

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
СИСТЕМАМИ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

*к практическим занятиям и самостоятельной работе  
для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство»  
(программа магистерской подготовки  
«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»)  
всех форм обучения*

Воронеж 2023

УДК 697.34:681.5(07)  
ББК 31.38:32.96я7

*Составитель*  
*М. Н. Жерлыкина*

**Автоматизация и управление системами теплогазоснабжения:** методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами систем теплогазоснабжения» для студентов направления 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. Н. Жерлыкина. — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. — 23 с.

Методические указания содержат методики разработки системы автоматизированного управления технологическими процессами систем теплогазоснабжения.

Предназначены для студентов направления 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий») всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_АСУТПСТ\_ПР.pdf.

Ил. 9. Библиогр.: 14 назв.

**УДК 697.34:681.5(07)**  
**ББК 31.38:32.96я7**

*Рецензент – К. В. Гармонов, канд. техн. наук, доцент кафедры  
жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ*

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит интенсивное развитие гражданского и промышленного строительства, совершенствование систем тепло- и газоснабжения (ТГС), повышение требований к инженерному оборудованию зданий. Вместе с тем действуют строгие требования по ресурсоэнергосбережению и охране окружающей среды.

Высокие скорости потоков и физико-химических превращений, производительность оборудования, большие объемы аппаратов и сооружений, зависимость технико-экономических показателей от большого числа разнообразных факторов — все это предъявляет повышенные требования к управлению системами ТГС. На современном этапе развития управление системами ТГС предусматривается с помощью автоматизированных устройств. В ходе технологического процесса необходимо вмешиваться в работу автоматических управляющих устройств и устранять простейшие неисправности в их работе. Однако необходимы знания основных принципов управления системами ТГС, особенностей устройства и эксплуатации приборов, регуляторов и других средств автоматизации.

Под автоматизацией понимают применение технических средств и систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи или использования энергии, материалов или информации.

Цель автоматизации систем ТГС — это эффективное и экономичное использование источников теплоты, облегчение управления системой для службы эксплуатации здания или владельца частного дома, прогнозирование технического обслуживания оборудования, распределение и балансировка нагрузки на тепловую сеть здания, предотвращение выхода из строя оборудования, уменьшение влияния «человеческого фактора», снижение стоимости коммунальных услуг.

Важную роль в процессе автоматизации играет умение разрабатывать алгоритм управления системами ТГС. Методические указания посвящены систематизации знаний и умений в области автоматизированного управления инженерными системами. Приобретенные навыки будут полезны при принятии решения по повышению энергосбережения систем за счет контроля, управления, регулирования и защиты систем ТГС.

Данные методические указания предназначены для аудиторной и самостоятельной работы магистрантов направлений подготовки 08.04.01 «Строительство» (программа «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий») всех форм обучения. Также полезны для студентов, изучающих дисциплины, связанные источниками теплогазоснабжения и специалистов, осуществляющих практические расчеты.

В методических указаниях рассматриваются теоретические вопросы, связанные с современными методами построения систем автоматического управ-

ления объектами теплогазоснабжения, приводятся задания для практической работы студентов. Методические указания составлены с учетом современных нормативов в области проектирования.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

При разработке проекта автоматизации системы ТГС исходным материалом являются технические документы, содержащие функциональные схемы системы автоматизации, определяющие функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации [1...4].

На функциональных схемах автоматизации коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784-96, а детали трубопроводов, арматура, теплотехнические и санитарно-технические устройства и аппаратура — по ГОСТ 2.785-70 (рис. 1).

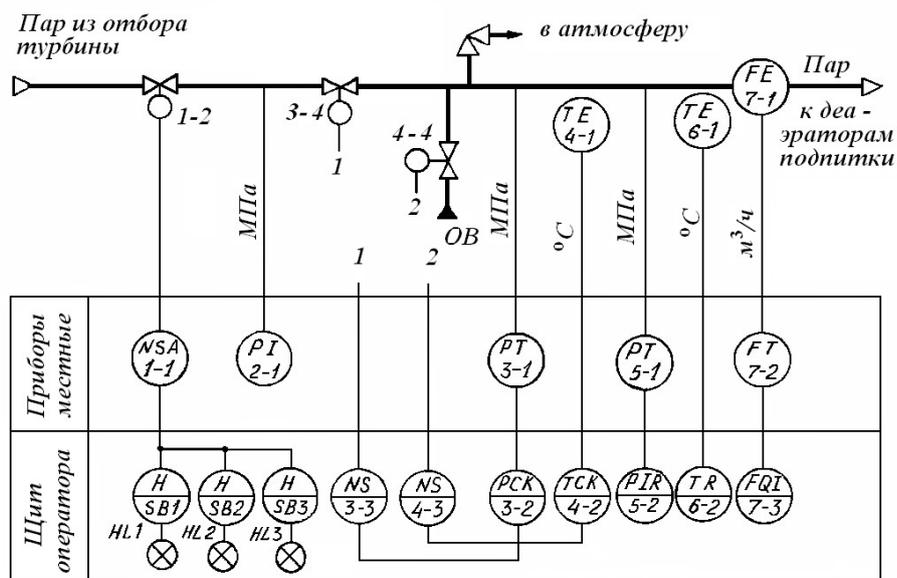


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах показываются в соответствии с ГОСТ 21.404-85.

Условные обозначение измеряемых величин в системах ТГС [5...13]:

✓  $D$  — плотность;  $E$  — любая электрическая величина;  $F$  — расход;  $H$  — ручное воздействие;  $K$  — время, программа;  $L$  — уровень;  $M$  — влажность;  $P$  — давление (разрежение);  $Q$  — качество, состав, концентрация среды;  $S$  — скорость, частота;  $T$  — температура;  $W$  — масса;

✓  $D$  — разность, перепад;  $F$  — соотношение;  $J$  — автоматическое переключение, обегание;  $Q$  — интегрирование, суммирование по времени.

Функции, выполняемые прибором:

✓ отображение информации:  $A$  — сигнализация;  $I$  — показание;  $R$  — регистрация;

✓ формирование выходного сигнала:  $C$  — регулирование;  $S$  — включение, отключение, переключение, сигнализация ( $H$  и  $L$  — соответственно верхний и нижний пределы параметров);

✓  $E$  — чувствительный элемент (первичное преобразование);  $T$  — дистанционная передача (промежуточное преобразование);  $K$  — станция управления. Род сигнала:  $E$  — электрический;  $P$  — пневматический;  $G$  — гидравлический.

Например,  $PDI$  — прибор для измерения перепада давления, показывающий дифманометр,  $TC$  — терморегулятор,  $TE$  — датчик температуры.

Системы автоматического регулирования (САР) решают задачи:

✓ стабилизации — когда управляющее воздействие остается неизменным при всех режимах работы объекта;

✓ слежения (следающие системы) — когда регулируемая величина или параметр изменяется в зависимости от значений другой величины;

✓ программного регулирования — когда регулируемый параметр изменяется во времени по заранее заданной программе.

## 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Проектирование газораспределительных систем осуществляется в соответствии с СП 62.13330.2011\*. Система газоснабжения города или населенного пункта включает источник газоснабжения, газовую распределительную сеть (ГРС) и внутреннее газооборудование.

**Задание 2.1.** Разработать функциональную схему автоматизации ГРС. Варианты технологической схемы ГРС представлены в [14].

*Пример.* Функциональная схема автоматизации ГРС представлена на рис. 2.

### *Контроль*

Контролируемыми параметрами является давление в определенных точках технологической схемы ГРС, температура и расход газа: 19 — манометром, регистрирующий давление газа на входе в блок; 20 — регистрирующий трехточечный уравновешенный мост в искробезопасном исполнении; 20-1, 20-2, 20-3 — датчики температуры; 18 — показывающий манометрический термометром; 21, 22 — камерные диафрагмы.

### *Управление*

Предусмотрено: 14 — электропневматические устройства управления кранами с пневмоприводами.

Алгоритм управления включает движение газа в период ремонтных работ.

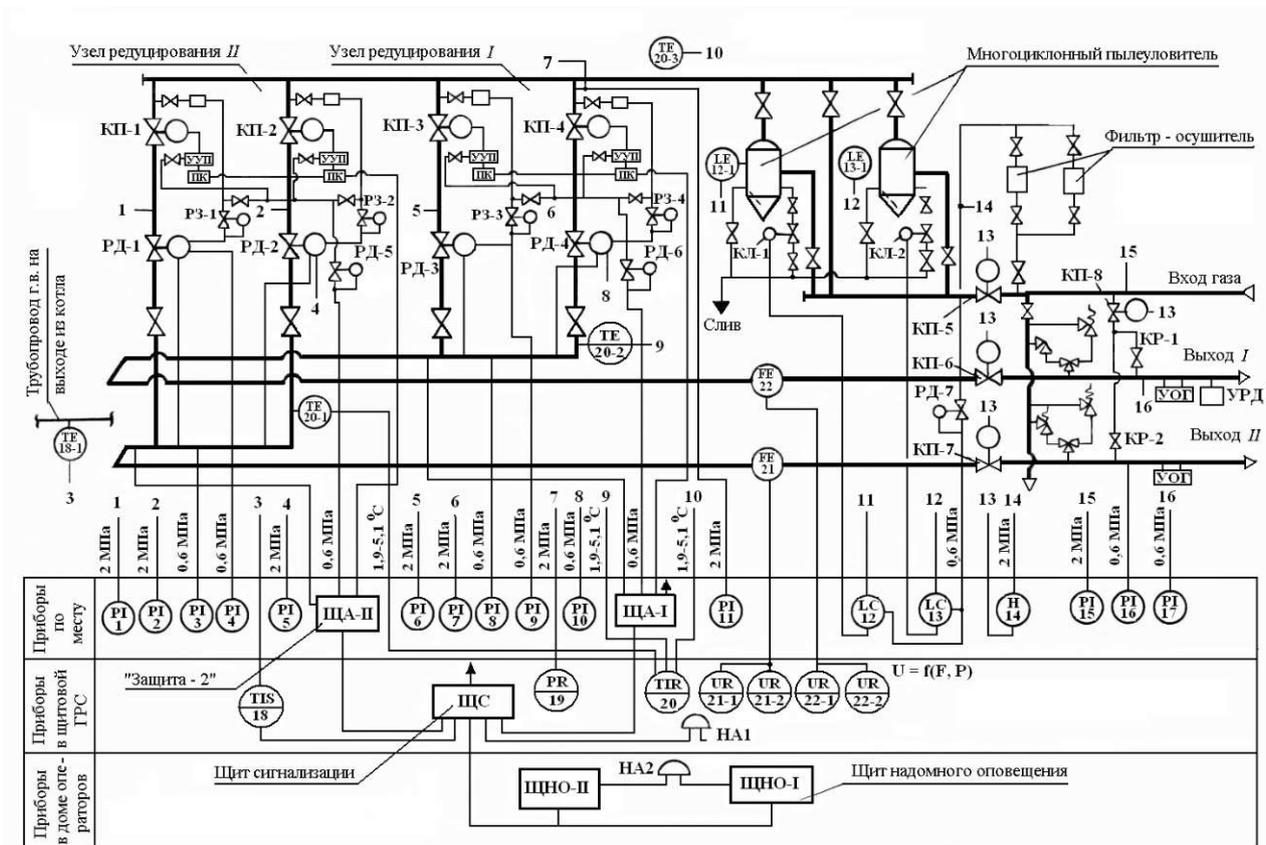


Рис. 2. Функциональная схема автоматизации ГРС с двумя потребителями

### Автоматическое регулирование и защита

Предусмотрено регулирование давления газа, поступающего к потребителям и уровня воды и конденсата в пылеуловителях: 12, 13 — пневматические регуляторы непрямого действия типа с датчиками уровня.

Алгоритмом регулирования предусмотрена система аварийно-предупредительной сигнализации, в состав которой входят манометрический термометр 18.

**Задание 2.2.** Разработать функциональную схему автоматизации ГРП. Варианты технологической схемы ГРП представлены в [14].

*Пример.* Функциональная схема автоматизации ГРП представлена на рис. 3.

Контроль давления на вводе, на технологических линиях перед ПЗК и на выводе осуществляется показывающими манометрами 2, 3, 9, 10, 12.

Контроль температуры обеспечивается техническим показывающим термометром 1. Измерение расхода газа осуществляется дифманометрами .5-2, 5-3, 6-2, 6-3. Перепад давлений на фильтре контролируется дифманометром 4.

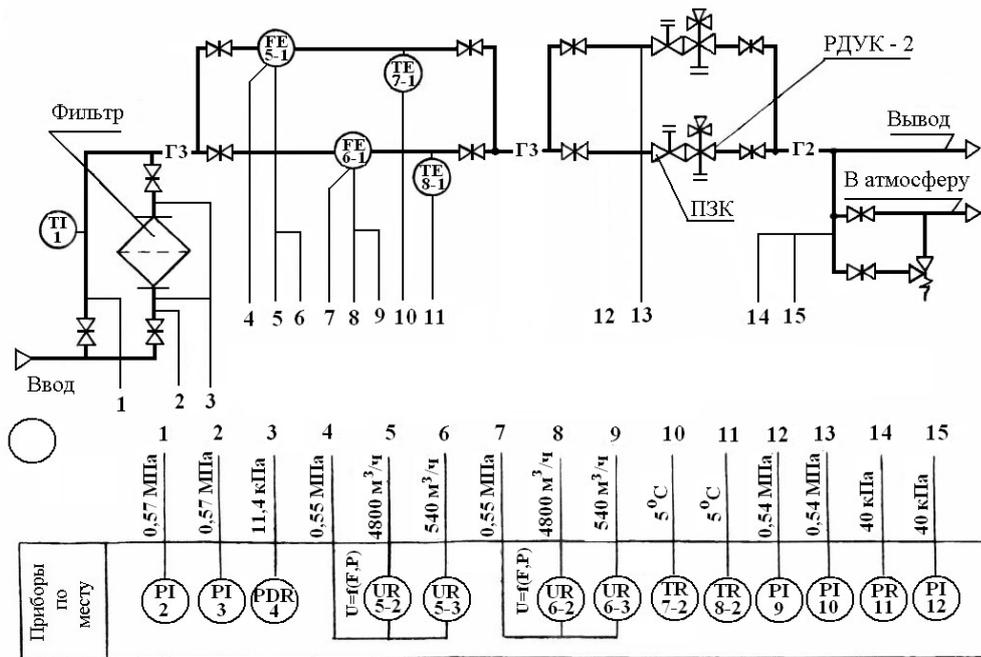


Рис. 3. Функциональная схема автоматизации ГРП

**Задание 2.3.** Разработать функциональную схему автоматизации газоиспользующей установки. Варианты технологической схемы представлены в [14].

**Пример.** Функциональная схема автоматизации газоиспользующей установки представлена на рис. 4.

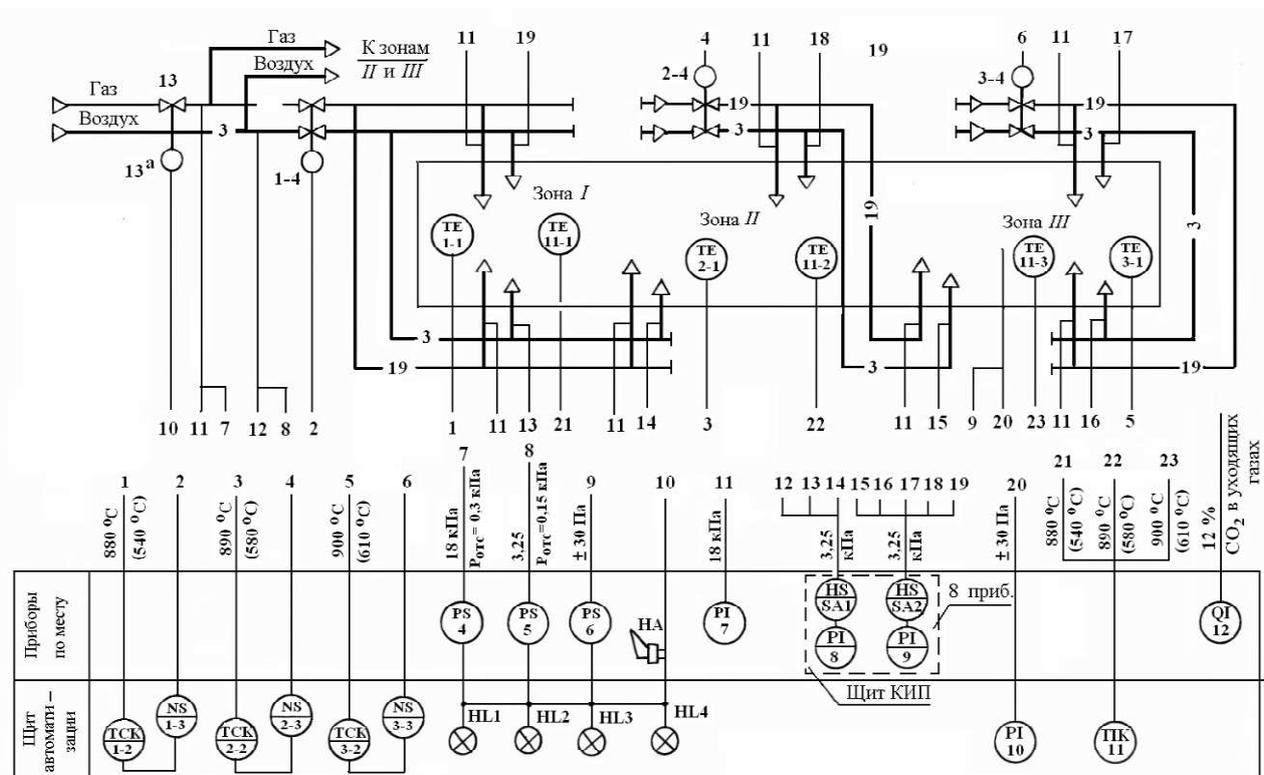


Рис. 4. Функциональная схема автоматизации промышленной газовой печи

К газоиспользующим установкам относятся промышленные газовые печи и сушильные установки, котлоагрегаты (паровые и водогрейные), промышленные газовые воздухонагреватели (газовые калориферы), газовое оборудование жилых и гражданских зданий.

#### *Контроль*

Предусматривается контроль: давления газа на входе печи и перед горелками показывающими манометрами 7; давления воздуха на входе печи и перед горелками показывающими напорометрами 8 и 9; разрежения в печи тягонапорометром мембранным 10; содержание  $\text{CO}_2$  в уходящих газах переносным газоанализатором химическим 12; температуры в зонах печи трехточечным показывающим и самопишущим потенциометром 11; давление газа и воздуха на входе печи, а также разрежение контролируются сигнализирующими датчиками 4, 5, 6.

#### *Регулирование*

Для регулирования (стабилизации) температуры предусмотрены автоматические регуляторы 1-2, 2-2, 3-2, работающие с термопарами 1-1, 2-1, 3-1. Предусмотрены трехпозиционный усилитель 1-3 и регулирующий клапан топливо-воздух 1-4.

### **3. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ**

#### *Автоматизация систем теплоснабжения*

Схемами автоматизации теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных предусматриваются [8]:

- ✓ управление подпиточными насосами и регулирование давления воды в обратном трубопроводе станции или на перемычке;
- ✓ регулирование давления и уровня воды в теплофикационных деаэраторах;
- ✓ регулирование теплопроизводительности сетевых подогревателей и их автоматическая защита;
- ✓ автоматическое включение резервных сетевых насосов и защита от повышения давления сетевой воды;
- ✓ при автоматизации сетевых подогревателей одной из основных задач является регулирование температуры сетевой воды на выходе из подогревателей.

**Задание 3.1.** Разработать функциональную схему автоматизации системы теплоснабжения здания. Условные обозначения, приняты на схемах, представлены в прил. А. Варианты технологической схемы представлены в прил. Б.

*Пример.* На рис. 5 представлена схема автоматизации ЦТП с двухступенчатой схемой с ограничением максимального расхода воды при зависимом присоединении системы отопления.

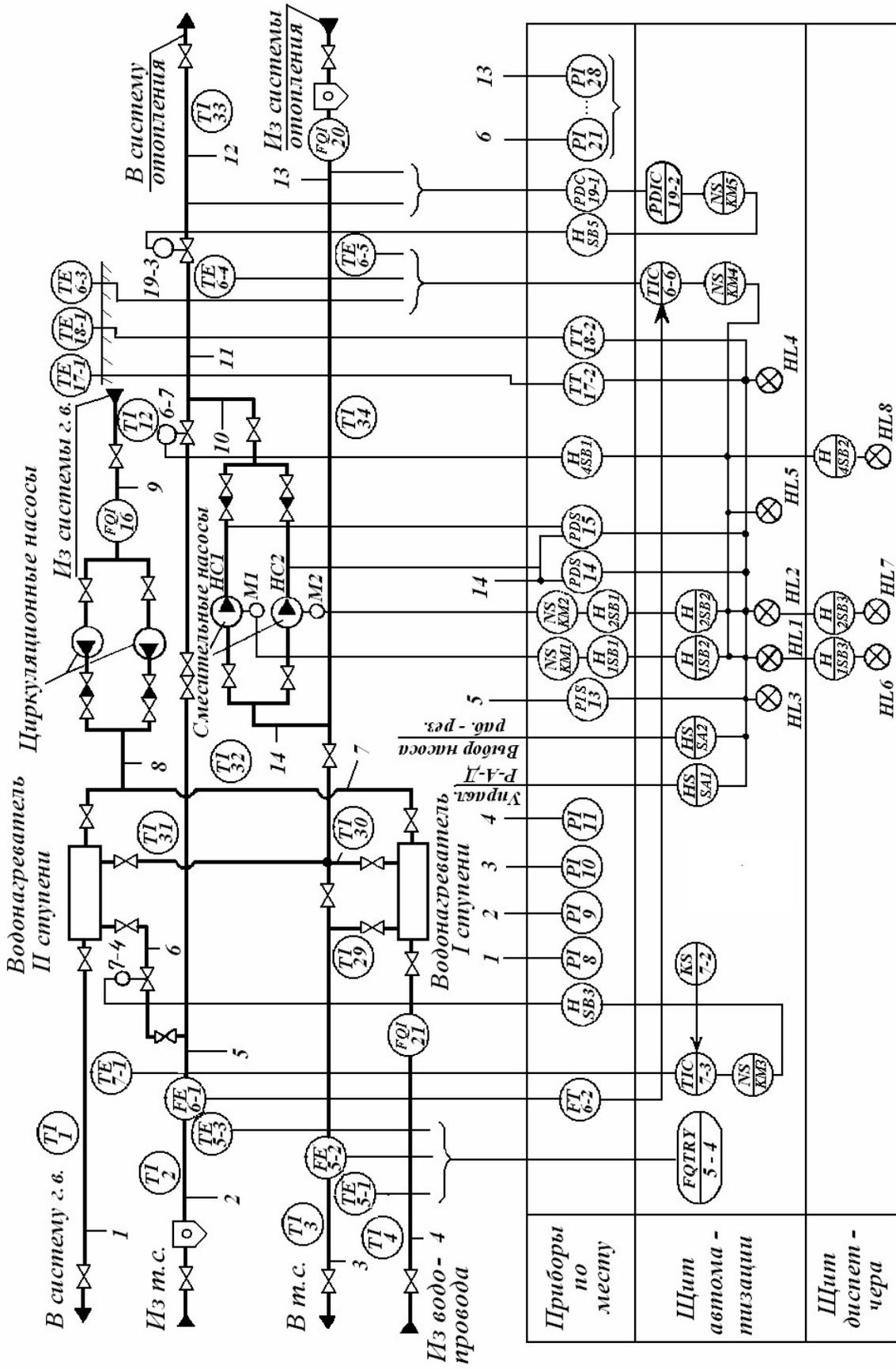


Рис. 5. Схема автоматизации ЦТП с двухступенчатой смешанной схемой с ограничением максимального расхода воды при зависимом присоединении системы отопления

## Автоматический контроль

В схеме автоматизации ЦТП предусмотрено измерение:

- ✓ температуры в подающем и в обратном трубопроводе тепловой сети, на входе и выходе сетевой и водопроводной воды каждой из ступеней водонагревателя горячего водоснабжения, воды на входе в систему отопления и обратной воды от системы отопления — термометрами позиций 1-4; 12; 29-34;
- ✓ давления в подающем трубопроводе тепловой сети, обратном трубопроводе тепловой сети, холодном водопроводе, подающем и циркуляционном трубопроводе горячего водоснабжения, в подающем и обратном трубопроводе системы отопления на выходе ЦТП, на входе и выходе сетевой и водопроводной воды каждой из ступеней водонагревателя горячего водоснабжения, на нагнетании смесительных насосов отопления, на нагнетании циркуляционных насосов горячего водоснабжения, до и после регуляторов давления; для измерения давления воды — манометрами общего назначения соответственно позиций 8-11; 21-28;
- ✓ расхода холодной воды, воды на циркуляцию в системе горячего водоснабжения и воды на отопление соответственно счетчиками 21, 16 и 20;
- ✓ расхода теплоты.

### Автоматическое управление и регулирование

Предусмотрено автоматическое управление смесительными насосами системы отопления и циркуляционными насосами системы горячего водоснабжения: 3, 4 — регулятор отопления; 7 — реле разности давлений; 8 — датчика давления; 10, 11 — насосы; 6-2, 19-1 — дифманометр; 6-6 — регулятор температуры; 6-7 — клапан; 13 — электроконтактный манометр; 14, 15 — контакты реле; 17-1 и 18-1 — датчиков температуры; 19-3 — регулирующий клапан;

Схема автоматизации узла присоединения системы отопления через водонагреватель приведена на рис. 6.

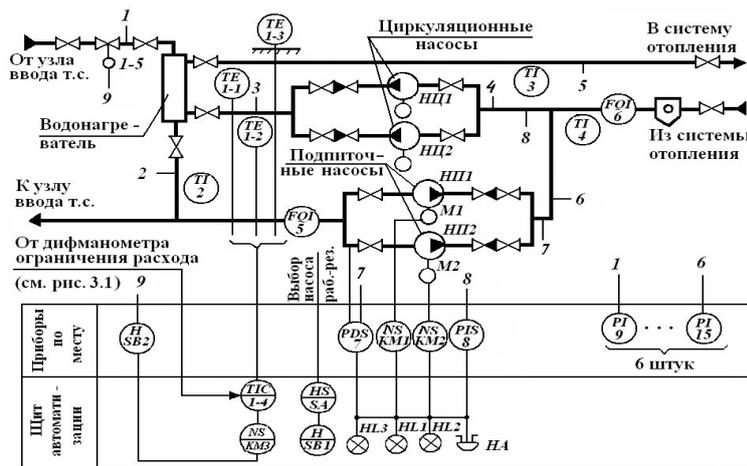


Рис. 6. Функциональная схема автоматизации узла присоединения системы отопления через водонагреватель

Функциональная схема управления циркуляционными насосами показано на рис. 7.

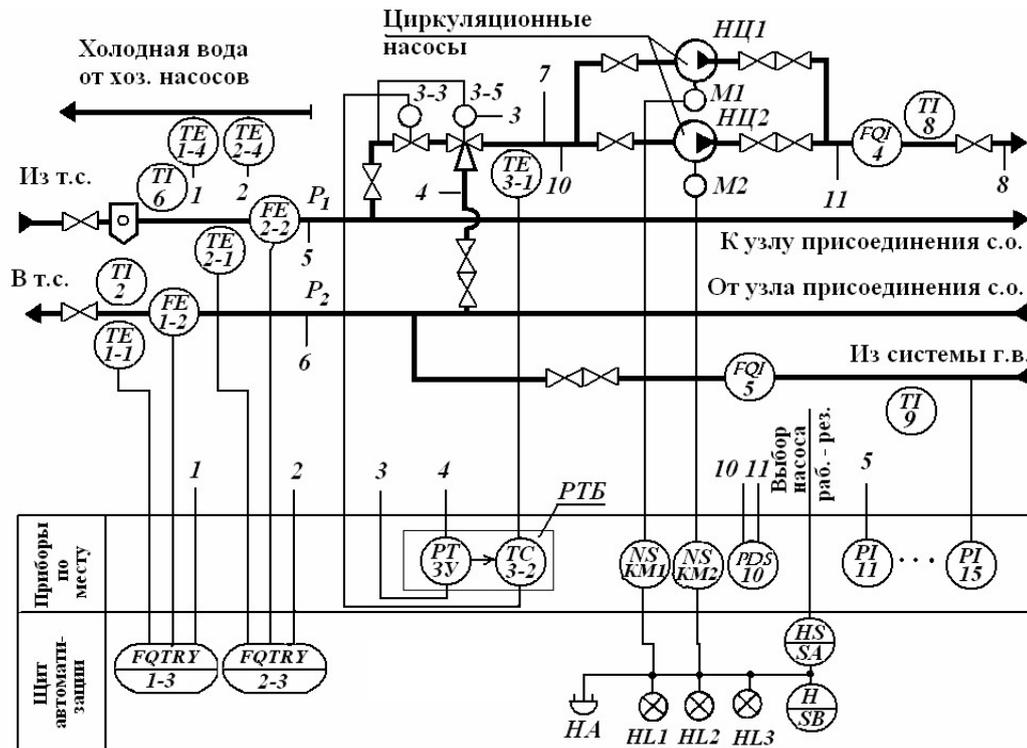


Рис. 7. Функциональная схема управления циркуляционными насосами

**Задание 3.2.** Разработать функциональную схему автоматического регулирования гидравлического режима в тепловых пунктах.

*Пример.* Автоматическое регулирование гидравлического режима и защита в тепловых пунктах зданий зависит от схемы присоединения теплопотребляющих установок к тепловой сети. Выбор схемы присоединения определяется соответствием параметров гидравлического режима тепловой сети на вводе в ЦТП или ИТП требуемым параметрам гидравлического режима местных систем.

Пьезометрический график тепловой сети представлен на рис. 8.

Для нормальной работы систем отопления потребителей необходимо соблюдение следующих условий [8]:

1) в динамическом режиме  $H_0 > h_{м.з.}$ ,  $P_0 < P_d$  для залива местных систем отопления без разрушения нагревательных приборов;  $\Delta H > \Delta h_p$  – для возможности подачи расчетного расхода воды в местную систему ( $h_{м.з.}$  – напор, необходимый для залива местных систем;  $P_d$  – максимальное давление воды, допустимое для нагревательных приборов систем отопления;  $\Delta h_p$  – располагаемый напор на вводе теплового пункта (ТП)) (рис. 9);

2) в статическом режиме  $H_{ст} > h_{м.з.}$ ,  $P_{ст} < P_d$  – для залива местных систем без разрушения нагревательных приборов. Эти условия выполняются для потребителя 1 на рис. 8 и в схемах автоматизации ТП дополнительных элементов не требуется (рис. 9).

В схеме автоматизации ТП потребителя 2 залив местной системы 3 и защита ее от опорожнения осуществляются регулятором давления "до себя" 1 и обратным клапаном 2. При останове сетевых насосов на теплоисточнике регу-

лятор 1 и обратный клапан закрываются, что обеспечивает отсечку местных систем от тепловой сети (рис. 9).

В схеме автоматизации ТП потребителя 3 защита от возможного разрушения нагревательных приборов местных систем повышенным давлением осуществляется работой насоса 7, понижающего давление в обратной линии. Это давление поддерживается постоянным с помощью регулятора давления 1. При аварийном останове насоса 7 по импульсу (рис. 9).

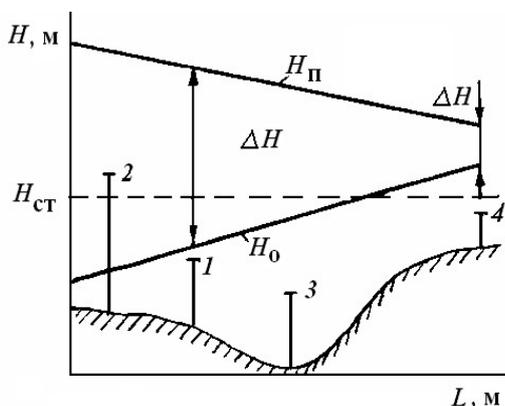


Рис. 8. Пьезометрический график тепловой сети:

$H_{п}$ ,  $H_{о}$  — линии напоров в подающей и обратной линиях тепловой сети в динамическом режиме;  $H_{ст}$  — линия статического режима;  $\Delta H$  — располагаемый напор на вводе одного из потребителей; 1-4 — потребители;  $L$  — протяженность сети

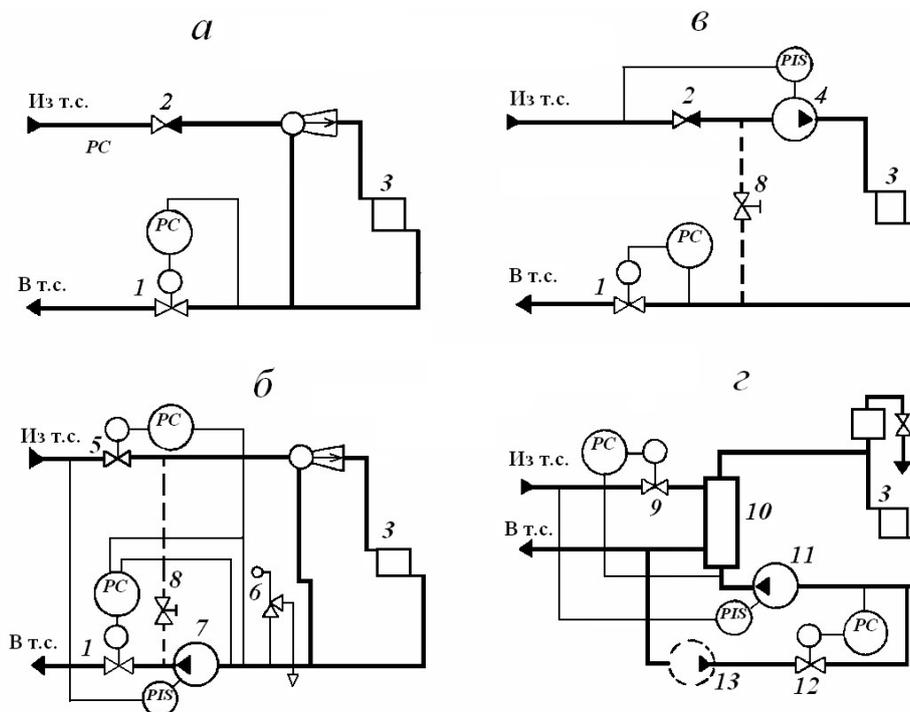


Рис. 9. Схемы автоматического регулирования гидравлического режима и защиты: а — потребитель 2,  $H_{о} < h_{м.з.}$ ,  $H_{ст} < h_{м.з.}$ ; б — потребители 3, 4,  $P_{о} > P_{д}$ ,  $P_{ст} > P_{д}$ ; в — потребитель 4,  $\Delta H < \Delta h_{р}$ ; г — потребитель 3,  $P_{о} > P_{д}$ ,  $P_{ст} > P_{д}$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные понятия, классификация систем автоматического регулирования.
2. Развитие автоматизации.
3. Структурные схемы систем автоматического контроля, регулирования и управления.
4. Регулирование по отклонению.
5. Регулирование по возмущению. Комбинированное регулирование.
6. Измерительные преобразователи и приборы.
7. Метрологические характеристики средств измерений: погрешности. Класс точности.
8. Методы и приборы для измерения температуры
9. Методы и приборы для измерения давления
10. Методы и приборы для измерения расхода
11. Датчики с аналоговым выходным сигналом и контроллерами.
12. Статические и динамические характеристики элементов САР.
13. Понятие устойчивости и показатели качества САР.
14. Свойства объектов регулирования.
15. Классификация автоматических регуляторов.
16. Классификация устройств и принцип действия регуляторов.
17. Системы автоматического регулирования.
18. Вспомогательные устройства автоматических систем регулирования.
19. Основные технические характеристики исполнительных устройств САР.
20. Порядок расчета и выбора исполнительных устройств.
21. Основные функции программируемых логических контроллеров.
22. Устройство контроллеров.
23. Коммуникационные возможности контроллеров.
24. Основные функции SCADA-систем.
25. Схемы автоматизации оборудования. Условных обозначения средств автоматизации на функциональных схемах.
26. Автоматизация управления и контроля котельных установок.
27. Автоматическое регулирование вспомогательного оборудования котельных установок.
28. Автоматика безопасности котла.
29. Автоматизация тепловых сетей. Система ОДК.
30. Автоматизация тепловых пунктов.
31. Автоматизация ГРС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 373.1325800.2018. Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования. — Москва: Стандартинформ, 2018.
2. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. — Москва: Стандартинформ, 2012.
3. СП 89.13330.2016. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76 Котельные установки. — Москва: Стандартинформ, 2016.
4. СТО Газпром 097-2011. Автоматизация. Телемеханизация. автоматизированные системы управления технологическими процессами добычи, транспортировки и подземного хранения газа. Основные положения. — Москва: ОАО «Газпром», 2012.
5. Данилов, А. А. Газораспределительные станции / А. А. Данилов, А. И. Петров. — Санкт-Петербург: ОАО «Издательство «Недра», 1997. — 240 с.
6. Мартыненко, Г. Н. Основы автоматизации тепловых процессов: учебное пособие / Г. Н. Мартыненко, А. В. Исанова, В. И. Лукьяненко. — Воронеж, 2015. — 69 с.
7. Мухин, О. А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / О. А. Мухин. — Минск, 1986. — 303 с.
8. Попов, Н. А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учебное пособие / Н.А. Попов. — Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. — 102 с.
9. Тахциди, Ю. Н. Автоматизация систем ТГВ: учебное пособие / Ю. Н. Тахциди Ю. В. Никитин. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2008. — 76 с.
10. Терешенко, Г. В. Автоматизация процессов теплогазоснабжения и вентиляции / Г. В. Терешенко, В. В. Пуляевский. — Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. — 36 с.
11. Файерштейн, Л. М. Справочник по автоматизации котельных / Л. М. Файерштейн. — Москва: Энергоатомиздат, 1985. — 296 с.
12. Фаликов, В. С. Автоматизация тепловых пунктов: справочное пособие / В. С. Фаликов. — Москва: Энергоатомиздат, 1989. — 254 с.
13. Хубаев Сайд — Магомед Курбаевич. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учебное пособие: рекомендовано УМО / Хубаев Сайд — Магомед Курбаевич. — Москва: АСВ, 2004. — 69 с.
14. Шур, И. А. Газораспределительные пункты и установки / И. А. Шур. — Ленинград: Недра, 1985. — 288 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Условные обозначения на схемах

Условное обозначение	Описание
<i>Радиаторные терморегуляторы</i>	
RTD	Термостатические элементы типа RTD для установки на клапаны RTD-N; RTD-G; RTD-K; RTD-KE
RTD-N	Корпус клапана RTD-N для двухтрубной системы отопления
RTD-G	Корпус клапана RTD-G для однострубной системы отопления
RLV	Запорный клапан для отключения отопительного прибора
<i>Погодные компенсаторы серии ECL</i>	
ECL	Погодный компенсатор (регулятор)
<i>Датчики для погодных компенсаторов ECL</i>	
ESMT; ESMR; ESMF; ESM-10	Датчик температуры внутреннего или наружного воздуха
ESMA; ESMU	Датчик погружной
ESMB	Датчик универсальный для установки на трубе или плоской поверхности
<i>Клапаны регулирующие двухходовые и трехходовые</i>	
VMV	Регулирующий клапан трехходовой с наружной резьбой, предназначен для применения с приводом AMV
VMO	Тарельчатый клапан с наружной резьбой предназначен для установки с приводом AMV (1997 г.)
VF-2; VF-3	Регулирующий клапан двухходовой; трехходовой, Фланцевый, предназначен для установки с приводами AMV(E)
HRE	Трехходовой поворотный регулирующий клапан на внутренней резьбе, предназначен для установки с приводами AMB
<i>Электроприводы</i>	
AMV	Электроприводы AMV для клапанов VS 2; VM 2; VB 2; VMV
AMB	Электроприводы (возможны с возвратной пружиной) для клапанов VS 2; VM 2; VB 2; VMV
<i>Регуляторы прямого действия</i>	
AVTB	Регулятор температуры для установки на трубопроводе
RAVI; RAVK; RAVI-VMT	Термостатический элемент для установки на двухходовые и трехходовые клапаны RAV-8; VMT; VMV; VMA
FJV	Регулятор температуры прямого действия (ограничитель температуры обратной воды) с внутренней резьбой
IVT-IVF	Регулятор температуры прямого действия: термостатический элемент IVT для установки на корпус клапана IVF
IVD-IVF	Регулирующий блок регулятора перепада давления с настроечным элементом IVD для установки на корпус клапан IVF
AVP	Регулятор перепада давления прямого действия
AVDO	Регулятор постоянства расхода прямого действия

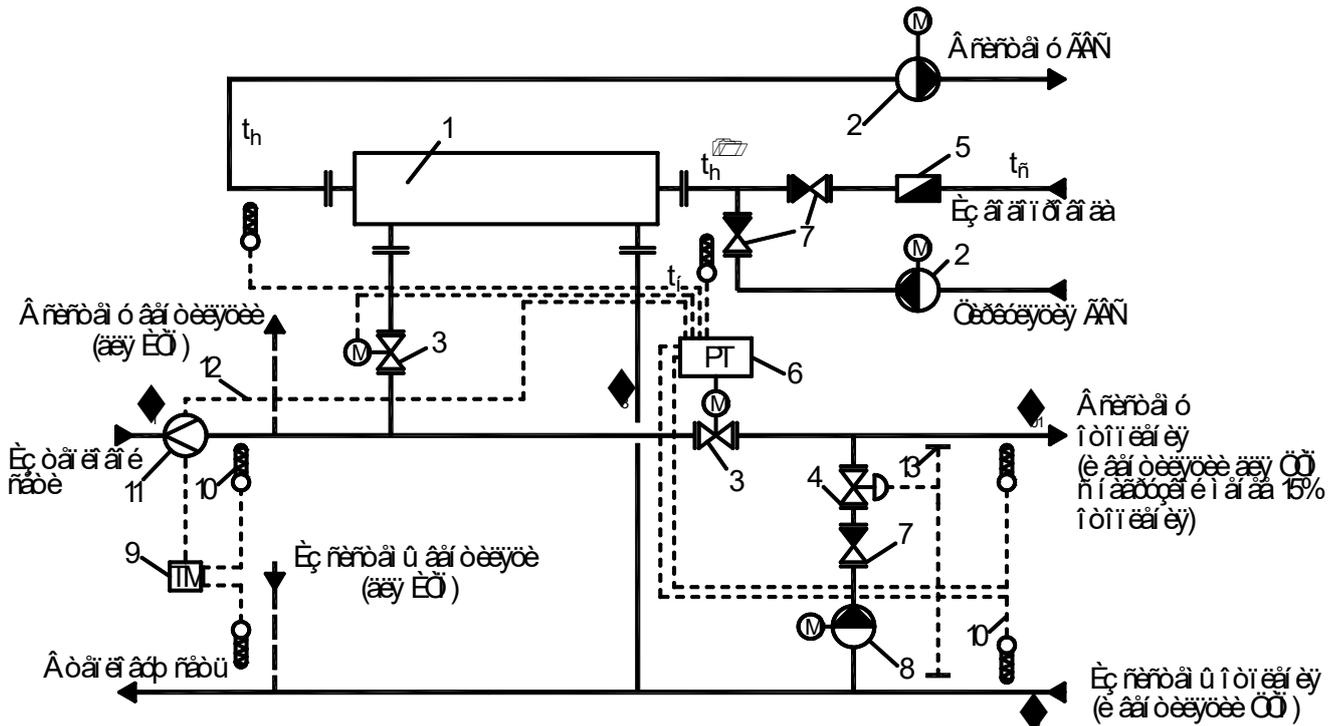


Рис. Б.1. Одноступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения с автоматическим регулированием расхода теплоты на отопление и зависимым присоединением системы отопления в ЦТП и ИТП:

- 1 — водоподогреватель горячего водоснабжения; 2 — повысительно-циркуляционный насос горячего водоснабжения (пунктир — циркуляционный насос); 3 — регулирующий клапан с электроприводом; 4 — регулятор перепада давлений (прямого действия); 5 — водомер для холодной воды; 6 — регулятор подачи теплоты на отопление, горячее водоснабжение и ограничения максимального расхода сетевой воды на ввод; 7 — обратный клапан;
- 8 — корректирующий подмешивающий насос;
- 9 — теплосчетчик; 10 — датчик температуры; 11 — датчик расхода теплоты; 12 — сигнал ограничения максимального расхода из тепловой сети на ввод; 13 — датчик давления воды в трубопроводе

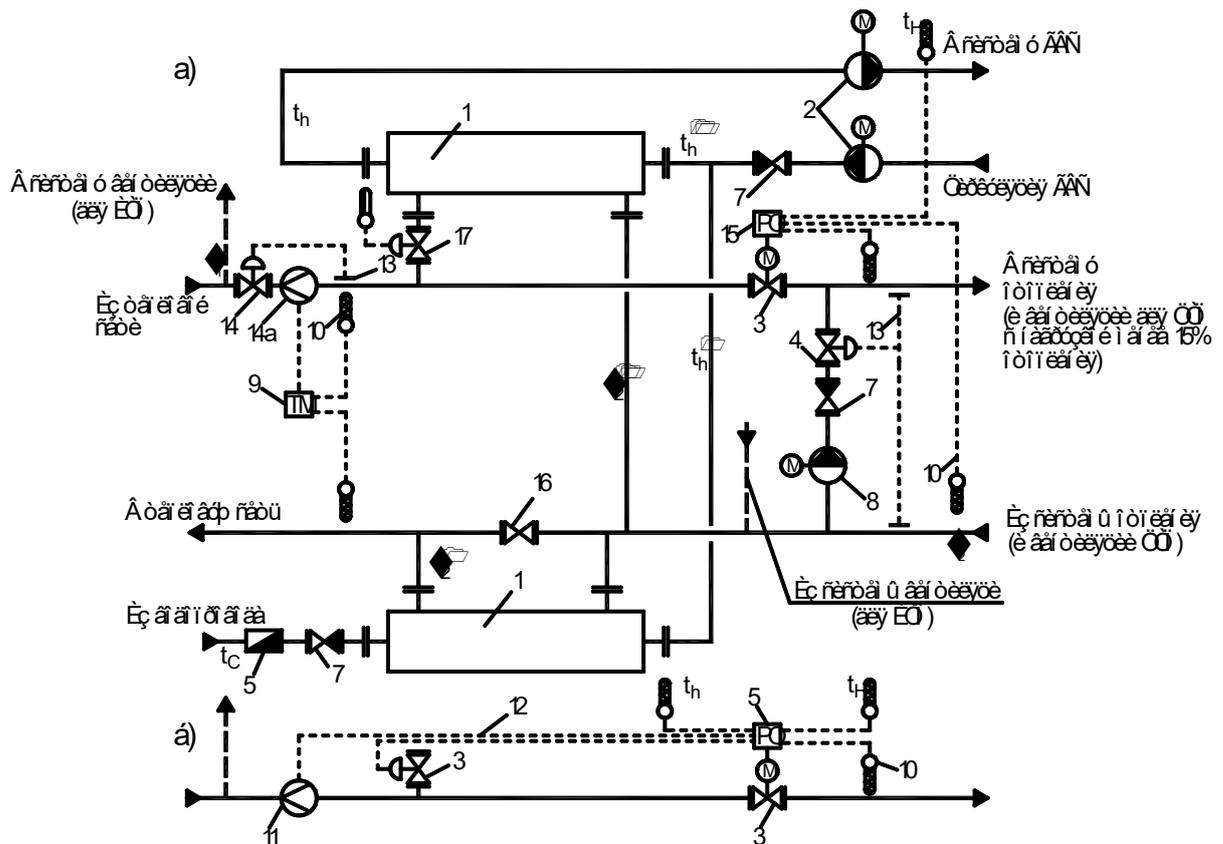


Рис. Б.2. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей для жилых и общественных зданий и жилых микрорайонов с зависимым присоединением систем отопления в ЦТП и ИТП: а) схема с самостоятельным регулятором ограничения расхода сетевой воды на ввод; б) фрагмент схемы с совмещением функций регулирования расхода теплоты на отопление, горячее водоснабжение и ограничения расхода сетевой воды в одном регуляторе 1–13 — см. рис. Б.1; 14 — регулятор ограничения максимального расхода воды на ввод (прямого действия) 15 — регулятор температуры; 16 — шаровый кран; 17 — регулятор температуры прямого действия

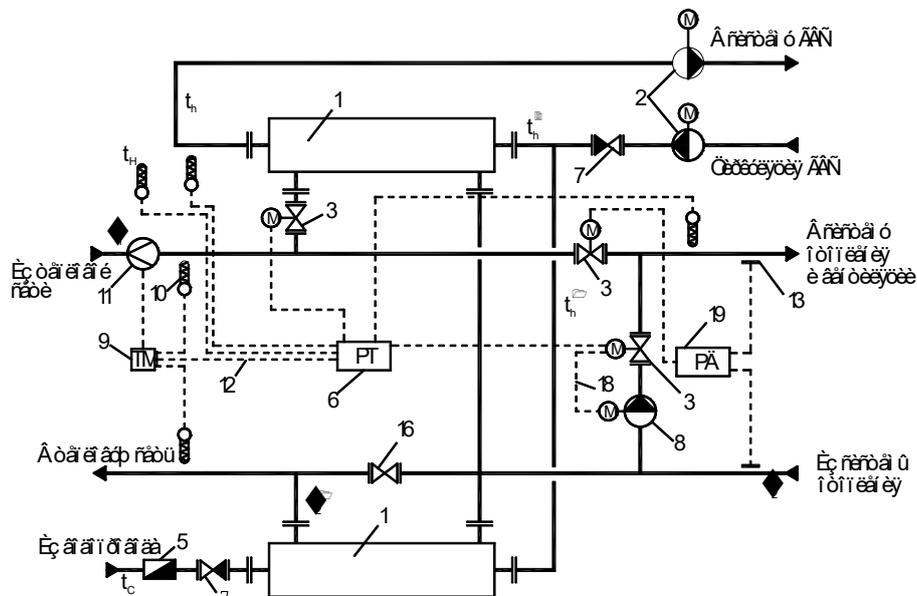


Рис. Б.3. Принципиальная схема автоматизации. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения для промышленных зданий и промплощадок с зависимым присоединением систем отопления в ЦТП: 1-17 — см. рис. Б.1, Б.2; 18 — сигнал включения насоса при закрытии клапана К-2; 19 — регулятор перепада давлений (электронный)

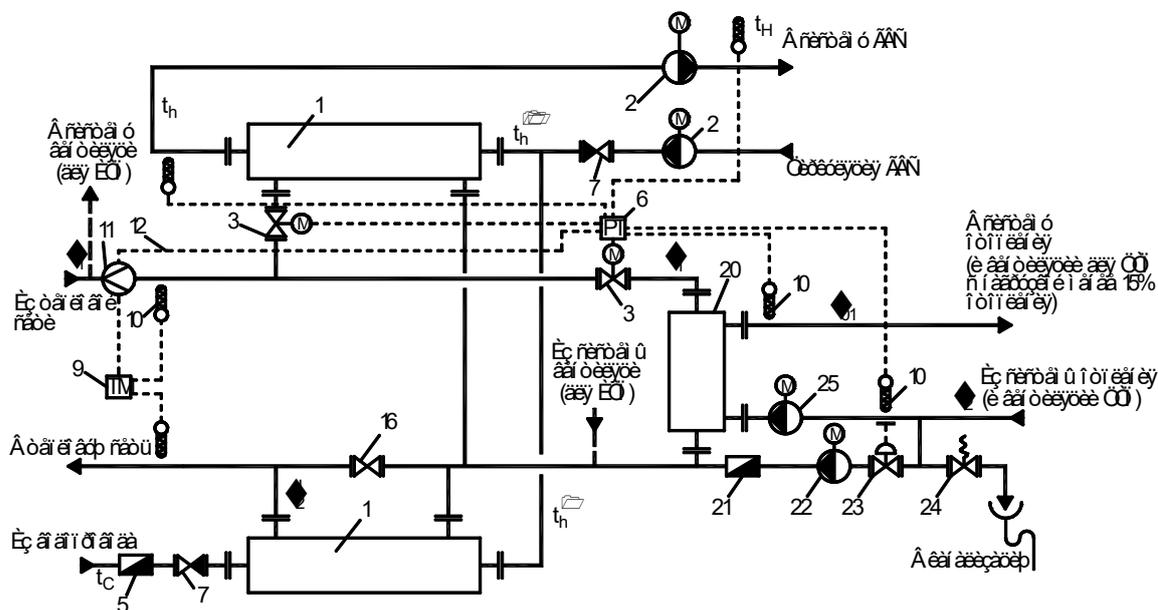


Рис. Б.4. Принципиальная схема автоматизации. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения для жилых и общественных зданий и жилых микрорайонов с независимым присоединением систем отопления в ЦТП и ИТП: 1-19 — см. рис. Б.1...Б.3; 20 — водоподогреватель отопления; 21 — водомер горячей водный; 22 — подпиточный насос отопления; 23 — регулятор подпитки; 24 — предохранительный клапан; 25 — циркуляционный насос отопления

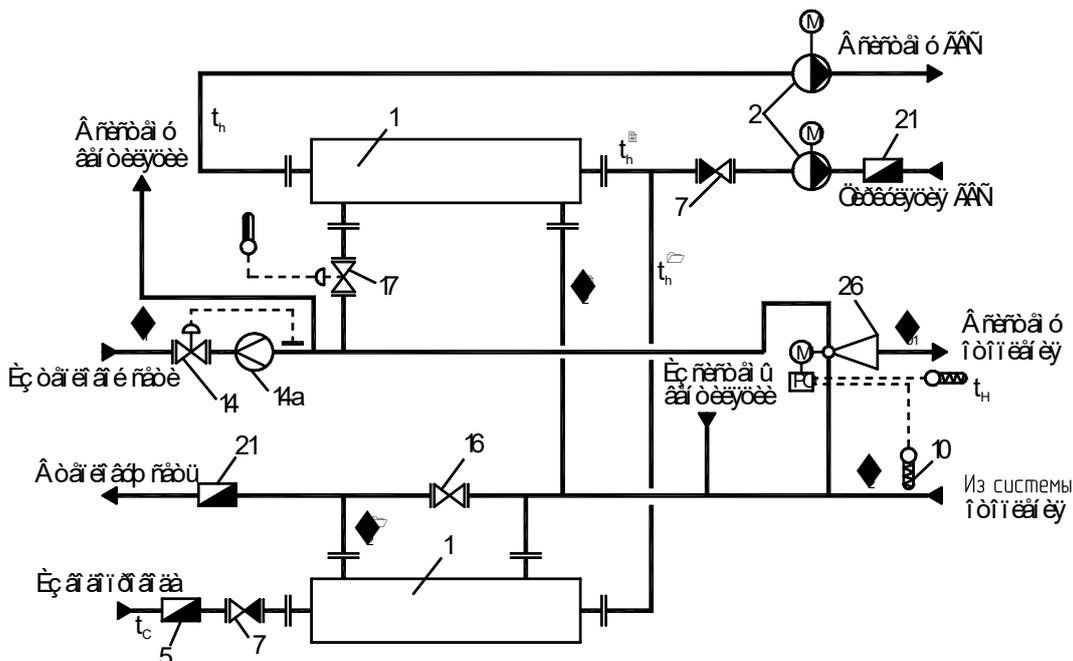


Рис. Б.5. Принципиальная схема автоматизации. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения в ИТП с водоструйным элеватором и автоматическим регулированием расхода теплоты на отопление (пример учета теплоты по водомерам) 1...25 — см. рис. Б.1...Б.4; 26 — водоструйный элеватор

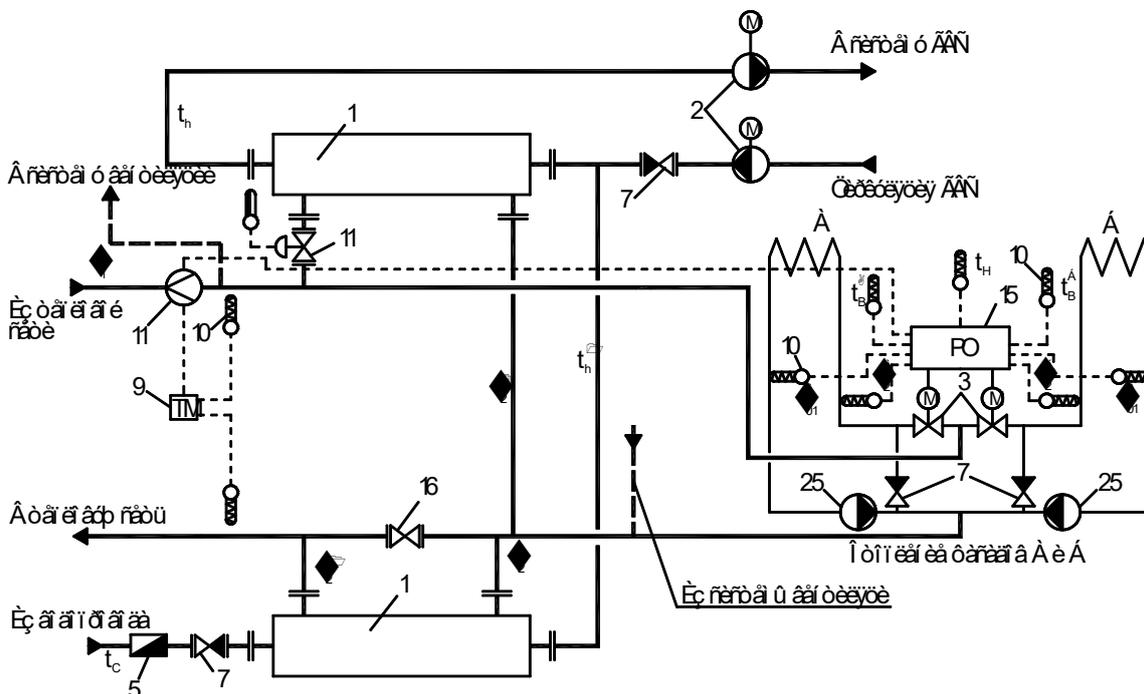


Рис. Б.6. Принципиальная схема автоматизации. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения в ИТП с зависимым присоединением системы отопления и пофасадным автоматическим регулированием расхода теплоты на отопление: 1...25 – см. рис. Б.1...Б.4



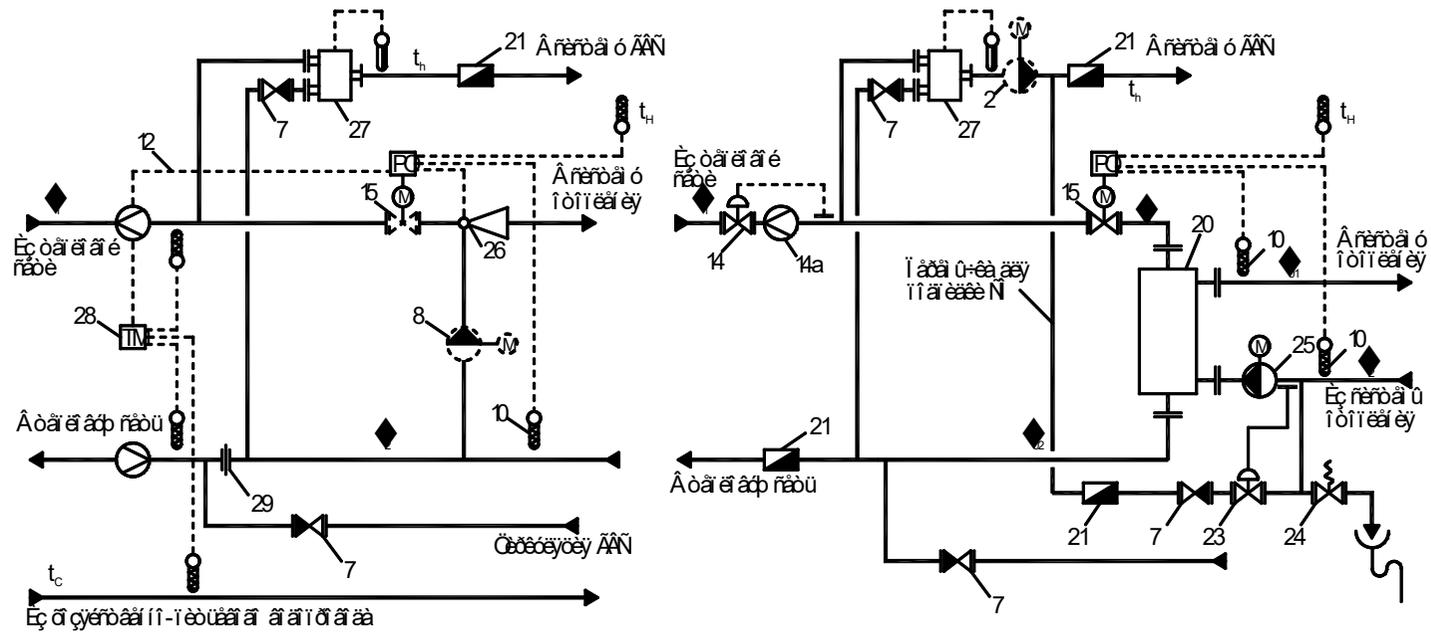


Рис. Б.9. (Б.10). Схема присоединения горячего водоснабжения и отопления в ИТП при зависимом- (Б.9) (а) присоединении системы отопления через элеватор (пунктир — с циркуляционным насосом) с учетом теплоты по тепломеру и независимом (Б.10) (б) — с учетом теплоты по водомеру 1-26 — см. рис. Б.1-Б.5; 27 — регулятор смешения горячей воды; 28 — тепломер двухпоточный трехточечный; 29 — дроссельная диафрагма

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Назначение и содержание функциональной схемы системы автоматического управления.....	4
2. Автоматизация систем газоснабжения.....	5
3. Автоматизация систем теплоснабжения.....	8
Контрольные вопросы.....	13
Библиографический список.....	14
Приложение А.....	15
Приложение Б.....	16

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
СИСТЕМАМИ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к практическим занятиям и самостоятельной работе  
для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство»  
(программа магистерской подготовки  
«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»)  
всех форм обучения

**Составитель**  
**Жерлыкина Мария Николаевна**

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 03.04.2023.  
Уч.-изд. л. 1,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84