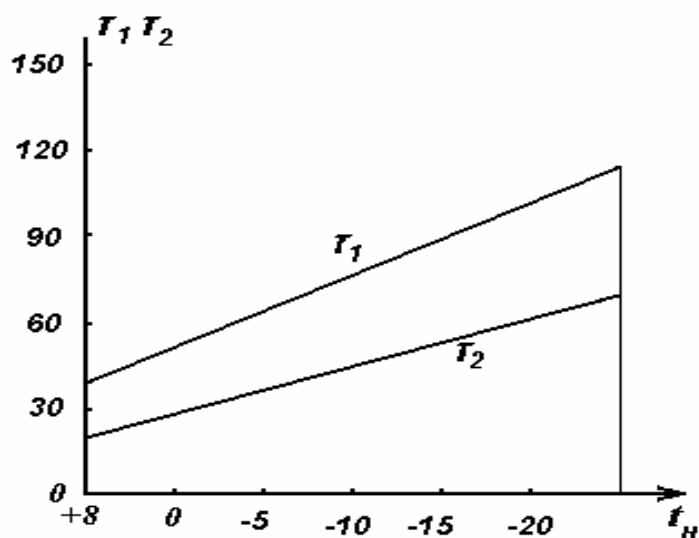


Рис. 54

18. Дайте характеристику повышенным графикам регулирования, укажите их преимущества и случаи их применения.

19. Докажите, что теплопроизводительность калорифера изменится, если применить регулирование через обводной клапан.

20. Поясните, изменится ли теплопроизводительность подогревателя, если через него пропустить вдвое сниженный расход (по отношению к расчетному).

21. Определите точку излома графика температур. Покажите на графике.

22. Объясните суть понятия о местном регулировании. Как осуществить его при регулировании систем отопления?

23. Дайте характеристику регулированию закрытых систем теплоснабжения (графикам, методам).

24. Дайте характеристику регулированию открытых систем теплоснабжения (графикам, методам).

6. СХЕМЫ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Тема 1. СХЕМЫ СЕТЕЙ

Принципы построения сетей приведены на рис. 55, схемы сетей – на рис. 56.

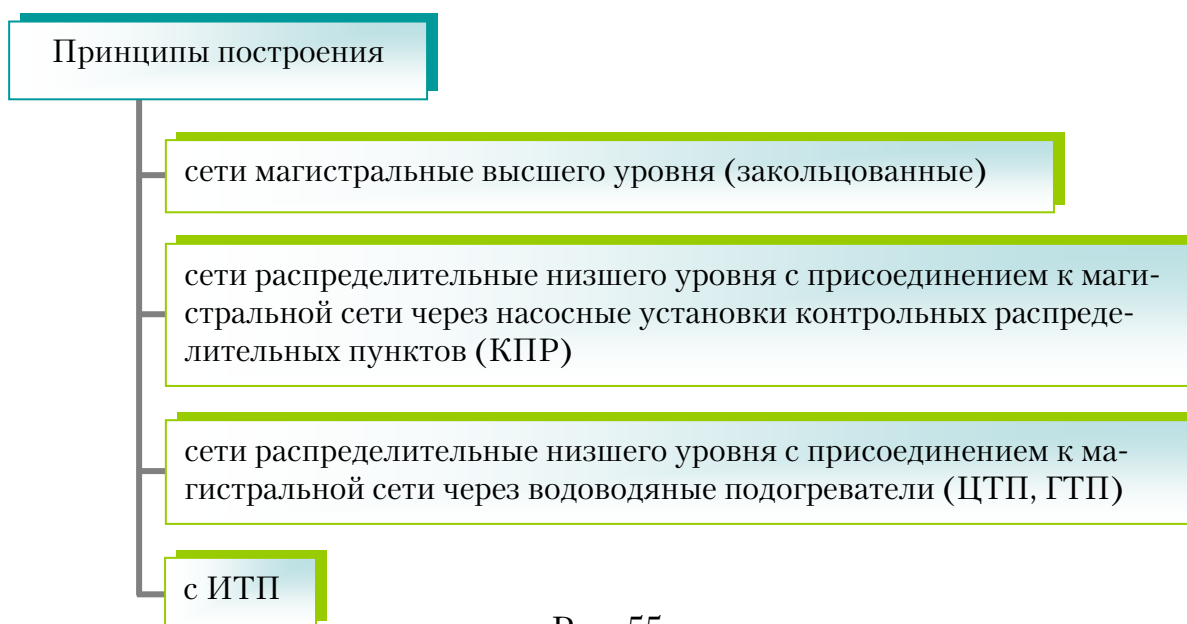


Рис. 55

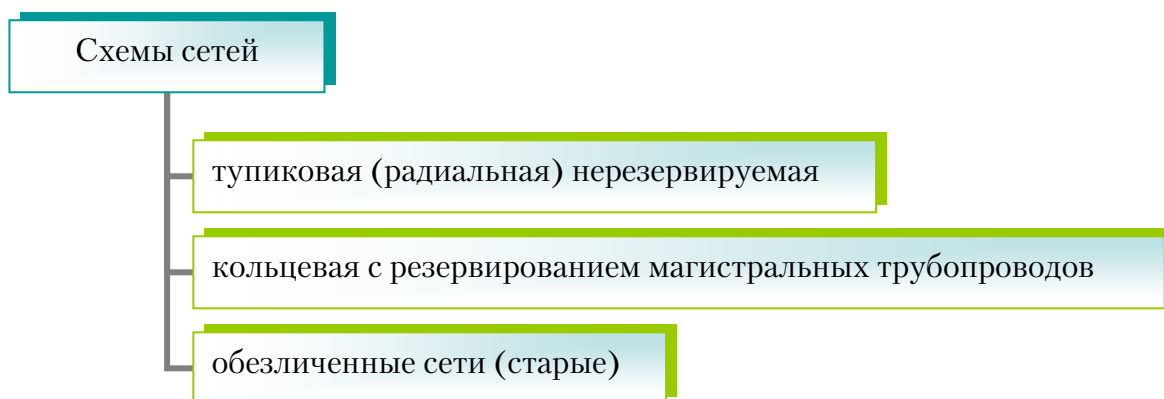


Рис. 56

Система, не имеющая иерархического построения, является неуправляемой. Для управления тепловыми сетями при нормальной эксплуатации и при аварийных гидравлических режимах необходимы:

- иерархическое построение;
- резервирование магистралей и источников теплоты;
- оборудование ГТП, РТП, ЦТП автоматикой, позволяющей отсекать распределительные сети от магистралей;

- укрупнение ГТП (Q до 60 МВт), R до 600 м;
- установка на вводе в тепловом узле регулятора расхода тепла;
- телемеханизация – применение технических средств контроля, сигнализации, управления и автоматизации, телеуправление оборудованием насосных и тепловых пунктов, арматурой запорной и регулируемыми клапанами. Телеизмерение давления, температуры теплоносителя и расхода на выводах тепловых сетей от источника тепла.

Тема 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДЯНЫХ СЕТЕЙ

Основные расчетные зависимости

$$\Delta P = R \cdot l_{\text{пр}};$$

$$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda \cdot \frac{G \cdot d^2}{D_i^5 \cdot \rho}, \quad \text{Па/м};$$

$$D_i = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda \cdot G \cdot d^2}{R \cdot \rho}}, \quad \text{м};$$

$$l_{\text{пр}} = l + l_{\text{экв}}; \quad l_{\text{экв}} = \sum \xi \cdot \frac{D_i}{\lambda};$$

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \cdot \lg \frac{D_i}{K_l}\right)};$$

$$R_l \geq R'_l.$$

Величину удельных потерь давления (R) следует определять на основе технико-экономического расчета. Оптимальные решения находятся по минимуму приведенных затрат.

Тема 3. РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ И КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ

Основные расчетные зависимости паропроводов

$$R = \frac{(P_{\text{н}} - P_{\text{к}}) \cdot 10^6}{\sum l \cdot (1 + K_l)}, \quad \text{Па/м}.$$

Особенности расчета паропроводов приведены на рис. 57.



Рис. 57

При расчете сборных конденсаторопроводов следует учитывать изменение плотности пароводяной смеси, получающейся при вскипании конденсата.

Располагаемое падение давления

$$\Delta P = \left[(P_{\text{н}} - P_{\text{к}}) + \rho_{\text{см}} \cdot g \cdot (Z_{\text{н}} - Z_{\text{к}}) \right] \cdot 10^{-6}.$$

Тема 4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ ПО ОПТИМАЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ ДАВЛЕНИЯ

Приведенные затраты:

$$\Pi = U + E \cdot K = \min.$$

Статьи затрат показаны на рис. 58.



Рис. 58

Расчетные зависимости

При $\rho = 975 \text{ кг/м}^3$

$$R = 26600 \left(\frac{\varphi \cdot M_o \cdot R_o^{0,19}}{G \cdot L} \right)^{0,84}, \text{ Па/м};$$

$$\varphi = \frac{\eta_{\text{ну}} \cdot \left[\pi \cdot K \cdot (\tau_{\text{ср}} - t_o) \cdot (1 + \beta) \cdot m \cdot Z_{\text{т}} + b \right]}{(1 + \alpha) \cdot n \cdot Z_{\text{з}}}, \text{ кВт/м}^2.$$

На рис. 59 приведена зависимость коэффициента φ от характеристики оборудования, режима работы сети, показателей стоимости и климатических уровней.

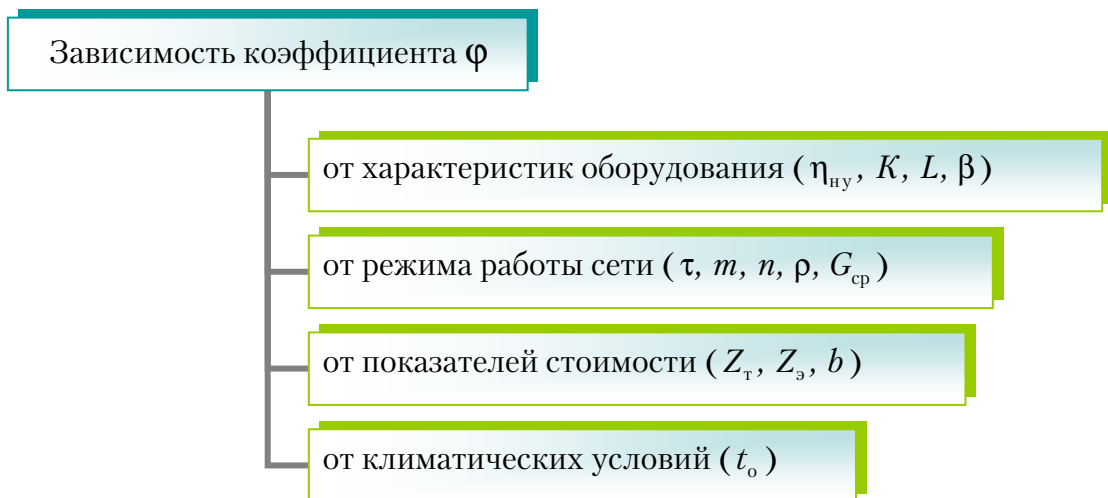


Рис. 59

Контрольные вопросы и задачи

1. Укажите, как осуществляется резервирование тепловых сетей.
2. Охарактеризуйте принцип построения крупных тепловых сетей.
3. Какую схему имеют существующие тепловые сети? Укажите её недостатки.
4. Поясните, как правильно выбрать трассу тепловых сетей.
5. Дайте характеристику схемам тепловых сетей.
6. Охарактеризуйте уклоны трубопроводов и их назначение.
7. Укажите виды резервирующих перемычек, охарактеризуйте их пропускную способность.
8. Дайте характеристику схемам тепловой сети с КРП и отметьте её преимущества.
9. Дайте характеристику профилю тепловой сети и укажите его назначение.
10. Назовите требования, предъявляемые к выбору трассы тепловых сетей.

11. Дайте характеристику схеме КРП, укажите её назначение.
12. Поясните, как обеспечить бесперебойную подачу теплоносителя в аварийных ситуациях.
13. Поясните, какая схема тепловой сети является прогрессивной. Представьте схему.
14. Поясните, что значит «иерархическое построение тепловых сетей».
15. Определите расход воды на отопление, если известно $Q_o = 300$ кВт; $\tau_{01} = 150$ °С; $\tau_{02} = 70$ °С.
16. Определите расходы воды на вентиляцию, если $Q_v = 10$ кВт; $\tau_1 = 130$ °С; $\tau_2 = 70$ °С.
17. Определите расход воды на горячее водоснабжение, если $Q_{hm} = 200$ кВт, система открытая.
18. Назовите задачи гидравлического расчета тепловых сетей.
19. Как осуществляется определение потерь давления по методу эквивалентных длин?
20. Определите эквивалентную длину участка, охарактеризуйте методику ее определения (рис. 60).



Рис. 60

21. Охарактеризуйте методику расчета водяных теплопроводов.
22. То же конденсатопроводов (напорных).
23. Как осуществляется расчет сборных конденсатопроводов?
24. Назовите особенности расчета паровых сетей.
25. Определите потери давления в сети (рис. 61), если $R = 100$ Па/м.

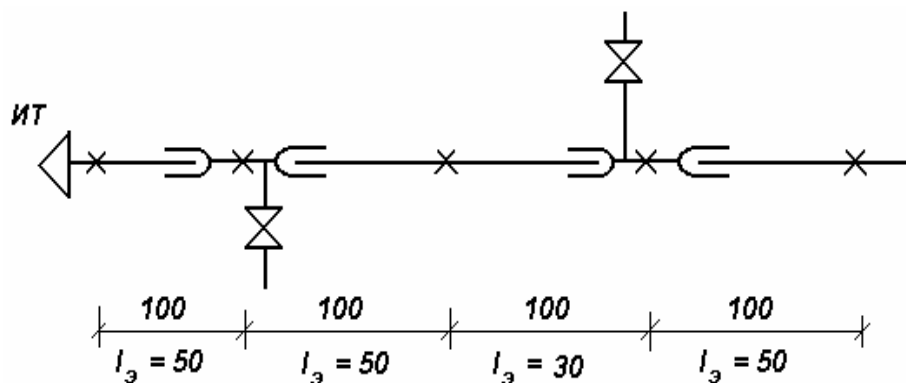


Рис. 61

7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Тема 1. ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ

На рис. 62 приведены требования к режимам давления ТС.

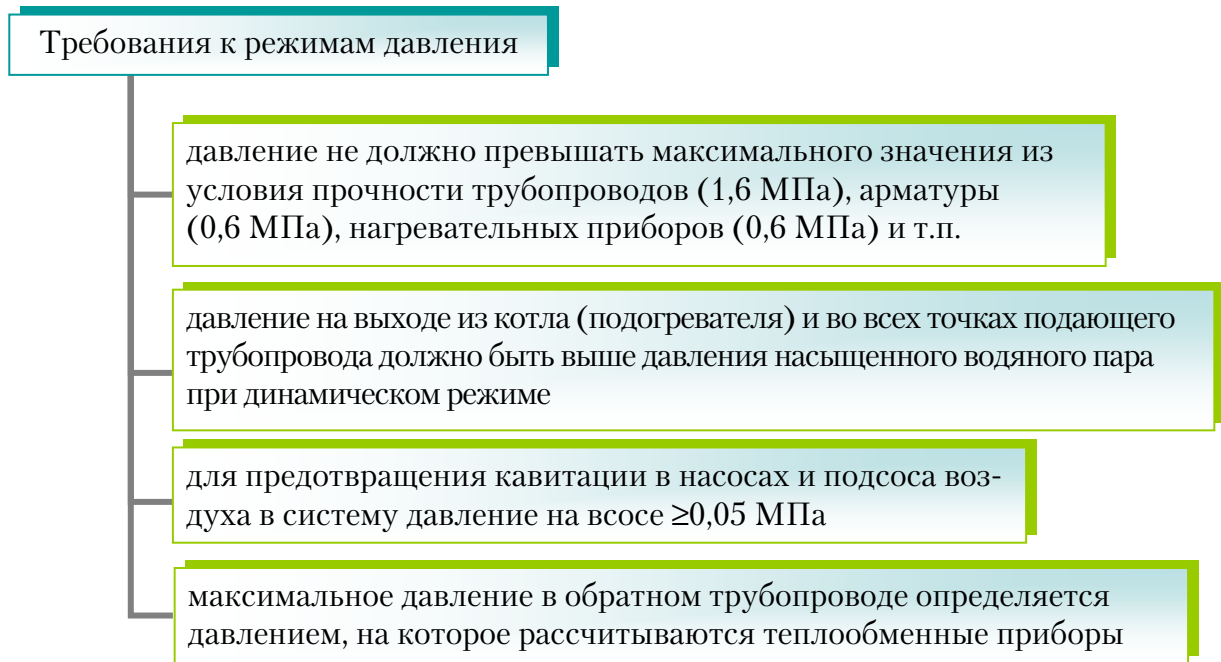


Рис. 62

Тема 2. ВЫБОР СХЕМ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

На рис. 63 приведены требования к выбору схемы присоединения систем отопления зданий.

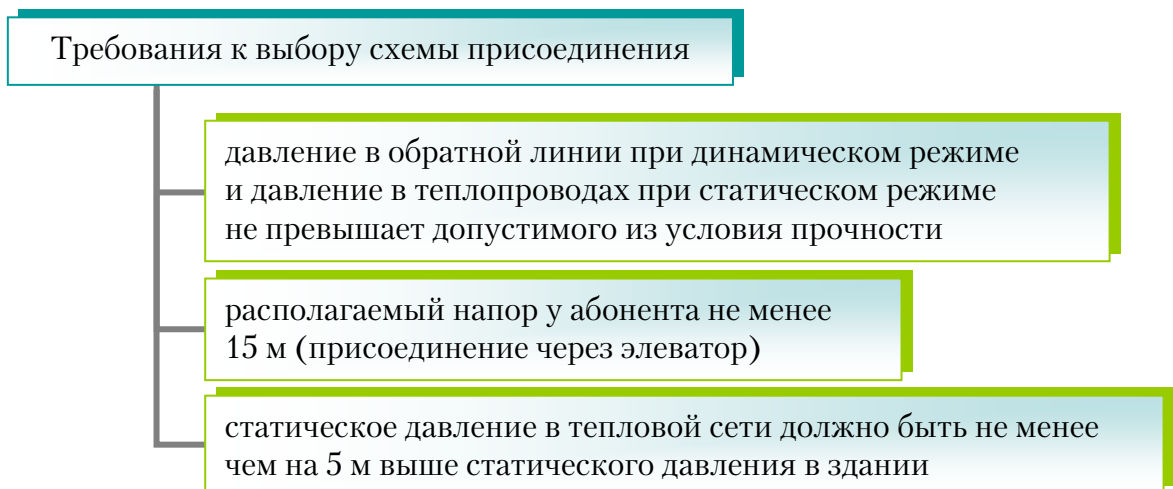


Рис. 63

Тема 3. РАЗРАБОТКА ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА ПРИ СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ МЕСТНОСТИ И ПРОТЯЖЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Особенности построения графика показаны на рис. 64.

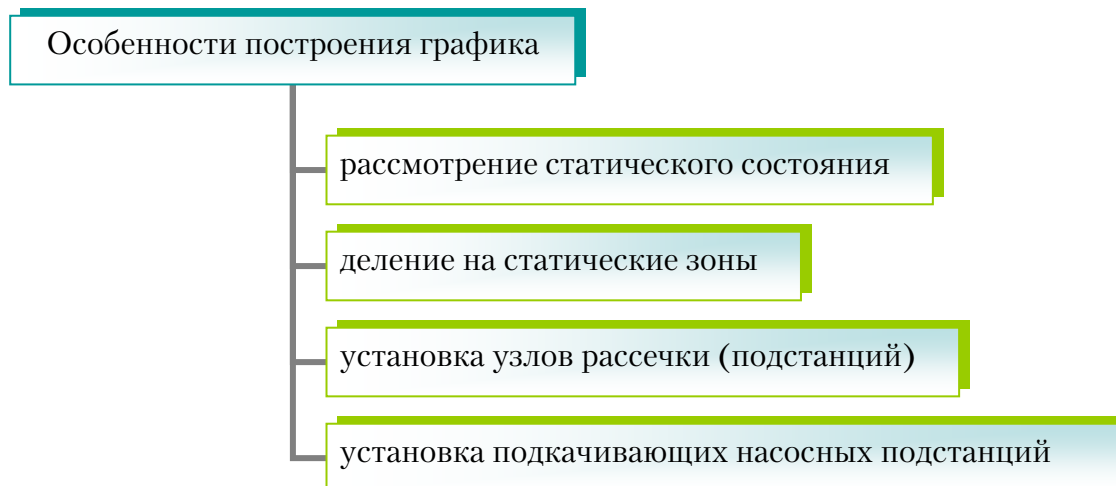
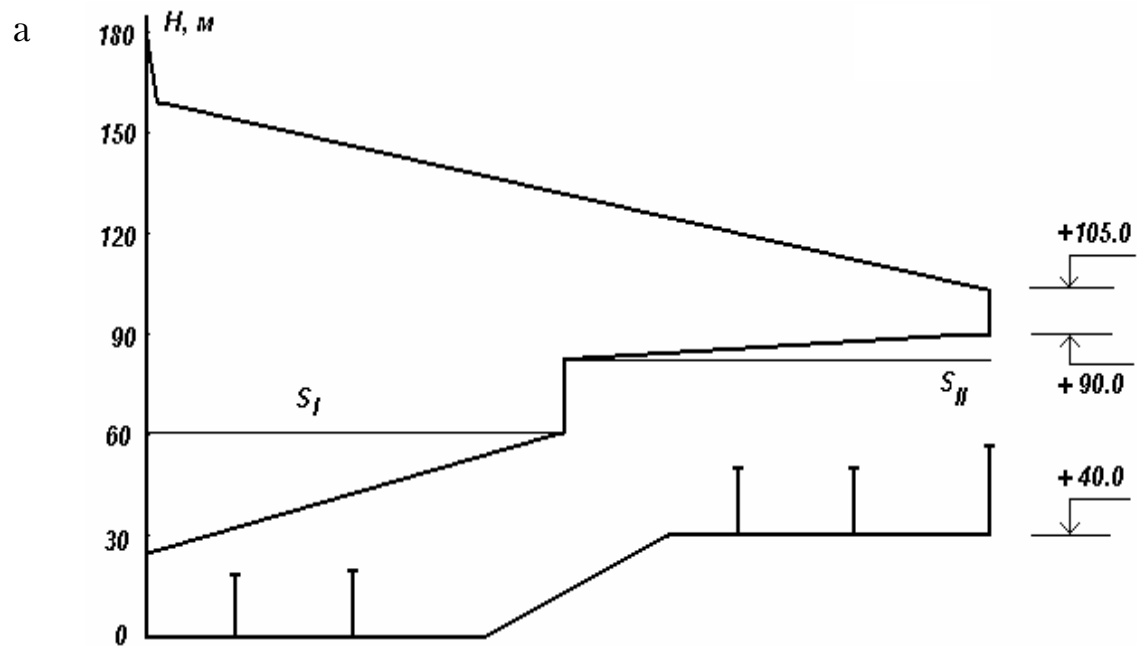


Рис. 64

Контрольные вопросы и задачи

1. Какие требования предъявляются к пьезометрическому графику (рис. 65)?
2. Как построить пьезометрический график?
3. Какие требования предъявляются к линии обратной магистрали трубопровода?
4. Какие требования предъявляются к линии подающей магистрали?
5. Поясните, для чего рассматривается статическое состояние систем.
6. Поясните, для чего строят пьезометрические графики.
7. Охарактеризуйте подстанции в тепловых сетях, их назначение.
8. Дайте характеристику дросселирующим подстанциям.
9. Дайте характеристику повысительным и понижающим подстанциям.
10. Какой из предлагаемых способов подсоединения потребителей систем отопления к тепловым сетям предпочтителен, как осуществляется его выбор (рис. 66)?
11. Что такое «устойчивость тепловых сетей»? Назовите меры по повышению устойчивости тепловых сетей.
12. Охарактеризуйте нейтральные точки в тепловых сетях.



б

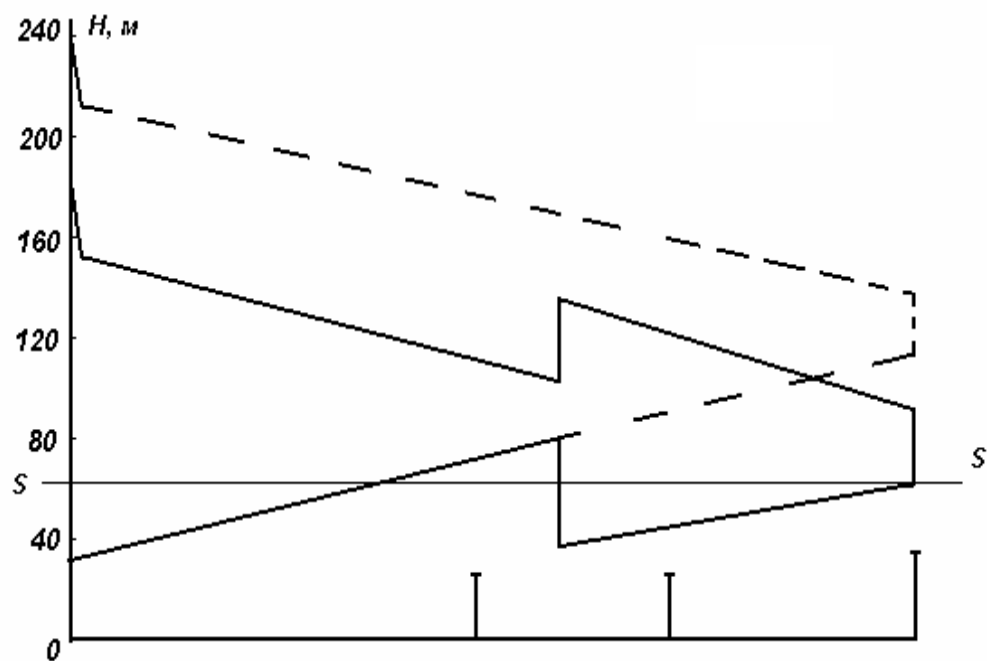
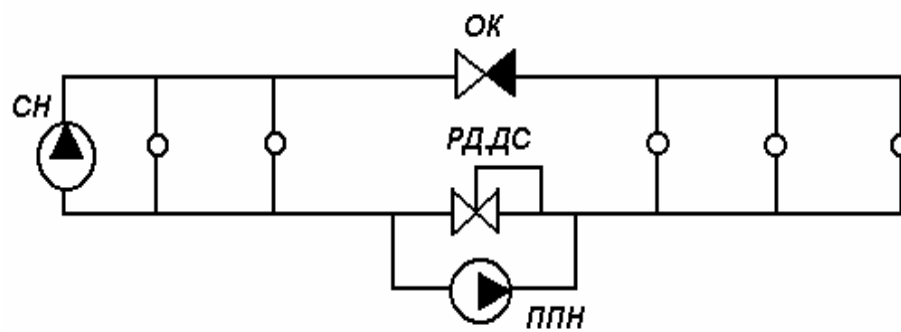


Рис. 65

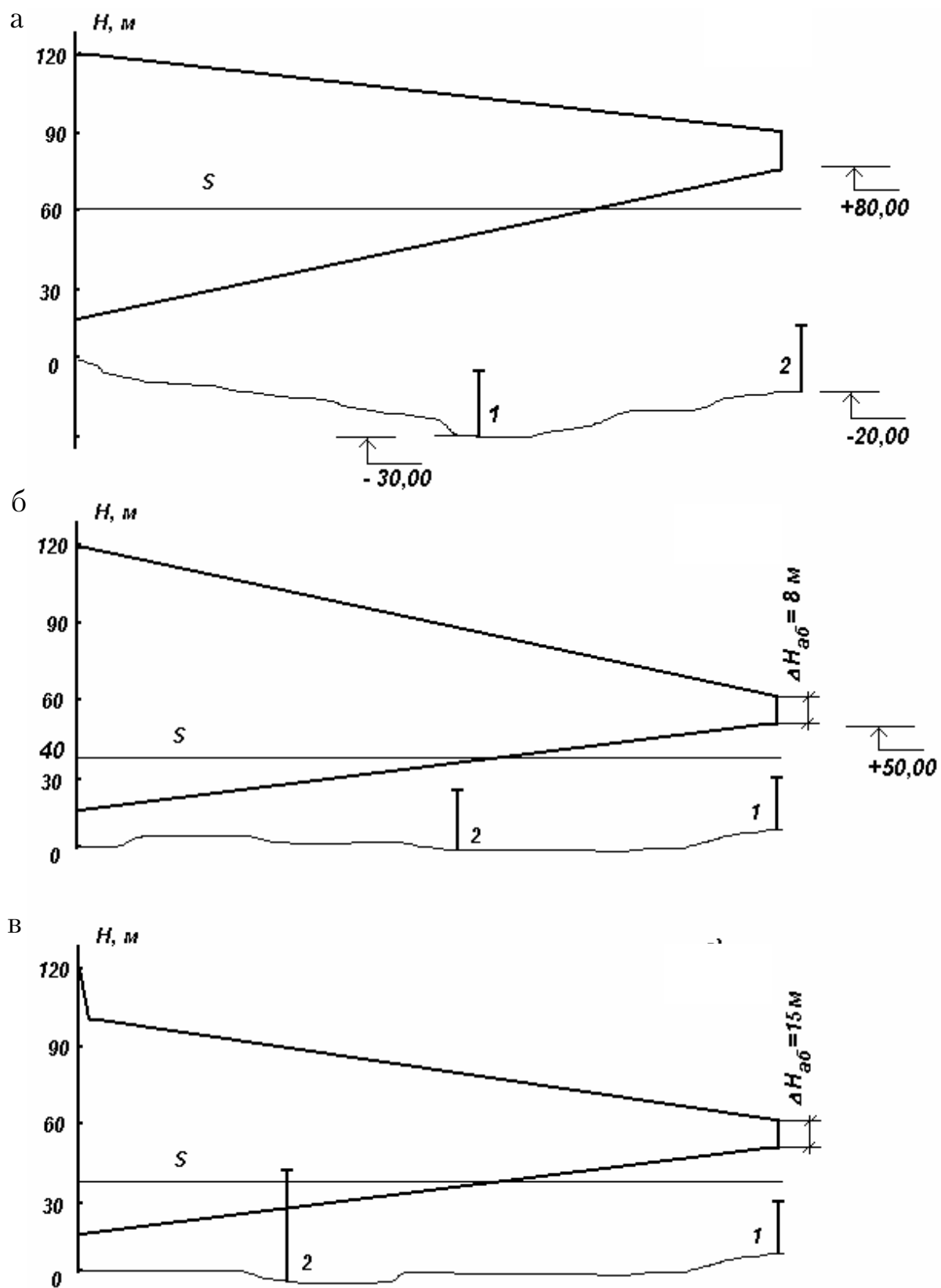


Рис. 66

13. Укажите положения пьезометрических линий давления в обратном и подающем трубопроводах (рис. 67).

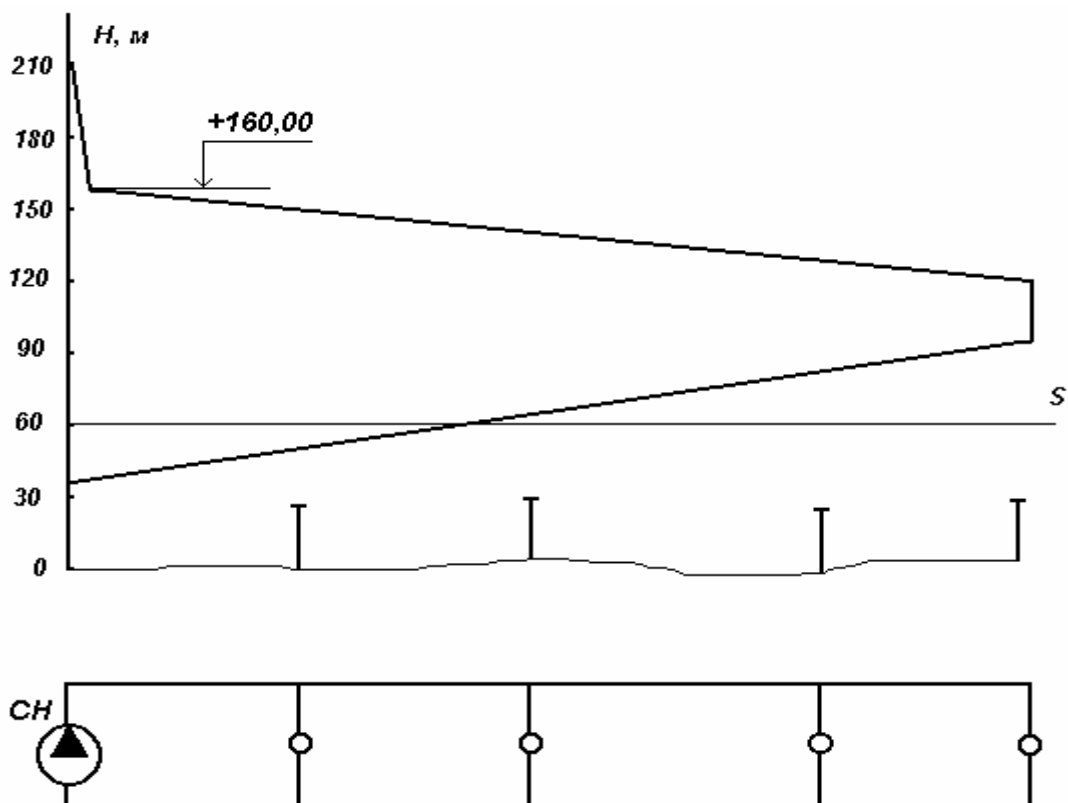


Рис. 67

Порядок построения пьезометрического графика рассмотрен на рис. 68.



Рис. 68

Пределы прочности трубопроводов и приборов при давлениях приведены на рис. 69.



Рис. 69

Тема 4. НАСОСНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Назначение подстанций показано на рис. 70.



Рис. 70

Пьезометрический график тепловой сети с насосной подстанцией представлен на рис. 71.

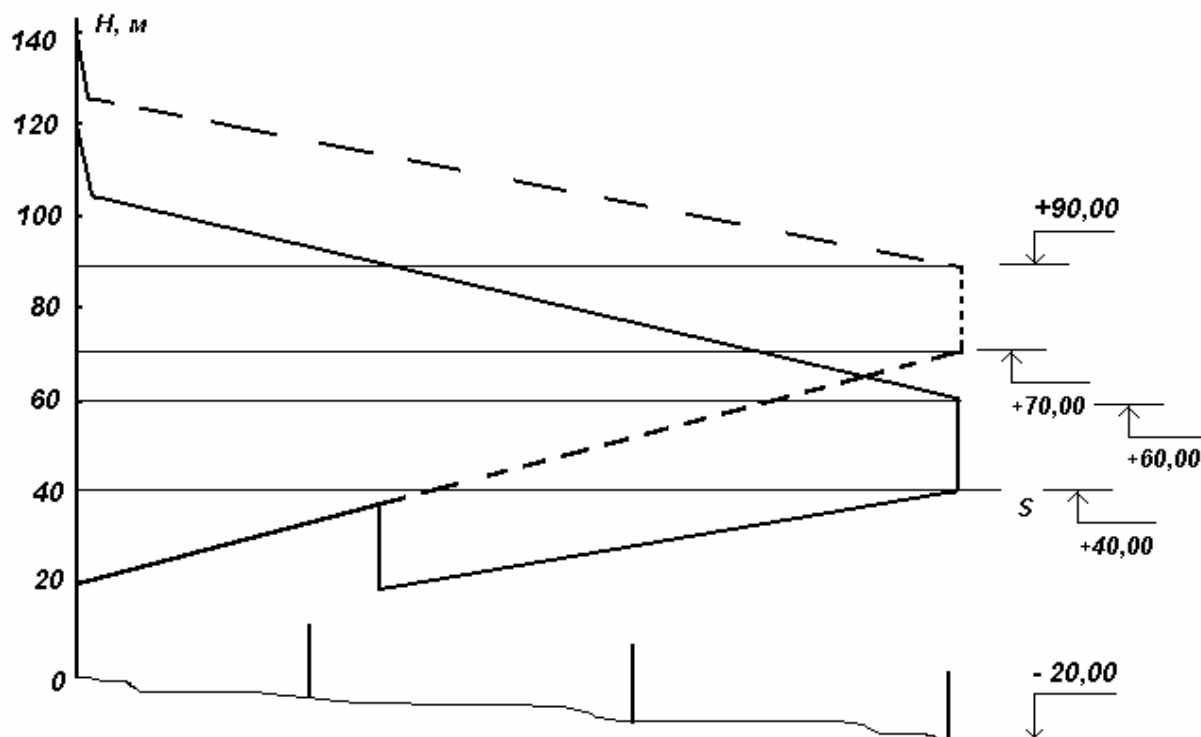


Рис. 71

Перечень оборудования насосных подстанций приведен на рис. 72.

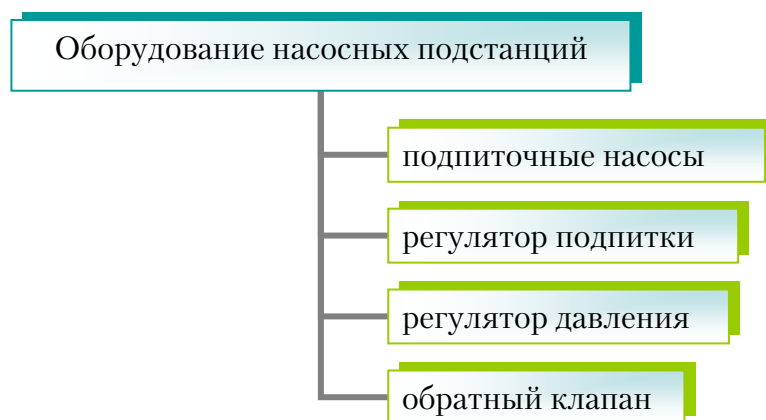


Рис. 72

Тема 5. ПЕРЕМЕННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ

Гидравлический режим закрытых систем приведен на рис. 73, пути повышения гидравлической устойчивости системы – на рис. 74.

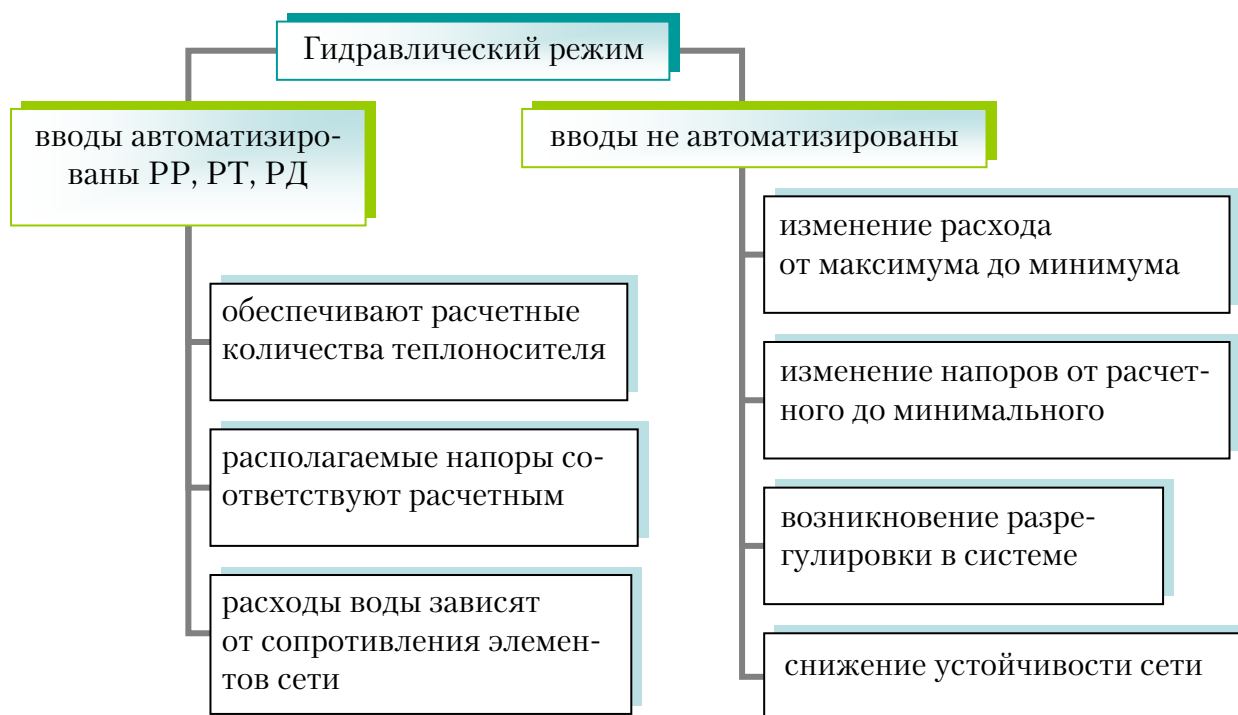


Рис. 73

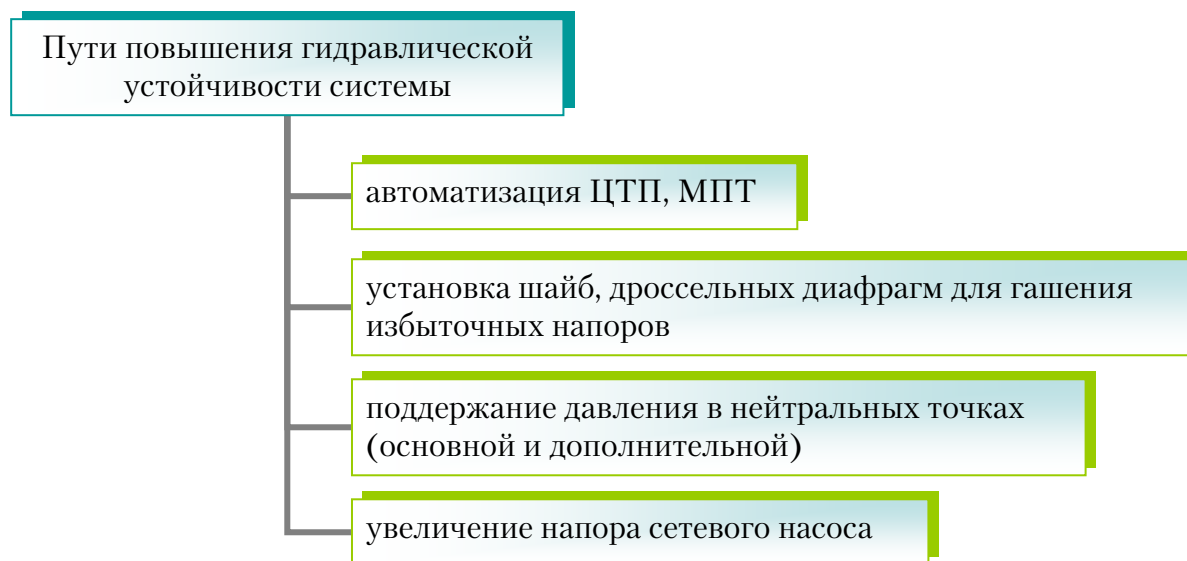


Рис. 74

Изменение давления в сети при отключении абонента (рис. 75):

а) у всех абонентов, расположенных между станцией и точкой «х», произойдёт непропорциональная разрегулировка;

б) изменение расположенного напора насоса на станции при постоянном сопротивлении вызывает пропорциональную разрегулировку.

У всех абонентов, расположенных между точкой «х» и концевой точкой сети, произойдёт пропорциональная разрегулировка.

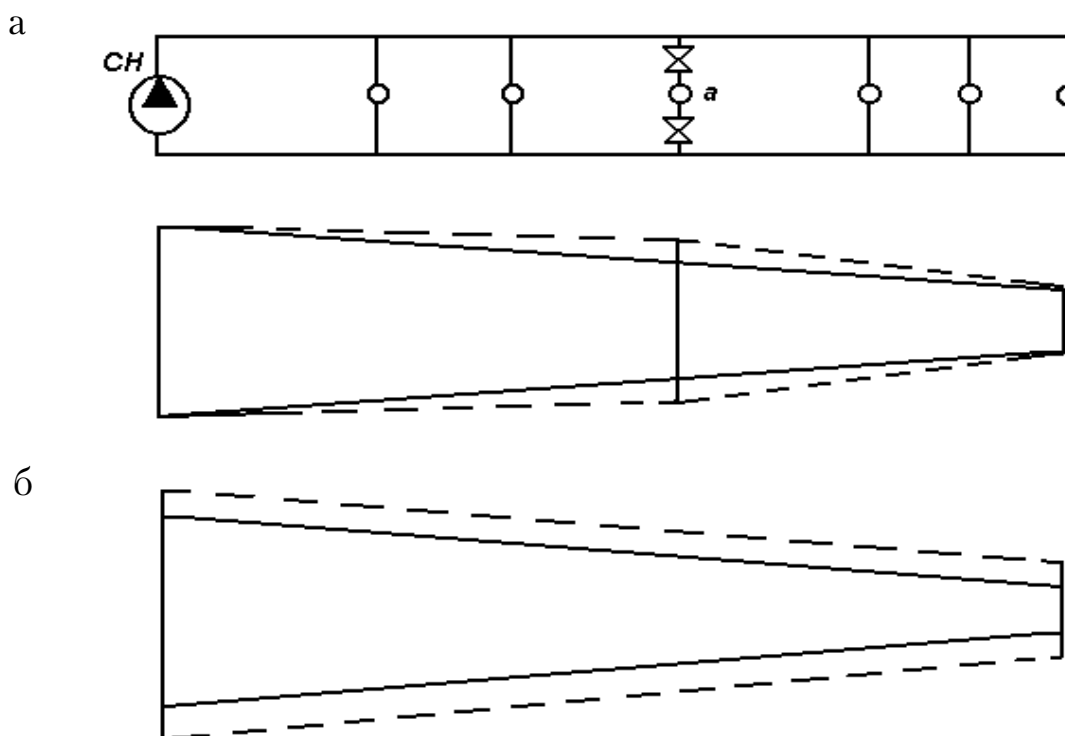


Рис. 75

Коэффициент гидравлической устойчивости:

$$K = \sqrt{\frac{\Delta H_{аб}}{(\Delta H_{сети} + \Delta H_{аб})}};$$

$$0 \leq K \leq 1; \quad K = 1, \text{ если } \Delta H_{сети} = 0.$$

Максимальное разрегулирование системы:

$$K = \frac{G_{аб}}{G_{\max}},$$

где $G_{аб}$ – расход воды у потребителя при разрегулировании системы.

Тема 6. ПЕРЕМЕННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Напор в сети зависит от наличия регулятора РР, величины водоразбора β , характера его распределения.

Система открытая регулируется по «горизонтальной» дорожке с целью установления постоянных одинаковых напоров у потребителя (начальная регулировка).

Пьезометрический график открытой системы без РР (с диафрагмой на вводе) приведен на рис. 76,а. Напор сетевого насоса – переменный. Пьезометрический график с установкой РР перед системой отопления изображен на рис. 76,б.

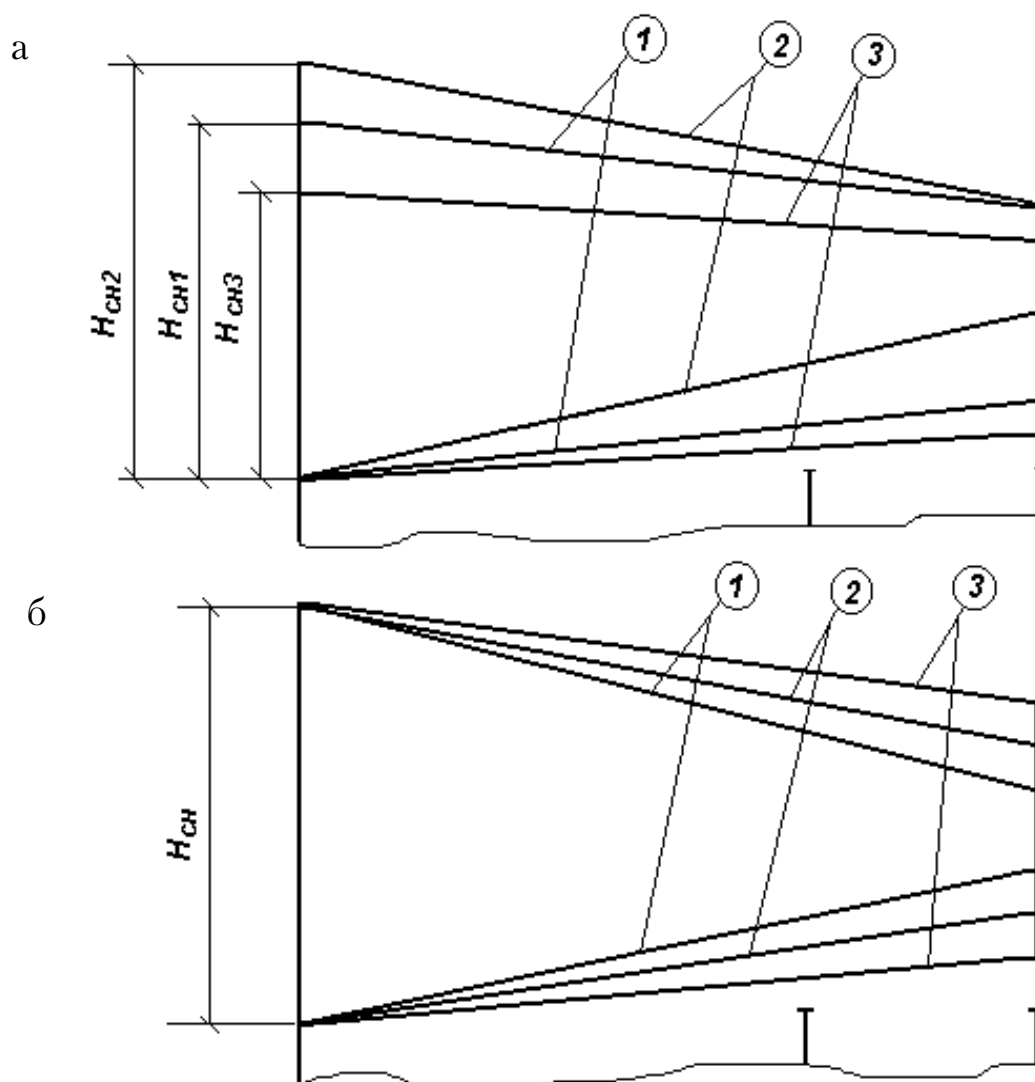


Рис. 76

Основные расчетные зависимости

Потеря напора в сети при водоразборе:

$$\Delta H_l = (V_o^p)^2 \cdot \left\{ S_n \cdot \bar{V}_o + (n \cdot \beta)^2 + S_{\text{э}} \cdot (\bar{V}_o)^2 + S_o \cdot [\bar{V}_o - (1 - \beta) \cdot n]^2 \right\};$$

$$n = \frac{V_{\Gamma}}{V_o^p}.$$

Потеря напора в сети при отсутствии водоразбора:

$$\Delta H_c = (V_o^p)^2 \cdot S,$$

где $S_n, S_o, S_{\text{э}}$ – сопротивление подающей, обратной линии, элеваторного узла;

V_o^p – суммарный расчетный расход воды на отопление при полностью включенном водоразборе;

β – доля водоразбора на горячее водоснабжение из подающей линии тепловой сети.

8. ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

Классификация тепловых пунктов приведена на рис. 77.

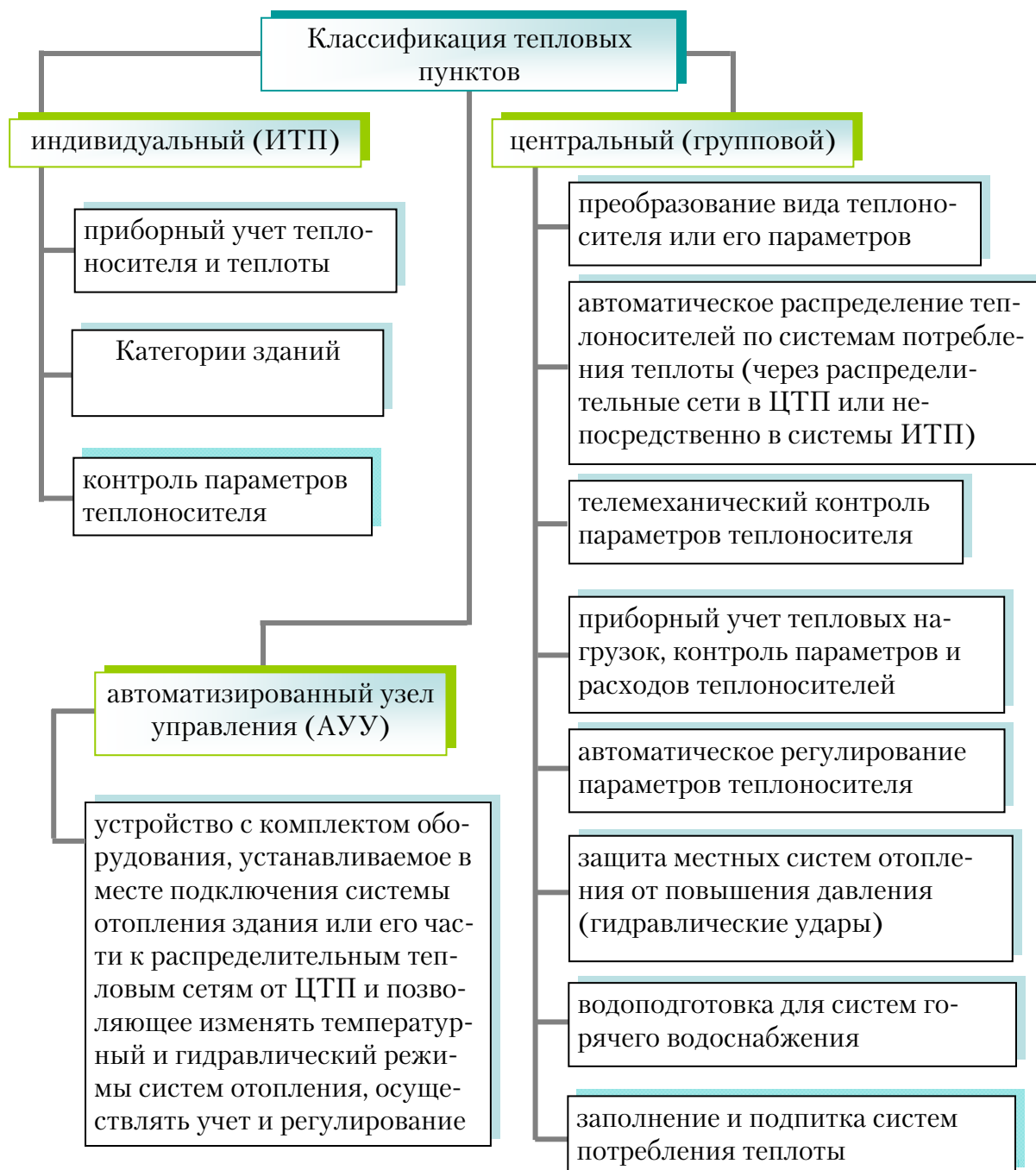


Рис. 77

Современные ИТП жилых зданий разработаны с автоматизированными узлами управления и предназначены для приготовления теплоты на цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

В тепловом пункте в зависимости от его назначения и местных условий могут осуществляться все перечисленные мероприятия или только часть их.

Приборы контроля параметров теплоносителя и учета расхода теплоты следует предусматривать во всех тепловых пунктах (рис. 78).

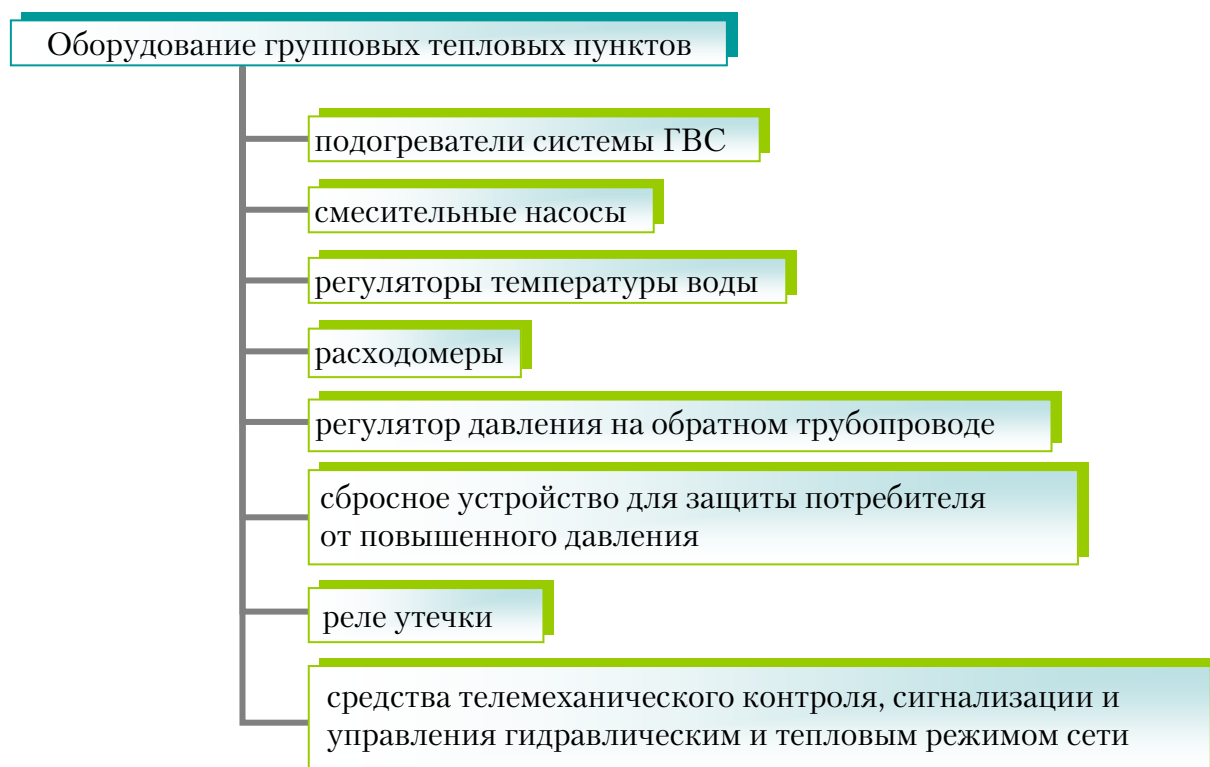


Рис. 78

Схемы включения подогревателей показаны на рис. 79.

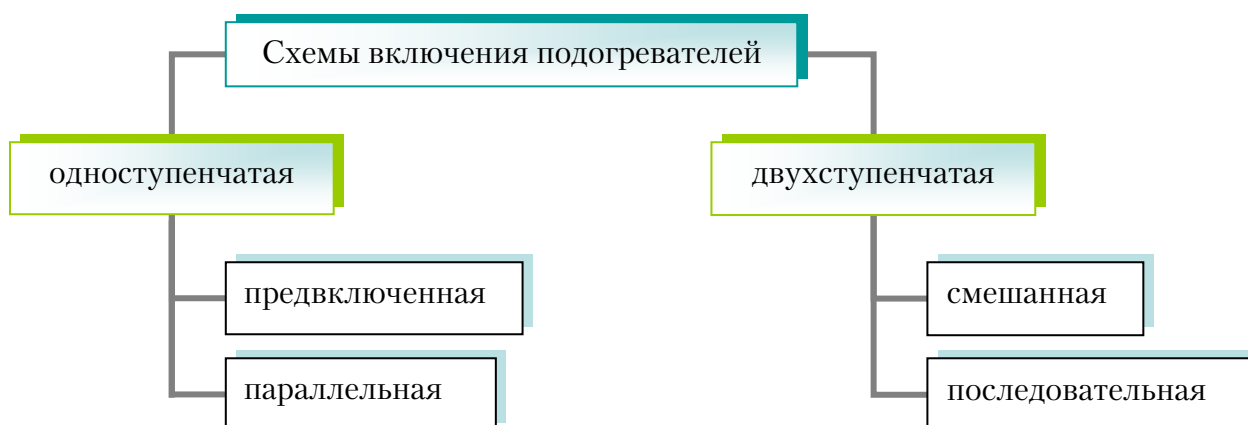


Рис. 79

Схема ГТП в жилом микрорайоне представлена на рис. 80.

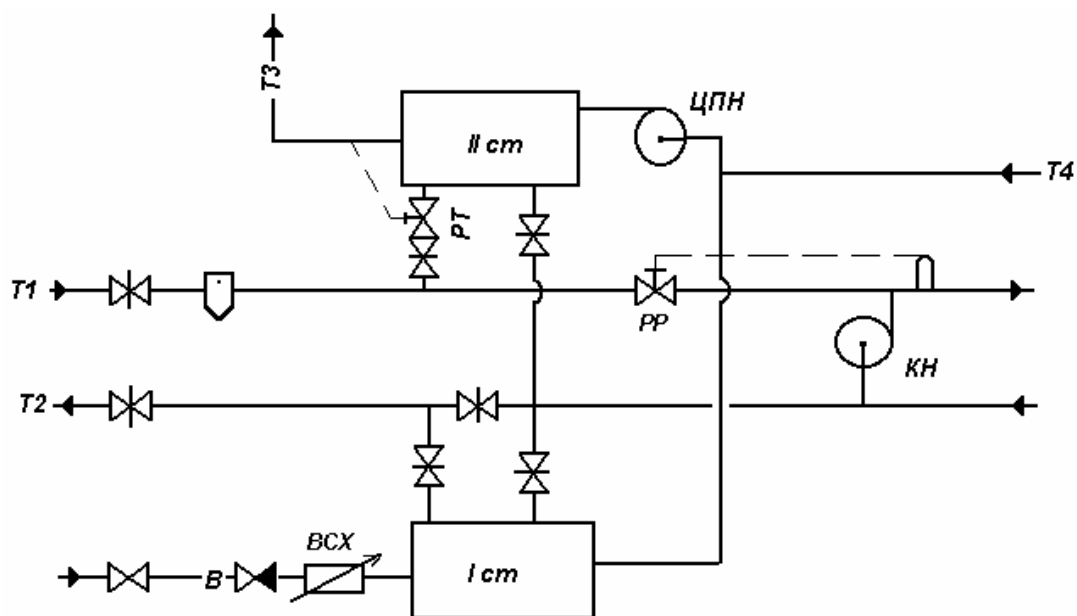


Рис. 80

Контрольные вопросы и задачи

1. Укажите назначение и типы тепловых пунктов.
2. Дайте характеристики оборудованию тепловых пунктов.
3. Дайте характеристики схемам включения подогревателей. Приведите одну из схем.
4. Как выбрать схему подогревателей? Какая схема наиболее экономична? Почему?
5. Укажите причины коррозии систем горячего водоснабжения и методы защиты систем от внутренней коррозии.
6. Дайте характеристику водоподогревателям (их типы и конструкции).
7. Объясните устройство водоводяного подогревателя.
8. То же пароводяного подогревателя.
9. Перечислите преимущества ИТП перед ЦТП.
10. Приведите принципиальную схему центрального теплового пункта.
11. Как осуществляется подбор повысительных насосов тепловых пунктов? Укажите места их установки.
12. Как осуществляется подбор циркуляционного и повысительно-циркуляционного насоса? Укажите места их установки.
13. Приведите схему установки по силикатной обработке воды.
14. Дайте характеристику двухступенчатым схемам включения подогревателей (приведите одну из них). Поясните, как она работает.

15. Определите поверхность нагрева подогревателей, если теплопроизводительность $Q = 1,2$ МВт, $K = 2300$ Вт/(м²·°С), $\Delta t = 50$ °С.

16. Определите потери давления в подогревателях, если длина хода воды $l = 1,5$ м, внутренний диаметр трубок $d = 14$ мм, скорость движения воды в трубах $v = 1$ м/с, коэффициент трения $\lambda = 0,04$, число подогревателей $Z = 2$, сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi = 10,0$.

17. Определите расход сетевой воды в подогревателе для горячего водоснабжения, если $Q = 2,3$ МВт, температура воды в сети 70/40 °С.

18. Определите теплопроизводительность подогревателя и конечную температуру сетевой воды t_2 , если расход воды в трубках равен $G_T = 18$ т/ч, температура на входе $t_c = 5$ °С, на выходе 70 °С.

19. Докажите, почему необходимо изменить схему движения теплоносителей в отопительном подогревателе по отношению к подогревателю для системы горячего водоснабжения.

20. Подберите повысительный насос, если известно, что напор в водопроводе $H_g = 35$ м, потери напора в сети $\Delta H_c = 60$ м, производительность $G = 5$ л/с.

21. Определите объем аккумуляторов (рис. 81) по интегральному графику. Известно: $t_c = 5$ °С, $t_h = 60$ °С.

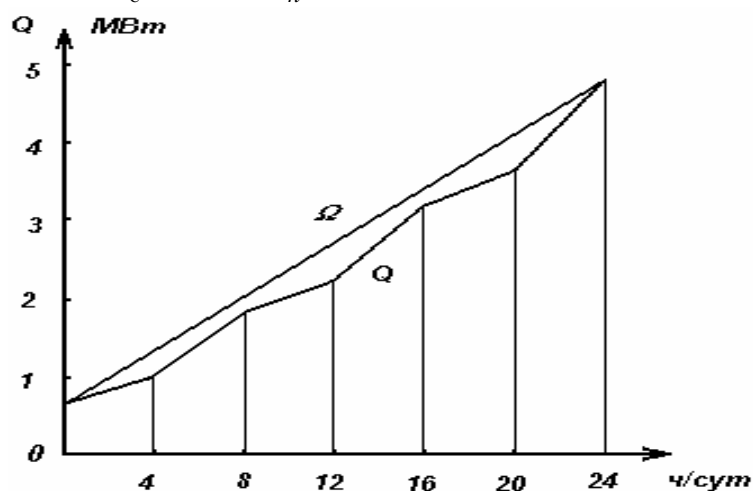


Рис. 81

22. Дайте характеристику пластинчатому подогревателю (устройство и достоинства).

23. Дайте характеристику бакам-аккумуляторам (устройство, назначение).

24. Как определить емкость баков-аккумуляторов?

25. Изложите методику расчета подогревателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ионин, А.А. Теплоснабжение [Текст] / А.А. Ионин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1982.
2. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст] / Е.Я. Соколов. – 9-е изд. – М.: Издат. дом МЭИ, 2009.
3. Громов, Н.К. Водяные тепловые сети [Текст]: справ. пособие по проектированию / Н.К. Громов [и др.]. – М.: Энергостройиздат, 1988.
4. СП 124.13330.2012. Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная версия СНиП 2.04.07–2003. – М., 2012.
5. СП-101–95. Проектирование тепловых пунктов. – М: Госстрой России, 1997.
6. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01.85*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СТРУКТУРА И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. 4	
Тема 1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМ.....	4
Тема 2. СВОЙСТВА И ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ.....	5
Тема 3. ТЕПЛОФИКАЦИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА	8
ЗАДАЧИ	12
Контрольные вопросы и задачи.....	13
Тема 4. СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	14
Тема 5. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	22
ЗАДАЧИ	22
Контрольные вопросы и задачи.....	23
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ТЕПЛОТЫ	26
Контрольные вопросы и задачи.....	29
3. ВНУТРИДОМОВЫЕ И КВАРТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	31
Контрольные вопросы и задачи.....	35
4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВНУТРИДОМОВЫХ СИСТЕМ ГВ	38
5. РЕЖИМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	40
Контрольные вопросы и задачи.....	43
6. СХЕМЫ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	46
Тема 1. СХЕМЫ СЕТЕЙ.....	46
Тема 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДЯНЫХ СЕТЕЙ	47
Тема 3. РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ И КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ.....	47
Тема 4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ ПО ОПТИМАЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ ДАВЛЕНИЯ.....	48
Контрольные вопросы и задачи.....	49
7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	51
Тема 1. ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ.....	51
Тема 2. ВЫБОР СХЕМ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ	51
Тема 3. РАЗРАБОТКА ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА ПРИ СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ МЕСТНОСТИ И ПРОТЯЖЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ.....	52
Контрольные вопросы и задачи.....	52

Тема 4. НАСОСНЫЕ ПОДСТАНЦИИ	56
Тема 5. ПЕРЕМЕННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ.....	58
Тема 6. ПЕРЕМЕННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ	60
8. ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ	62
Контрольные вопросы и задачи.....	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	66

Учебное издание

Стрелюхина Тамара Алексеевна

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

Редактор М.А. Сухова

Верстка Т.А. Лильп

Подписано в печать 27.04.15. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 4,25. Тираж 80 экз.

Заказ №154.

Издательство ПГУАС.

Отпечатано в цехе оперативной полиграфии ПГУАС.

440028, г.Пенза, ул. Г.Титова, 28.