

**Таблица 9.1. УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ВОДЫ В ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА ТРУБ**

Диаметр трубы $D_в$ , мм	Удельный объем воды, м <sup>3</sup> /км	Диаметр трубы $D_в$ , мм	Удельный объем воды, м <sup>3</sup> /км
025	0,6	400	135
40	1,3	450	170
50	1,4	500	210
100	8	600	300
125	12	700	390
150	18	800	508
200	34	900	640
250	53	1000	785
300	75	1100	947
350	101	1200	1120

Полученные таким путем нормируемые значения эксплуатационных тепловых потерь сетей утверждают как действующие на срок до проведения следующих тепловых испытаний сети, но не более чем на 5 лет. В тех случаях когда фактические тепловые потери по отдельным испытываемым участкам существенно превышают нормативные ( $K > 1,1$ ), они могут быть положены в основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь сетей лишь на срок выполнения программы работ по доведению этих потерь до нормативных, но не более чем на 3 года.

Нормируемые значения среднегодовых эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов тепловой сети определяют отдельно для подземной и надземной прокладок (а для последней — отдельно по общим линиям сети) по формулам (7.10) — (7.12). Нормируемые значения месячных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов тепловой сети определяют по формуле (7.13). Подробная

методика нормирования эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов приведена в гл. 7.

**Утечка воды.** Расход подпиточной воды, идущей на восполнение непроизводительных утечек в тепловых сетях и подключенных к ним системах теплоснабжения, существенно влияет на технико-экономические показатели и в значительной степени характеризует уровень эксплуатации. Поэтому правильный учет и нормирование утечек имеют большое значение. В соответствии с «Правилами технической эксплуатации» среднегодовая утечка из водяных сетей не должна превышать в 1 ч 0,25 % объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения. Сезонная норма утечки теплоносителя устанавливается в пределах среднегодовой величины.

Объем воды (в м<sup>3</sup>) в трубопроводах тепловой сети определяют в соответствии с данными табл. 9.1 по формуле

$$V_{сети} = \sum l \sqrt{V_{уд}},$$

где  $l$  — длина трубопроводов, км;  $V_{уд}$  — удельный объем воды, принимаемый по данным табл. 9.1, м<sup>3</sup>/км.

Объем воды в системах теплоснабжения (м<sup>3</sup>) определяют в соответствии с данными табл. 9.2 по формуле

$$V_{сист} = \sum Q_p V_{уд},$$

где  $Q_p$  — расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Гкал/ч;  $V_{уд}$  — удельный объем воды, принимаемый в зависимости от характеристики системы и расчетного графика температур по данным табл. 9.2, м<sup>3</sup>·ч/Гкал.

**Нормирование эксплуатационных тепловых потерь с утечкой воды.** Нормируемые значения месячных тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети определяют по формуле

$$Q_{ут}^{мес} = \alpha c V_p \left( \frac{t_n^{р.н} + t_o^{р.н}}{2} - t_n^{р.н} \right) \cdot 10^{-6},$$

**Таблица 9.2. УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРЕПАДАХ ТЕМПЕРАТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ТЕПЛОПОТРЕБЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, м<sup>3</sup>·ч/Гкал**

Тип теплопотребляющей системы	Перепад температур воды в системе теплоснабжения, °С				
	95—70	110—70	130—70	140—70	150—70
С радиаторами высотой, мм:					
500	19,5	17,6	15,1	14,6	13,3
1000	31	28,2	24,2	23,2	21,6
С ребристыми трубами	14,2	12,5	10,8	10,4	9,2
С конвекторами плинтусными и панельной системой	5,6	5	4,3	4,1	3,7
С регистрами из гладких труб	37	32	27	26	24
Отопительно-вентиляционная система, оборудованная calorifерами	8,5	7,5	6,5	6	5,5

где  $Q_{ут}^{норм}$  — нормируемое значение месячных тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети, Гкал;  $a$  — нормативное значение утечки из тепловой сети и местных систем; принимается  $0,0025 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^3)$ ;  $c$  — удельная теплоемкость воды;  $c=1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $V$  — объем указанной части тепловой сети,  $\text{м}^3$ ;  $\rho$  — плотность воды при температуре  $(t_0^{р.м} + t_0^{об.м})/2$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $t_0^{р.м}$  и  $t_0^{об.м}$  — ожидаемые средние месячные температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети, определенные по эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_0^{р.м}$  — среднемесячная температура воды, поступающей на источник теплоты для подпитки тепловой сети; может быть принята  $5^\circ\text{C}$  в зимний период и  $15^\circ\text{C}$  в летний период;  $n$  — продолжительность работы сети в данном месяце, ч.

Нормируемые значения годовых тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети находят суммированием нормируемых значений месячных тепловых потерь. При необходимости нормируемые годовые тепловые потери с утечкой могут быть определены как доля нормируемого годового отпуска тепловой энергии.

**Расход электроэнергии на перекачку.** Расход электроэнергии сетевыми, подкачивающими и подпиточными насосами составляет значительную величину и служит одним из основных показателей, определяющим качество и экономичность работы системы централизованного теплоснабжения. При нормировании расхода электроэнергии основной задачей является правильное определение потребной электрической нагрузки насосов исходя из параметров их работы при заданном гидравлическом режиме тепловых сетей.

Потребную мощность (кВт) на валу электродвигателя насоса вычисляют по формуле

$$N_{нас} = \frac{GH\gamma}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_n \eta}$$

где  $G$  — расход воды через насос,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $H$  — напор, развиваемый насосом, м;  $\gamma$  — объемная масса перекачиваемой воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\eta_n$  — коэффициент полезного действия передачи, может быть принят 0,98;  $\eta$  — коэффициент полезного действия насоса, определяемый по характеристике соответствующего насоса.

Потребный напор сетевых насосов в общем случае при отсутствии на сети подкачивающих насосных станций определяется гидравлическим режимом тепловой сети и складывается из следующих составляющих (м):

$$H_{нас} = H_{источн} + H_{сети} + H_{аб}$$

где  $H_{источн}$  — потери напора в теплоприготовительной установке источника теплоты, м;  $H_{сети}$  — потери напора в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети от источника теплоты до наиболее невыгодно расположенного абонента, м;  $H_{аб}$  — задан-

ный располагаемый напор на тепловом пункте наиболее невыгодно расположенного абонента, м.

При нормировании расхода электроэнергии потребные напоры сетевых, подкачивающих и подпиточных насосов принимают по данным пьезометрического графика тепловой сети, а расходы воды через насосы — по величинам, заложенным в гидравлический режим тепловой сети. Расход электроэнергии на перекачку теплоносителя следует определять отдельно для отопительного сезона и летнего периода, когда тепловые сети работают на бытовую нагрузку горячего водоснабжения.

Суммарный плановый годовой расход электроэнергии (кВт·ч) в тепловых сетях определяют по формуле:

$$\Theta = N_1 n_1 + N_2 n_2 + \dots + N_i n_i$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_i$  — потребная мощность насосов различного назначения, кВт;  $n_1, n_2, \dots, n_i$  — продолжительность работы насосного оборудования, ч.

**Себестоимость транспортирования теплоты** складывается из следующих составляющих: а) отчислений на амортизацию основных средств (теплопроводы, подстанции, теплоподготовительные установки и пр.); б) расходов по обслуживанию и текущему ремонту тепловых сетей и установок; в) стоимости тепловых потерь; г) стоимости перекачки теплоносителя; д) стоимости выполнения утечек теплоносителя.

### 9.3. УЧЕТ ОТПУСКА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ

Коммерческий учет отпуска и потребления теплоты должен основываться на использовании теплосчетчиков или регистрирующих измерительных приборов. Осуществлять коммерческий учет отпуска и потребления тепловой энергии на основании периодических записей показаний приборов не допускается.

Учет отпуска тепловой энергии от источников теплоты и тепловых сетей потребителям организуется с целью:

а) осуществления хозрасчетных (финансовых) отношений между энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии;

б) контроля за тепловым и гидравлическим режимом работы системы теплоснабжения;

в) контроля за рациональным использованием тепловой энергии;

г) контроля потерь тепловой энергии через изоляцию трубопроводов и с утечкой теплоносителя;

д) организации системы материального поощрения работников предприятий за рациональное использование и экономию тепловой энергии;

е) определения повышенной платы за нарушение лимитов и режимов теплоснабжения;

ж) планирования учета и анализа энергетической составляющей себестоимости различных видов продукции.

В энергоснабжающих организациях и у потребителей должен быть организован постоянный анализ материалов учета отпуска и потребления тепловой энергии с целью разработки и осуществления мероприятий, направленных на снижение потерь тепловой энергии и утечки теплоносителя, на экономию топлива и тепловой энергии.

**Учет отпуска тепловой энергии.** Фактическое значение суточного отпуска теплоты определяется на основании показаний приборов. Данные ведомости учета суточного отпуска тепловой энергии являются основанием для расчета месячного отпуска тепловой энергии. При наличии отходящей от источника теплоты магистрали, находящейся на балансе отдельного потребителя, учет отпуска тепловой энергии по ней производится по приборам учета, установленным на источнике теплоты. На тепловом пункте этого потребителя устанавливаются приборы для контроля параметров теплоносителя. Два раза в год производится эксплуатационная проверка контрольно-измерительных приборов и схем их включения, а также точности учета отпуска тепловой энергии с целью своевременного обнаружения неисправности приборов учета.

Установка, замена, проверка приборов учета отпуска тепловой энергии и датчиков к ним (сужающих устройств, термометров сопротивления и т.д.) на источнике теплоты производятся его персоналом. Установку приборов учета и отбор параметров следует выполнять в соответствии с «Правилами измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами». РД50-213-80 (Издательство стандартов, 1980). Каждая водяная магистраль, отходящая от источника теплоты, независимо от диаметра трубопроводов, протяженности и значения подключенной нагрузки, должна быть оборудована: расходомерами на подающем

и обратном трубопроводах для измерения и регистрации расхода сетевой воды в обоих трубопроводах; средствами измерения и регистрации температуры сетевой воды на подающем и обратном трубопроводах; манометрами на подающем и обратном трубопроводах для измерения и регистрации давления в обоих трубопроводах.

На источнике теплоты должны быть установлены приборы для измерения и регистрации температуры воды в источнике холодного водоснабжения. Приборы учета, установленные на обратном трубопроводе магистралей, должны находиться до места присоединения подпитки (по ходу воды в обратном трубопроводе). На подпиточном трубопроводе должен быть установлен расходомер для измерения и регистрации расхода подпиточной воды и регистрирующий манометр. На трубопроводе подпитки сырой воды также должен быть установлен регистрирующий расходомер. Схема установки приборов учета и контроля на источнике теплоты в зависимости от наличия теплосчетчиков и общего участка до выводных коллекторов показана на рис. 9.1.

При наличии теплосчетчиков отпуск теплоты за отчетный период определяется по разности теплосодержаний сетевой воды, прошедшей через теплосчетчики на подающей и обратной магистралях за этот период. Теплосодержание воды, прошедшей через теплосчетчик на какой-либо магистрали, находят как разность показаний теплосчетчика в конце и начале отчетного периода. При отсутствии теплосчетчиков и наличии нескольких магистралей, отходящих от общих коллекторов, отпуск тепловой энергии за отчетный период по каждой магистрали определяется на основании показаний регистрирующих приборов по формуле:

$$Q = c \{ G_1(t_0^{cp, n, \tau} - t_2^{p, n, \tau}) - G_2(t_0^{cp, n, \tau} - t_2^{p, n, \tau}) \} 10^{-3}, \text{ Гкал},$$

где  $c$  — удельная теплоемкость воды, ккал/кг·°С (здесь и далее  $c = 1,0$  ккал/кг·°С);  $G_1$  и  $G_2$  — количество воды по показаниям регистрирующих расходомеров соответственно в подающем и обратном трубопроводах за отчетный период, т;  $t_0^{cp, n, \tau}$  и  $t_2^{p, n, \tau}$  — средние температуры сетевой воды за отчетный период по показаниям регистрирующих средств измерения температуры в подающем и обратном трубопроводах, °С;  $t_2^{p, n, \tau}$  — средняя за отчетный период температура холодной воды в источнике холодного водоснабжения, °С.

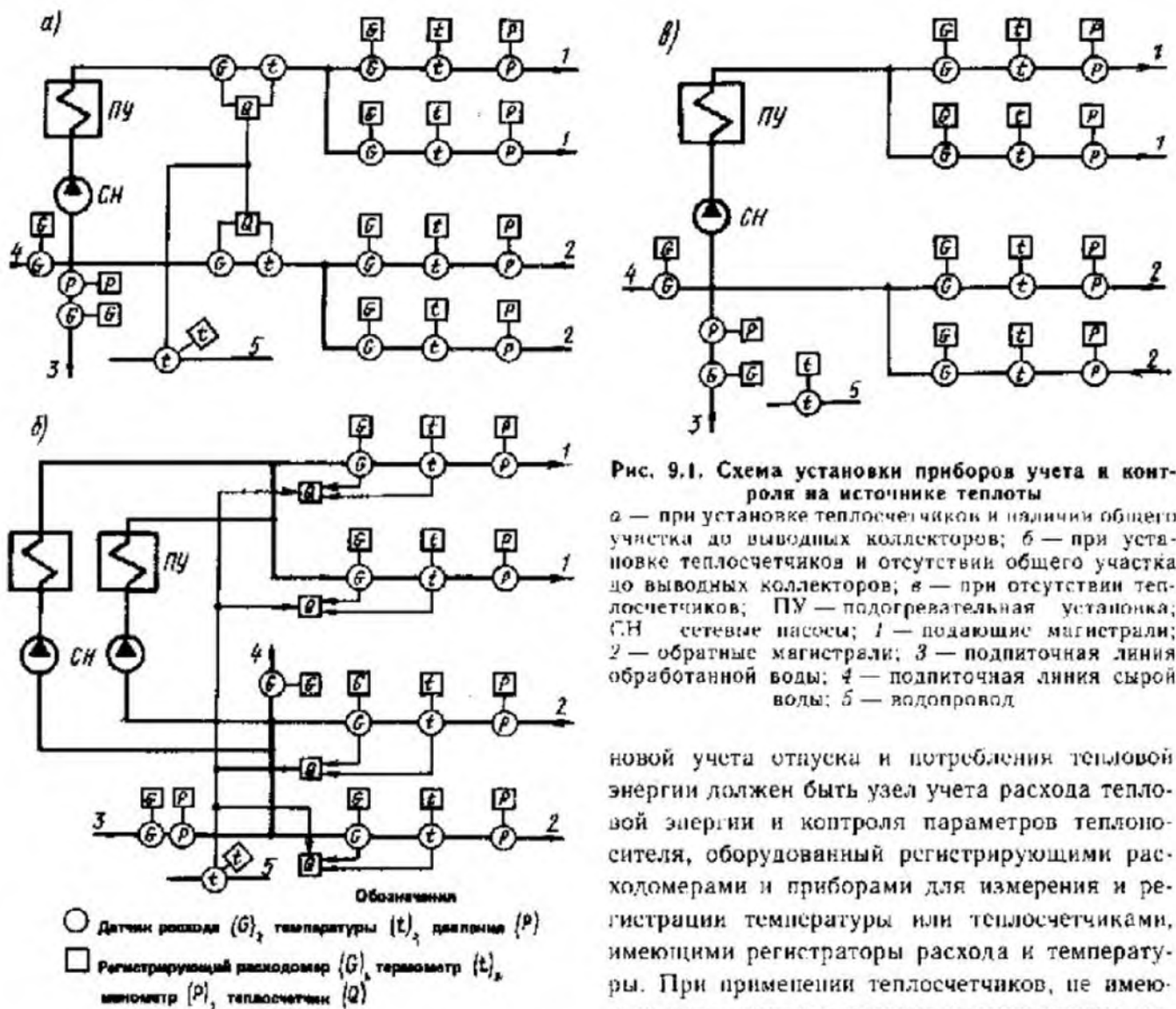


Рис. 9.1. Схема установки приборов учета и контроля на источнике теплоты

а — при установке теплосчетчиков и наличии общего участка до выводных коллекторов; б — при установке теплосчетчиков и отсутствии общего участка до выводных коллекторов; в — при отсутствии теплосчетчиков; ПУ — подогревательная установка; СН — сетевые насосы; 1 — подающие магистрали; 2 — обратные магистрали; 3 — подпиточная линия обработанной воды; 4 — подпиточная линия сырой воды; 5 — водопровод

При неисправном расходомере на подающем трубопроводе отпуск тепловой энергии определяют по формуле:

$$Q = c [G_2(t_n^{р.н.т} - t_0^{р.н.т}) + G_n(t_n^{р.н.т} - t_0^{р.н.т})] \times 10^{-3}, \text{ Гкал},$$

где  $G_n$  — количество воды по показаниям регистрирующего расходомера на подпиточном трубопроводе за отчетный период, т.

При неисправном расходомере на обратном трубопроводе отпуск тепловой энергии определяют по формуле:

$$Q = c [G_1(t_n^{р.н.т} - t_0^{р.н.т}) + G_n(t_0^{р.н.т} - t_n^{р.н.т})] \times 10^{-3}, \text{ Гкал}.$$

комплексы (стадионы, плавательные бассейны и т. п.).

**Учет потребления тепловой энергии.** Тепловые пункты всех потребителей тепловой энергии должны быть обеспечены необходимыми приборами для расчетов за тепловую энергию. Ос-

новой учета отпуска и потребления тепловой энергии должен быть узел учета расхода тепловой энергии и контроля параметров теплоносителя, оборудованный регистрирующими расходомерами и приборами для измерения и регистрации температуры или теплосчетчиками, имеющими регистраторы расхода и температуры. При применении теплосчетчиков, не имеющих регистраторов расхода и температуры, регистрирующие приборы устанавливают в обязательном порядке.

Потребители тепловой энергии, подключенные к водяным тепловым сетям, по методу учета потребляемой тепловой энергии подразделяют на три группы. К I группе учета относятся жилые, общественные и коммунально-бытовые потребители тепловой энергии, суммарная расчетная тепловая нагрузка которых на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение составляет не менее 2 Гкал/ч, а также потребители тепловой энергии, независимо от значения их расчетной тепловой нагрузки: 1) промышленные предприятия; 2) центральные или групповые тепловые пункты (ЦТП) жилых, общественных или административных потребителей и учебных комплексов; 3) контрольно-распределительные пункты (КРП); 4) спортивные комплексы (стадионы, плавательные бассейны и т. п.);

Таблица 9.3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИМЕРА РАСЧЕТА ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОТРЕБИТЕЛЯМ II и III ГРУПП УЧЕТА

Исходные данные за отчетный период	Обозначение и величина
1. Система теплоснабжения	Открытия
2. Количество часов в отчетном периоде	$n = 30 \cdot 24 = 720 \text{ ч}$
3. Средняя температура наружного воздуха за отчетный период	$t_{\text{ср}}^{\text{н}} = -20^{\circ}\text{C}$
4. Средняя температура грунта за отчетный период	$t_{\text{ср}}^{\text{г}} = +2^{\circ}\text{C}$
5. Средняя температура воды за отчетный период на источнике теплоты в подающем трубопроводе	$t_{\text{ср}}^{\text{п.п.т}} = 131^{\circ}\text{C}$
в обратном трубопроводе	$t_{\text{ср}}^{\text{об.п.т}} = 64^{\circ}\text{C}$
в источнике холодного водоснабжения	$t_{\text{ср}}^{\text{х.в.с}} = 5^{\circ}\text{C}$
6. Среднегодовая температура наружного воздуха	$t_{\text{ср}}^{\text{н.г}} = 0^{\circ}\text{C}$
7. Среднегодовая температура грунта на глубине заложения подземных трубопроводов сети	$t_{\text{ср}}^{\text{г.г}} = +4^{\circ}\text{C}$
8. Расчетная среднегодовая температура воды в сети по утвержденному графику:	
в подающем трубопроводе	$t_{\text{ср}}^{\text{п.д.г}} = 78^{\circ}\text{C}$
в обратном трубопроводе	$t_{\text{ср}}^{\text{об.д.г}} = 46^{\circ}\text{C}$
9. Нормативные среднегодовые потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводами подземной прокладки	$Q_{\text{норм}}^{\text{п.д.г}} = 3,20 \text{ Гкал/ч (13,399 ГДж/ч)}$
10. Нормативные среднегодовые потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводами наземной прокладки	$Q_{\text{норм}}^{\text{н.д.г}} = 0,486 \text{ Гкал/ч (2,382 ГДж/ч)}$ $Q_{\text{норм}}^{\text{н.д.г.с}} = 0,314 \text{ Гкал/ч (1,315 ГДж/ч)}$
11. Объем тепловой сети и присоединенных к ней местных систем	$V = 28\,330 \text{ м}^3$
12. Плотность воды при $\frac{t_{\text{ср}}^{\text{п.п.т}} + t_{\text{ср}}^{\text{об.п.т}}}{2} = \frac{131 + 64}{2} = 97,5^{\circ}\text{C}$	$\rho = 960 \text{ кг/м}^3$
13. Отпуск тепловой энергии от источника теплоты за отчетный период	$Q = 330\,700 \text{ Гкал (1\,384\,640,9 ГДж)}$
14. Количество сетевой воды, измеренное прибором на подающем трубопроводе источника теплоты за отчетный период	$G_1 = 4\,944\,800 \text{ т}$
15. Суммарный отпуск тепловой энергии всем потребителям I группы учета за отчетный период, измеренное приборами на тепловых пунктах этих потребителей	$\sum_j Q_1^I = 112\,000 \text{ Гкал (468\,944 ГДж)}$
16. Суммарное количество сетевой воды у всех потребителей I группы учета за отчетный период, измеренное приборами на подающем трубопроводе тепловых пунктов этих потребителей	$\sum_j G_1^I = 1\,668\,800 \text{ т}$
17. Суммарное количество сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение у всех потребителей II группы учета за отчетный период, измеренное приборами на тепловых пунктах этих потребителей	$\sum_{i=k} G_1^{II} = 1\,760\,000 \text{ т}$
18. Суммарный расчетный расход воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, у всех потребителей III группы учета	$\sum_k G_{\text{р.д.г}}^{III} = 1\,907 \text{ т/ч}$
19. Количество воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на общем обратном трубопроводе теплового пункта данного потребителя II группы учета	$G_2^{II} = 11\,520 \text{ т}$
20. Количество воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на подающем трубопроводе горячего водоснабжения данного потребителя II группы учета	$G_{\text{г.в.с}}^{II} = 3\,460 \text{ т}$
21. Количество циркуляционной воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на циркуляционном трубопроводе данного потребителя II группы учета	$G_{\text{ц.в.}}^{II} = 1\,300 \text{ т}$
22. Расчетный расход воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение у данного потребителя III группы учета	$G_{\text{р.д.г}}^{III} = 6,2 \text{ т/ч}$
23. Объем местной системы теплопотребления данного потребителя II группы учета	$V^{II} = 38 \text{ м}^3$
24. Объем местной системы теплопотребления данного потребителя III группы учета	$V^{III} = 12 \text{ м}^3$
25. Производительная утечка в тепловых сетях и местных системах теплопотребления за отчетный период	Не имелось
26. Суммарная непроизводительная утечка за отчетный период у всех потребителей I группы учета	$\sum_l G_{\text{н.п.г}}^I = 16\,500 \text{ т}$
27. Средние за отчетный период температуры воды на тепловых пунктах потребителей I группы учета	$t_{\text{ср}}^{\text{в}} = 130^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{ср}}^{\text{п}} = 64^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{ср}}^{\text{г}} = 5^{\circ}\text{C}$

Ко II группе учета относятся городские потребители тепловой энергии, суммарная расчетная нагрузка которых ниже 2 Ткал/ч, перечисленные в составе I группы учета. К III группе потребителей (с временным отсутствием приборов учета) относятся: 1) потребители тепловой энергии, системы теплоснабжения которых подключены к тепловой сети по временной схеме на срок до 6 мес.; 2) потребители I и II групп, оборудованные приборами учета, при неисправности и выводе в ремонт этих приборов на срок, превышающий 15 сут. Потребители, тепловые пункты которых к моменту начала теплоснабжения не укомплектованы необходимыми приборами учета, временно причисляются к III группе учета. При этом должен быть точно оговорен срок оборудования теплового узла приборами учета.

У потребителей I группы учет потребления тепловой энергии производят приборным способом, у потребителей II группы — приборно-расчетным способом, у потребителей III группы — расчетным способом. У потребителей III и II групп расчет производят по данным водяного и теплового балансов системы теплоснабжения. Учет потребления тепловой энергии расчетным способом допускается в порядке исключения. Для потребителей I группы учета установка приборов учета и контроля в оговоренном ниже объеме является обязательной.

Для жилых, общественных и коммунально-бытовых потребителей II группы учета допускается установка на тепловых пунктах суммирующих водомеров для фиксации расходов сетевой воды. При отсутствии на тепловом пункте потребителя II группы любого из водомеров этот потребитель переходит в группу потребителей с временно отсутствующими приборами учета (III группа). При организации учета отпуска тепловой энергии жилым, общественным и коммунально-бытовым потребителям, при наличии технической возможности могут устраиваться объединенные групповые узлы учета, общие для нескольких потребителей. Такие узлы должны отвечать требованиям, установленным для потребителей I группы.

Один раз в месяц в соответствии с утвержденным графиком производят технический осмотр приборов учета тепловой энергии на тепловом пункте потребителя. Во время осмотра регистрирующих приборов и теплосчетчиков проверяют: 1) сохранность пломб государственной

проверки; 2) отсутствие засоров в соединительных и импульсных линиях, а также плотность этих линий и всех сальниковых и фланцевых соединений арматуры и приборов; 3) правильность установки указывающей стрелки прибора и отметчика (пера) пишущего устройства наполь при снятии импульса (для регистрирующих приборов); 4) точность работы интеграторов (суммирующих счетчиков) и идентичность записи отметчиков регистрирующих приборов с показаниями контрольных показывающих приборов.

Ответственность за состояние и сохранность контрольно-измерительных приборов, по которым производится учет теплоснабжения, несет потребитель тепловой энергии. Он же обязан принимать меры к предотвращению их порчи или поломки. Диаграммы регистрирующих приборов учета расхода тепловой энергии, установленных на тепловых пунктах потребителей, снимает и обрабатывает персонал потребителя.

При выходе приборов учета в ремонт из-за неисправности, если время отключения приборов не превышало половину расчетного периода (15 дней), значение теплоснабжения за каждые сутки после прекращения работы приборов принимается равным среднесуточному расходу тепловой энергии  $Q_{ср}$  за последние трое суток, предшествовавших отключению приборов. С учетом поправки на изменение температуры наружного воздуха в период после отключения приборов, расход тепловой энергии следует определять по формуле:

$$Q = Q_{ср} \frac{t_n - t_0}{t_n - t_{ср}} m,$$

где  $Q_{ср}$  — среднесуточный расход тепловой энергии за 3 суток, предшествовавших моменту прекращения работы приборов учета, Гкал/сут;  $t_n$  — расчетная температура воздуха внутри помещений, °С;  $t_n$  — фактическая средняя температура наружного воздуха за период после прекращения работы приборов, °С;  $t_{ср}$  — средняя температура наружного воздуха за 3 суток до прекращения работы приборов, °С;  $m$  — время отключения приборов учета, сут.

При неисправности приборов в течение более 15 сут значение теплоснабжения определяют как при временном отсутствии приборов учета (III группа).

**Учет тепловой энергии, отпускаемой потребителям I группы.** Тепловые пункты потребителей тепловой энергии I группы учета в открытых и закрытых системах теплоснабжения оборудуют (рис. 9.2) следующими приборами:

а) расходомерами на подающем и обратном трубопроводах для измерения и регистрации расходов сетевой воды в обоих трубопроводах; б) средствами измерения температуры на подающем и обратном трубопроводах для измерения и регистрации температур сетевой воды в обоих трубопроводах; в) средствами измерения температуры водопроводной воды для ее регистрации; г) манометрами на подающем и обратном трубопроводах для измерения и регистрации давления в обоих трубопроводах.

При наличии теплосчетчиков тепловые пункты потребителей I группы учета оборудуют теплосчетчиками на подающем и обратном трубопроводах, учитывающими температуру холодной воды. Рабочие диапазоны теплосчетчиков по температурам теплоносителя рекомендуется принимать в приведенных ниже пределах: температура воды в подающем трубопроводе  $t_n = 50 - 150$  °С; температура воды в обратном трубопроводе  $t_o = 30 - 80$  °С; температура холодной (водопроводной) воды  $t_x = 0 - 25$  °С. При организации учета теплосчетчиками должна быть предусмотрена возможность подключения контрольных приборов для записи текущих значений параметров (расходов и температур воды) с помощью вторичных регистрирующих приборов. В случае установки в комплектах теплосчетчиков указанных регистрирующих приборов дополнительные приборы для контроля параметров теплоносителя не устанавливаются.

Фактический отпуск тепловой энергии за отчетный период потребителю, узел учета которого оборудован двумя теплосчетчиками (на подающем и обратном трубопроводах), определяют по разности теплосодержаний сетевой воды, прошедшей через теплосчетчики на подающем и обратном трубопроводах за этот период. Для потребителя в закрытой системе теплоснабжения, узел учета которого оборудован одним теплосчетчиком, установленным на подающем или обратном трубопроводах, временно, до момента укомплектования его приборами учета, в полном объеме, допускается определять фактический отпуск тепловой энергии за отчетный период по формуле

$$Q^1 = Q_{тс}^1 + Q_{т.о.}^1 + Q_{т.в.}^1$$

где  $Q^1$  — отпуск тепловой энергии за отчетный период, определенный по разнице показаний теплосчетника в конце и в начале отчетного периода, Гкал;  $Q_{т.о.}^1$  — потери тепловой энергии с произво-

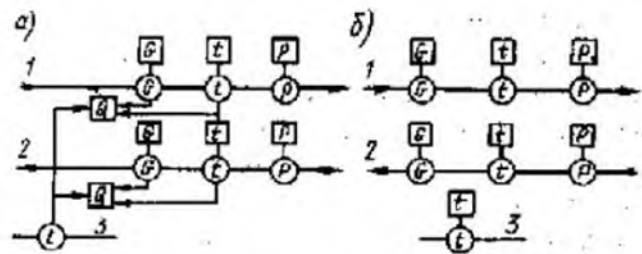


Рис. 9.2. Схема установки приборов учета и контроля на теплоком пункте потребителя I группы учета " при установке теплосчетчиков; б — при отсутствии теплосчетчиков; 1 — подающая линия; 2 — обратная линия; 3 — водопровод

дительной утечкой у данного потребителя I группы, Гкал, определяются по актам;  $Q_{т.о.}^1$  — потери тепловой энергии с неизбирательной утечкой за отчетный период из тепловой сети; расположенной за узлом учета данного потребителя I группы, и присоединенных к ней местных систем теплоснабжения, Гкал.

Для теплосчетчика, установленного на подающем трубопроводе:

$$Q_{т.п.}^1 = c G_{т.п.} (t_n^{ср} - t_x^{ср}) 10^{-3}, \quad (9.1)$$

для теплосчетчика, установленного на обратном трубопроводе:

$$Q_{т.об.}^1 = c G_{т.об.} (t_o^{ср} - t_x^{ср}) 10^{-3}, \quad (9.2)$$

где  $t_n^{ср}$  и  $t_o^{ср}$  — средние за отчетный период температуры воды в подающем и обратном трубопроводах на узле учета данного потребителя I группы по показаниям приборов, °С;  $t_x^{ср}$  — средняя за отчетный период температура холодной воды у потребителя, °С;  $G_{т.п.}$  — часть общей неизбирательной утечки по системе теплоснабжения за отчетный период, отнесенная к данному потребителю в соответствии с объемом тепловых сетей и местных систем теплоснабжения, расположенных за его узлом учета, т.

При отсутствии теплосчетчиков отпуск тепловой энергии за отчетный период для тепловых пунктов с двумя расходомерами, установленными на подающем и обратном трубопроводах, определяют по показаниям регистрирующих расходомеров и термометров по формуле

$$Q^1 = c [G_1^1 (t_n^{ср} - t_x^{ср}) - G_2^1 (t_o^{ср} - t_x^{ср})] 10^{-3}, \quad (9.3)$$

где  $G_1^1$  и  $G_2^1$  — количество воды за отчетный период, прошедшее по показаниям приборов соответственно по подающему и обратному трубопроводам в узле учета, т.

Для тепловых пунктов в закрытой системе теплоснабжения с установленным одним регистрирующим расходомером на подающем или обратном трубопроводах и двумя регистрирующими термометрами на этих трубопроводах временно, до момента укомплектования его прибо-

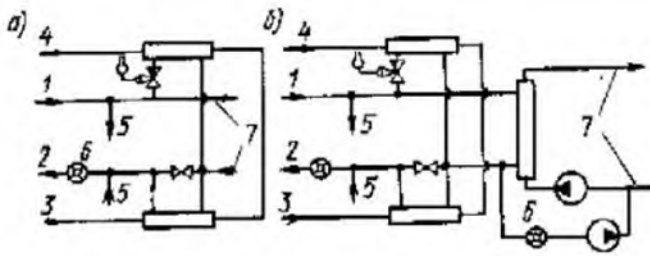


Рис. 9.3. Схема установки приборов учета на тепловом пункте потребителя II группы учета в закрытой системе теплоснабжения:

а — при зависимом присоединении системы отопления; б — при независимом присоединении системы отопления; 1 — подающая линия тепловой сети; 2 — обратная линия тепловой сети; 3 — водопровод; 4 — система горячего водоснабжения; 5 — система вентиляции (калориферные установки); 6 — водомер; 7 — система отопления

рами учета в полном объеме, допускается определять отпуск тепловой энергии по формуле

$$Q^I = cG^I(t_n^p - t_n^{op}) \cdot 10^{-3} + Q_{yt,пр}^I + Q_{yt}^I$$

В этой зависимости величина  $Q_{yt}$  определяется по формулам (9.1) или (9.2) в связи с местом установки расходомера; величину  $Q_{yt,пр}^I$  определяют по актам:

$$Q_{yt,пр}^I = G_{yt,пр}^I (t_n^{op} - t_n^{p,кт}) 10^{-3},$$

где  $G_{yt,пр}^I$  — расход сетевой воды из обратной линии на заполнение местных систем и трубопроводов, т;  $t_n^{op}$  — средняя температура обратной воды, использованной на заполнение местных систем и трубопроводов, °С.

Тепловые пункты потребителей тепловой энергии I группы учета с независимым присоединением системы отопления как в открытой, так и в закрытой системах теплоснабжения должны быть оборудованы приборами учета отпуска тепловой энергии аналогично зависимой схеме; при отсутствии теплосчетчиков отпуск тепловой энергии для указанных потребителей определяют на основании показания регистрирующих приборов по формуле (9.3). При организации на промышленном предприятии внутри производственного учета потребления тепловой энергии установку приборов учета следует предусматривать только для объектов (цехов, участков, агрегатов) с годовым теплоснабжением выше 2000 Гкал.

**Учет тепловой энергии, отпускаемой потребителями II группы.** На тепловых пунктах потребителей II группы учета допускается базировать учет количества тепловой энергии на показаниях суммирующих водомеров (водосчетчиков). Показания водомеров у каждого потре-

бителя следует снимать в одни и те же календарные числа месяца.

В закрытой системе теплоснабжения на тепловом пункте потребителей II группы учета устанавливают один водомер, регистрирующий общий расход теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Водомер устанавливают на общем обратном трубопроводе теплового пункта (рис. 9.3). Ввиду отсутствия измерителей температуры на тепловых пунктах потребителей II группы учета для определения расхода теплоты на каждого потребителя используется температурный перепад за отчетный период, средний для всех потребителей II и III групп учета, т.е. для всех потребителей, где не регистрируется температура сетевой воды.

Отпуск тепловой энергии данному потребителю II группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение определяют по формуле

$$Q^{II} = cG^{II} \cdot \Delta t_{cp}^{II,III} \cdot 10^{-3} + Q_{yt,пр}^{II} + Q_{yt}^{II}, \quad (9.4)$$

где  $G^{II}$  — количество сетевой воды у данного потребителя II группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, измеренное за отчетный период прибором, установленным на обратном трубопроводе, т;  $\Delta t_{cp}^{II,III}$  — средний температурный перепад у потребителей II и III групп учета, °С;  $Q_{yt,пр}^{II}$  — потери тепловой энергии с производственной утечкой у данного потребителя II группы учета, Гкал, определяют по актам;  $Q_{yt}^{II}$  — потери тепловой энергии с утечкой из местной системы теплоснабжения данного потребителя II группы учета за отчетный период, Гкал.

$$Q_{yt}^{II} = cG_{yt}^{II} (t_n^{p,кт} - t_n^{op,кт}) 10^{-3}, \quad (9.5)$$

где  $t_n^{p,кт}$  и  $t_n^{op,кт}$  — температуры сетевой воды в подающем трубопроводе и холодной водопроводной воды на источнике теплоты, средние за отчетный период, °С;  $G_{yt}^{II}$  — часть общей непроизводительной утечки по системе теплоснабжения за отчетный период, отнесенная к данному потребителю в соответствии с объемом тепловых сетей и местных систем теплоснабжения, расположенных за его узлом учета, т.

Значение  $\Delta t_{cp}^{II,III}$  °С находят по формуле

$$\Delta t_{cp}^{II,III} = \frac{\sum Q_i^{II,III} \cdot 10^3}{c \sum G_i^{II,III}}, \quad (9.6)$$

где  $\sum Q_i^{II,III}$  — суммарный общий отпуск тепловой энергии потребителям II и III групп учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение за отчетный период, Гкал;  $\sum G_i^{II,III}$  — суммарное количество сетевой воды у всех потребителей II и III групп учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение за отчетный период, т.



Величину  $\sum Q_i^{I,III}$  — определяют из баланса отпущенной теплоты от источника и поступившей к потребителям первой группы с учетом тепловых потерь:

$$\sum_i Q_i^{I,III} = Q - \sum_j Q_j^I - Q_{\text{тп}} + \sum_j Q_{\text{ут},j}^I, \quad (9.7)$$

где  $Q$  — отпуск тепловой энергии от источника теплоты за отчетный период, измеренный приборами, Гкал;  $\sum Q_j^I$  — суммарный общий отпуск тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение потребителям I группы учета, определенный по приборам, Гкал;  $Q_{\text{тп}}$  — потери тепловой энергии во всей системе теплоснабжения за отчетный период с утечкой и через изоляцию трубопроводов тепловых сетей, Гкал; определяют по формуле (9.14);  $\sum Q_{\text{ут},j}^I$  — потери тепловой энергии с производительной и непроизводительной утечкой у всех потребителей I группы учета, Гкал.

Непроизводительные потери теплоты с утечкой у потребителя I группы учета при установке двух расходомеров могут быть определены по формуле:

$$Q_{\text{ут},j}^I = c G_{\text{ут},j}^I \left( \frac{t_n^{\text{сп}} + t_o^{\text{сп}}}{2} - t_n^{\text{сп}} \right) 10^{-3}, \quad (9.8)$$

где  $G_{\text{ут},j}^I$  — непроизводительная утечка у потребителя первой группы учета, т; определяют как разность показаний расходомеров на подающем и обратном трубопроводах (за вычетом производительной утечки по актам);  $t_n^{\text{сп}}$ ,  $t_o^{\text{сп}}$  и  $t_n^{\text{сп}}$  — средние за отчетный период температуры воды на узле учета потребителя первой группы, °С.

Непроизводительные потери теплоты с утечкой у потребителя I группы учета при установке одного расходомера определяют по формулам (9.1) или (9.2). Производительные утечки определяют по актам. В выражении (9.6) величину  $\sum G_i^{I,III}$  определяют по формуле:

$$\sum_i G_i^{I,III} = G_1 \sum G_i^I - G_{\text{тп}} + \sum_j G_{\text{ут},j}^I, \quad (9.9)$$

где  $G_1$  — количество сетевой воды по подающему трубопроводу источника теплоты за отчетный период, измеренное прибором, т;  $\sum G_i^I$  — суммарное количество сетевой воды у всех потребителей I группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение за отчетный период, измеренное приборами на подводящих трубопроводах узлов учета, т;  $G_{\text{тп}}$  — общая (производительная и непроизводительная) утечка сетевой воды, определяемая по расходу подпиточной воды в системе теплоснабжения за отчетный период на источнике теплоты, измеренному прибором, т;  $\sum G_{\text{ут},j}^I$  — непроизводительная и производительная утечка сетевой воды у всех потребителей I группы учета, т; производительную утечку определяют по актам, непроизводительную — согласно способу, указанному в расшифровке обозначений к формуле (9.8).

В открытой системе теплоснабжения на тепловых пунктах потребителей II группы учета,

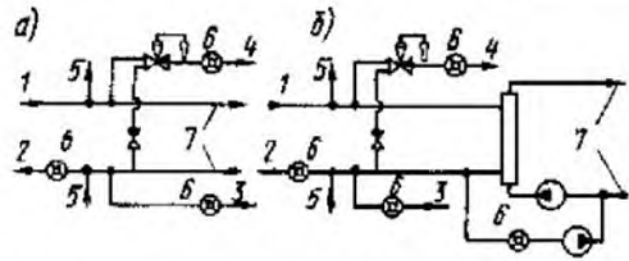


Рис. 9.4. Схема установки приборов учета на тепловом пункте потребления II группы учета в открытой системе теплоснабжения  
а — при зависимом присоединении системы отопления; б — при независимом присоединении системы отопления; 3 — циркуляционная линия системы горячего водоснабжения, остальные обозначения — см. рис. 9.3

имеющих систему горячего водоснабжения и систему циркуляции, устанавливают 3 прибора, регистрирующих расход теплоносителя (рис. 9.4): 1) водомер на общем обратном трубопроводе теплового пункта для регистрации расхода воды, возвращаемой от теплового пункта в тепловую сеть; 2) водомер на подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения после точки смешения воды, отбираемой из подающего и обратного трубопроводов; 3) водомер на циркуляционном трубопроводе. Отпуск тепловой энергии данному потребителю II группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение за отчетный период определяют по формуле (9.4). В этой формуле значение  $G^{II}$  — количество сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение у данного потребителя II группы учета за отчетный период, т.

$$G^{II} = G_2^{II} + G_3^{II} - G_1^{II}, \quad (9.10)$$

где  $G_2^{II}$  — количество сетевой воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на общем обратном трубопроводе теплового пункта, т;  $G_1^{II}$  — количество сетевой воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения, т;  $G_3^{II}$  — количество циркуляционной воды за отчетный период, измеренное прибором, установленным на циркуляционном трубопроводе, т.

Значение  $\Delta t_{\text{ср}}^{I,III}$  находят по формуле (9.6), значение  $\sum Q_i^{I,III}$  — по формулам (9.7) и (9.8), значение  $\sum G_i^{I,III}$  — по формуле (9.9).

В формулах (9.8) и (9.9)  $G_{\text{тп}}$  — сумма непроизводительной утечки сетевой воды из системы теплоснабжения, определяемой по формуле (9.16), и производительной утечки, т;  $\sum G_{\text{ут},j}^I$  — непроизводительная и производительная утечка сетевой воды у всех

потребителей I группы учета, т; производительную утечку определяют по актам, непроизводительную — по формуле (9.16), в которую подставляют объемы сетей и систем, расположенных за узлом учета данного потребителя.

В выражении (9.7) величину  $\sum Q_{yt}^I$  определяют на основании формулы (9.8).

В закрытой и открытой системах теплоснабжения на тепловых пунктах потребителей II группы, не имеющих системы горячего водоснабжения, устанавливают один водомер на общем обратном трубопроводе, фиксирующий общий расход воды на отопление и вентиляцию. На тепловых пунктах потребителей тепловой энергии II группы учета с независимым присоединением системы отопления в закрытой системе теплоснабжения должны быть установлены (см. рис. 9.3) следующие приборы: водомер на обратном трубопроводе теплового пункта; водомер на подпиточном трубопроводе, соединяющем обратные трубопроводы первого и второго контуров. Отпуск тепловой энергии за отчетный период такому потребителю определяют по формуле (9.4) со следующим изменением: при определении величины  $Q_{yt}^{II}$  по формуле (9.5) в эту формулу вместо  $G_{yt}^{II}$  подставляют значение расхода воды за отчетный период по показаниям водомера на подпиточном трубопроводе второго контура.

На тепловых пунктах потребителей II группы учета с независимым присоединением систем отопления в открытой системе теплоснабжения должны быть установлены (см. рис. 9.4) следующие приборы: водомер на общем обратном трубопроводе теплового пункта; водомер на подающем трубопроводе горячего водоснабжения после точки смешения воды, отбираемой из подающего и обратного трубопроводов; водомер на циркуляционном трубопроводе; водомер на подпиточном трубопроводе, соединяющем обратные трубопроводы первого и второго контуров. Отпуск тепловой энергии за отчетный период определяют аналогично закрытой системе.

**Определение расхода тепловой энергии у потребителей III группы учета.** Отпуск тепловой энергии за отчетный период данному потребителю III группы учета определяют по формуле

$$Q^{III} = \frac{G_p^{III}}{\sum G_{p,ak}^{III}} Q_k^{III} + Q_{yt,пр}^{III} + Q_{yt}^{III}, \quad (9.11)$$

где  $G_p^{III}$  — расчетный часовой расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

у данного потребителя III группы учета, т/ч (принимают на основании данных «Договора на отпуск тепловой энергии в горячей воде»);  $\sum G_{p,ak}^{III}$  — суммарный расчетный часовой расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение у всех потребителей III группы учета, т/ч (определяют как сумму расходов у каждого потребителя);  $\sum Q_k^{III}$  — суммарный отпуск тепловой энергии у всех потребителей III группы учета за отчетный период на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, Гкал (ГДж);  $Q_{yt,пр}^{III}$  — потери тепловой энергии у данного потребителя с производительной утечкой, Гкал (ГДж);  $Q_{yt}^{III}$  — потери тепловой энергии с непроизводительной утечкой из местной системы теплоснабжения данного потребителя III группы за отчетный период, Гкал (ГДж) определяют по формуле (9.15), где  $G_{yt}^{III}$  представляет собой часть общей непроизводительной утечки по системе теплоснабжения за отчетный период, отнесенную к данному потребителю в соответствии с объемом тепловых сетей и местных систем теплоснабжения, расположенных за его тепловым пунктом.

$$\sum Q_k^{III} = \sum Q_k^{II,III} - \sum Q_k^{II}. \quad (9.12)$$

Значение  $\sum Q_k^{II}$  находят по формуле

$$\sum Q_k^{II} = c \sum G_{yt}^{II} \Delta t_{cp}^{II,III} \cdot 10^{-3}, \quad (9.13)$$

где  $\sum Q_k^{II}$  — суммарный отпуск тепловой энергии за отчетный период на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение всем потребителям II группы учета, Гкал (ГДж);  $\sum_{i=k} G_{yt}^{II}$  — суммарное количество сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение у всех потребителей II группы за отчетный период, измеренное приборами на тепловых пунктах этих потребителей, т.

**Учет тепловых потерь в водяных тепловых сетях при транспорте тепловой энергии.** Тепловые потери в водяной системе теплоснабжения  $Q_{тп}$  за отчетный период определяют как сумму потерь тепловой энергии с непроизводительной утечкой воды из сети  $Q_{yt}$ , с производительной утечкой  $Q_{yt,пр}$  и потерь тепловой энергии через изоляцию и трубопроводах тепловой сети  $Q_{из}$ :

$$Q_{тп} = Q_{yt,пр} + Q_{yt} + Q_{из}. \quad (9.14)$$

Величину производительной утечки  $Q_{yt,пр}$  определяют по соответствующим актам.

В закрытой системе теплоснабжения потери тепловой энергии с непроизводительной утечкой воды определяют по формуле

$$Q_{yt} = c G_{yt} \left( \frac{t_{п,ср,вт} + t_{о,ср,вт}}{2} - t_{с,р,вт} \right) 10^{-3}, \quad (9.15)$$

где  $G_{yt}$  — количество подпиточной воды за отчетный период по показаниям приборов, установленных на подпиточных трубопроводах источника теплоты, за вычетом потерь воды с производительной утечкой

(по актам), т;  $t_n^{cp}$  и  $t_o^{cp}$  — фактические температуры в подающем и обратном трубопроводах источника теплоты, средние за отчетный период, °С;  $t_n^{cp,г}$  — средняя за отчетный период температура холодной воды в источнике водоснабжения, °С.

В открытой системе теплоснабжения потери тепловой энергии с непроизводительной утечкой определяют по зависимости выражения (9.15), а величину непроизводительной утечки по формуле

$$G_{ут} = 2,5 \cdot 10^{-6} V \rho n, \quad (9.16)$$

где  $V$  — объем воды в тепловой сети и в присоединенных к ней местных системах, м<sup>3</sup>;  $\rho$  — плотность воды при температуре

$$\frac{t_{н.п.г}^{cp} + t_{о.п.г}^{cp}}{2}, \text{ кг/м}^3; n — \text{продолжительность работы и отчетном периоде, ч.}$$

Потери тепловой энергии через изоляцию в трубопроводах тепловой сети за отчетный период находят по формуле:

$$Q_{из.} = (Q_{подз.}^{cp} + Q_{надз.п.}^{cp} + Q_{надз.о.}^{cp}) n, \quad (9.17)$$

где  $Q_{подз.}^{cp}$  — среднечасовые потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводов подземной прокладки за отчетный период, Гкал/ч (Дж/ч);  $Q_{надз.п.}^{cp}$  и  $Q_{надз.о.}^{cp}$  — среднечасовые потери тепловой энергии через изоляцию подающего и обратного трубопроводов надземной прокладки за отчетный период, Гкал/ч (Дж/ч);  $n$  — число часов в отчетном периоде, ч.

В формуле (9.17) среднечасовые потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводов за отчетный период определяют по формулам:

$$Q_{подз.}^{cp} = Q_{подз.г}^{cp} \frac{t_n^{cp} + t_o^{cp} - 2t_{г.г}^{cp}}{t_{н.г}^{cp} + t_{о.г}^{cp} - 2t_{г.г}^{cp}} \quad (9.18)$$

$$Q_{надз.п.}^{cp} = Q_{надз.п.г}^{cp} \frac{t_n^{cp} - t_o^{cp}}{t_{н.г}^{cp} - t_{о.г}^{cp}}, \quad (9.19)$$

$$Q_{надз.о.}^{cp} = Q_{надз.о.г}^{cp} \frac{t_o^{cp} - t_n^{cp}}{t_{о.г}^{cp} - t_{н.г}^{cp}}, \quad (9.20)$$

где  $t_n^{cp}$  и  $t_o^{cp}$  — средние температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети за отчетный период, °С;  $t_{н.г}^{cp}$  и  $t_{о.г}^{cp}$  — средние температуры грунта на уровне заложения трубопроводов и наружного воздуха за отчетный период, °С.

Средние температуры воды в сети, грунта и воздуха определяют по фактическим значениям за отчетный период. Среднегодовые потери теплоты при подземной и надземной прокладках вычисляют по формулам (7.10) — (7.12). Среднегодовые температуры грунта и наружного воздуха находят как среднесрочные из соответствующих средних температур за месяц, принимаемых по климатологическому справочнику. Среднегодовые температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети находят как среднесрочные из среднеме-

сячных температур ее в соответствующих линиях за весь период работы сети в течение года. Среднемесячные температуры воды определяют по утвержденному эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха.

Тепловые потери при транспорте теплоты для отдельных частей сети определяют их балансовой принадлежностью. Непроизводительная утечка определяется как доля утечки в соответствии с объемом воды в рассматриваемой части сети. Потери тепловой энергии через изоляцию находят по формулам (9.17) — (9.20) применительно к рассматриваемой части сети с учетом материала раздела 7.2.

В табл. 9.3 даны исходные данные, а в табл. 9.4 — расчет отпуска тепловой энергии потребителям II и III группы учета.

**Расчет отпуска тепловой энергии при временном отсутствии регистрирующих приборов.** Оценка отпуска теплоты при отсутствии регистрирующих приборов не может быть положена в основу коммерческих расчетов с потребителями. В котельных, не оборудованных самопишущими термометрами и расходомерами (в первую очередь котельных мощностью до 8—10 Гкал/ч), расчет отпуска тепловой энергии временно, до установки соответствующих приборов, ведут по записям показывающих расходомеров и термометров, результаты которых заносят в соответствующие ведомости (табл. 9.5 и 9.6). Расход воды в отдельных сетях горячего водоснабжения следует измерять горячеводными водомерами.

Показывающие приборы к котельной необходимо устанавливать в тех же точках, что и самопишущие. В котельных с расчетным расходом сетевой воды до 120 т/ч расход воды в тепловой сети можно измерять горячеводными водомерами. Водомер устанавливают на обратном трубопроводе тепловой сети (на горизонтальном участке трубопровода). До водомера (по ходу воды) длина прямого участка трубопровода должна составлять не менее 10 диаметров. Подбор водомера производят на основе данных табл. 5.13—5.15.

Для измерения температуры сетевой воды можно применять ртутные стеклянные термометры с цепой деления не более 1°С. При отсутствии показывающих расходомеров и водомеров расход сетевой воды в тепловой сети измеряют нормальными измерительными диаф-

Таблица 9.4. РАСЧЕТ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЗА ОТЧЕТНЫЙ ПЕРИОД ПОТРЕБИТЕЛЯМ II И III ГРУПП УЧЕТА

Искомая величина	Номер формулы	Расчет
1	2	3
1. Утечка воды из тепловой сети и систем теплоснабжения $G_{ут}$	9.16	$G_{ут} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 28330 \cdot 960 \cdot 720 = 48\,960 \text{ т}$
2. Потери тепловой энергии с утечкой в системе теплоснабжения $Q_{ут}$	9.15	$Q_{ут} = 1,48\,960 \left( \frac{131+64}{2} - 5 \right) \cdot 10^{-3} = 4530 \text{ Гкал}$ (18 967,11 ГДж)
3. Потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводов в системе теплоснабжения: $Q_{поб.и}$	9.18	$Q_{поб.и}^{ср} = 3,2 \frac{131+64-2,2}{78+46-2,4} = 5,27 \text{ Гкал/ч}$ (22,066 ГДж/ч)
$Q_{поб.л.п}$	9.19	$Q_{поб.л.п}^{ср} = 0,486 \frac{131-(-20)}{78-0} = 0,94 \text{ Гкал/ч}$ (3,936 ГДж/ч)
$Q_{поб.л.в}$	9.20	$Q_{поб.л.в}^{ср} = 0,314 \frac{64-(-20)}{46-0} = 0,60 \text{ Гкал/ч}$ (2,513 ГДж/ч)
$Q_{пз}$	9.17	$Q_{пз} = (5,27 + 0,94 + 0,6) \cdot 720 = 4900 \text{ Гкал}$ (20 516,300 ГДж)
4. Тепловые потери в системе теплоснабжения за отчетный период $Q_{пз}$	9.14	$Q_{пз} = 45 + 4900 = 9430 \text{ Гкал}$ (39 483,410 ГДж)
5. Потери тепловой энергии с производственной утечкой за отчетный период у всех потребителей I группы учета $\sum Q_{ут,i}^I$	9.8	$\sum_i Q_{ут,i}^I = 1,16\,500 \left( \frac{130+64}{2} - 5 \right) \cdot 10^{-3} = 1520 \text{ Гкал}$ (6364,240 ГДж)
6. Суммарный отпуск тепловой энергии за отчетный период, потребителям II и III групп учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $\sum Q_{от,i}^{II,III}$	9.7	$\sum_i Q_{от,i}^{II,III} = 330\,700 + 112\,000 + 9430 + 1520 = 210\,800 \text{ Гкал}$ (882 619,6 ГДж)
7. Суммарное количество сетевой воды за отчетный период у всех потребителей II и III групп учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $\sum G_{от,i}^{II,III}$	9.9	$\sum_i G_{от,i}^{II,III} = 4944\,800 + 1\,668\,800 + 48\,960 + 16\,500 = 3\,243\,500 \text{ т}$
8. Средний температурный перепад у потребителей II и III групп учета $\Delta t_{ср}^{II,III}$	9.6	$\Delta t_{ср}^{II,III} = \frac{210\,800 \cdot 10^3}{1 \cdot 3\,243\,500} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$
9. Количество сетевой воды за отчетный период у данного потребителя II группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $G^{II}$	9.10	$G^{II} = 11\,520 + 3460 + 1300 = 13\,680 \text{ т}$
10. Доля производственной утечки за отчетный период данного потребителя II группы учета от общей утечки по системе теплоснабжения, соответствующая объему его системы теплоснабжения $G_{ут}^{II}$		$G_{ут}^{II} = \frac{38}{28\,330} \cdot 48\,960 = 66 \text{ т}$

Продолжение табл. 9.4

Искомая величина	Номер формулы	Расчет
1	2	3
11. Потери тепловой энергии с утечкой за отчетный период из местной системы теплоснабжения данного потребителя II группы учета $Q_{ут}^{II}$	9.5	$Q_{ут}^{II} = 1,66 (131 - 5) \cdot 10^{-3} = 8 \text{ Гкал (33,44 ГДж)}$
12. Отпуск тепловой энергии за отчетный период данному потребителю II группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $Q^{II}$	9.4	$Q^{II} = 1,13 \cdot 680 \cdot 65 \cdot 10^{-3} + 8 = 897 \text{ Гкал (3 755,739 ГДж)}$
13. Суммарный отпуск тепловой энергии за отчетный период всем потребителям II группы учета $\sum_{i=k} Q^{II}$	9.13	$\sum_{i=k} Q^{II} = 1,176 \cdot 000 \cdot 65 \cdot 10^{-3} = 114 \cdot 400 \text{ Гкал (478 992,8 ГДж)}$
14. Суммарный отпуск тепловой энергии за отчетный период всем потребителям III группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $\sum_k Q_k^{III}$	9.12	$\sum_k Q_k^{III} = 210 \cdot 800 \cdot 114 \cdot 400 = 96 \cdot 400 \text{ Гкал (403 626,8 ГДж)}$
15. Доля непроизводительной утечки данного потребителя III группы учета за отчетный период $G_{ут}^{III}$		$G_{ут}^{III} = \frac{12}{28 \cdot 330} \cdot 48 \cdot 960 = 21 \text{ т}$
16. Потери тепловой энергии с утечкой за отчетный период из местной системы теплоснабжения данного потребителя III группы учета $Q_{ут}^{III}$	9.15	$Q_{ут}^{III} = 1,21 \left( \frac{131 + 64}{2} - 5 \right) \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ Гкал (7,956 ГДж)}$
17. Отпуск тепловой энергии за отчетный период данному потребителю III группы учета на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $Q^{III}$	9.11	$Q^{III} = \frac{6 \cdot 2}{1 \cdot 907} \cdot 96 \cdot 400 + 1,9 = 315,3 \text{ Гкал (1320,162 ГДж)}$

рагмами (камерными или дисковыми) с подключаемыми к ним переносными V или П-образными дифференциальными манометрами. Дифференциальные ртутные манометры можно применять только в закрытых системах теплоснабжения. Расчет нормальной измерительной диафрагмы приведен ниже. Измерительную диафрагму следует устанавливать на прямолинейном участке трубопровода независимо от положения этого участка в пространстве. На расстоянии не менее 10 диаметров до диафрагмы и не менее 5 диаметров после нее должны отсутствовать какие либо местные сопротивления. Записи по показывающим расходомерам и термометрам необходимо производить не реже 4 раз в смену. Записи показаний водомеров производят один раз в сутки.

В котельных, работающих с постоянным расходом сетевой воды в тепловой сети (потре-

бители имеют только отопительную нагрузку или на подогревателях горячего водоснабжения не установлены регуляторы температуры), замеры расхода теплоносителя с помощью переносных дифференциальных манометров можно производить периодически, но не реже двух раз в неделю при условии неизменной расчетной тепловой нагрузки подключенных потребителей и постоянной работы сетевых насосов с одинаковой характеристикой. На основе замеренных расходов воды определяют величину среднечасового расхода за сутки.

Для котельных мощностью до 10 Гкал/ч, отпускающих теплоту только на отопление, расход подпиточной воды при временном отсутствии водомера на трубопроводе подпитки может быть определен расчетным путем. Среднечасовой расход подпитки принимают равным 0,25 % объема воды в тепловой сети и непосредственно при-

**Таблица 9.5. ВЕДОМОСТЬ УЧЕТА СУТОЧНОГО  
ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ  
ОТ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОТЫ**

ЗА \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

Показатель отпуска тепловой энергии	Номер тепло- магистралк				Всего по источ- нику теплоты
	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6
Количество отпущен- ной сетевой воды, т за сутки с начала месяца					
Средняя температура воды в подающем тру- бопроводе, °С					
Количество возвра- щенной обратной сете- вой воды, т за сутки с начала месяца					
Средняя температура обратной сетевой во- ды, °С					
Величина подпитки водяной тепловой се- ти, т за сутки с начала месяца					
Средняя температура воды в холодном исто- чнике водоснабже- ния, °С					
Отпущено тепловой энергии с сетевой во- дой, Гкал за сутки с начала месяца					

соединенных к ним системах отопления. Объем воды в трубопроводах тепловых сетей и системах отопления определяют по удельным величинам, приведенным в табл. 9.1 и 9.2. По результатам записей показывающих приборов рассчитывают среднечасовые за сутки расходы и температуры теплоносителя. Суточный отпуск теплоты котельной  $Q_{сут}$  [в Гкал/сут (ГДж/сут)] определяют в зависимости от места установки измерительных приборов по следующим формулам:

при установке расходомеров на подающих и обратных трубопроводах тепловой сети

$$Q_{сут} = c [G_{от}^P (t_{от}^P - t_{от}^C) - G_{об}^P (t_{об}^P - t_{об}^C)] P \cdot 10^{-3},$$

при установке расходомеров на подающем трубопроводе тепловой сети и трубопроводе линии подпитки

$$Q_{сут} = c [G_{от}^P (t_{от}^P - t_{от}^C) + G_{п}^P (t_{п}^P - t_{п}^C)] P \cdot 10^{-3},$$

при установке расходомеров на обратном трубопроводе тепловой сети и трубопроводе линии подпитки

$$Q_{сут} = c [G_{об}^P (t_{об}^P - t_{об}^C) + G_{п}^P (t_{п}^P - t_{п}^C)] P \cdot 10^{-3},$$

где  $c = 1$  ккал/(кг·°С);  $G_{от}^P$ ,  $G_{об}^P$  и  $G_{п}^P$  — соответ-  
ственно среднечасовые расходы сетевой воды в подаю-  
щем и обратном трубопроводах тепловой сети в  
котельной и среднечасовой расход подпиточной воды,  
т/ч;  $t_{от}^P$ ,  $t_{об}^P$  и  $t_{п}^P$  соответственно средние за сутки  
температуры сетевой воды в подающем и обратном  
трубопроводах тепловой сети в котельной и средняя  
за сутки температура холодной воды, поступающей  
в подпиточное устройство, °С;  $P$  — число часов ра-  
боты котельной в сутки, ч/сут.

**Пример.** Определить суточный отпуск теплоты ко-  
тельной. Котельная имеет тепловые сети отопления  
и горячего водоснабжения (четырёхтрубная тепло-  
вая сеть). В котельной установлены следующие при-  
боры для учета расхода теплоты: а) ртутные тер-  
мометры на подающих и обратных трубопроводах  
тепловых сетей отопления и горячего водоснабжения,  
а также на трубопроводе исходной воды для под-  
питки сетей; б) водомеры на трубопроводах исход-  
ной воды для подпитки тепловых сетей, а также  
на обратном трубопроводе тепловой сети горячего  
водоснабжения; в) измерительная диафрагма на об-  
ратном трубопроводе тепловой сети отопления с  
подключенным к диафрагме переносным дифферен-  
циальным манометром.

*Решение.*

1. На основе обработки записей (12 замеров  
в сутки) показаний ртутных термометров получены  
следующие среднесуточные температуры: в подаю-  
щем трубопроводе тепловой сети отопления  $t_{от}^P =$   
 $= 80,5^\circ\text{C}$ ; в обратном трубопроводе тепловой сети  
отопления  $t_{об}^P = 61^\circ\text{C}$ ; в подающем трубопроводе  
тепловой сети горячего водоснабжения  $t_{п}^P = 65^\circ\text{C}$ ; в  
обратном трубопроводе тепловой сети горячего водо-  
снабжения  $t_{об}^P = 50^\circ\text{C}$ ; в трубопроводе исходной во-  
ды для подпитки обеих сетей  $t_{п}^P = 7^\circ\text{C}$  (замер  
один раз в сутки).

2. Водомеры показали (один замер в сутки)  
следующие суточные расходы воды: в трубопроводе  
исходной воды для подпитки тепловой сети отопле-  
ния  $G_{п.от} = 168$  т/сут; в трубопроводе исходной во-  
ды для подпитки тепловой сети горячего водоснаб-  
жения  $G_{п.гв} = 827,5$  т/сут; в обратном трубопроводе  
тепловой сети горячего водоснабжения  $G_{об} = 319,9$   
т/сут.

3. На основе обработки записей показаний пе-  
реносного дифференциального манометра (периоди-  
ческий замер — 2 раза в неделю) получен среднеча-  
совый расход воды в обратном трубопроводе те-  
пловой сети отопления  $G_{от}^P = 193$  т/ч.

4. Суточный расход теплоты на отопление со-  
ставляет:

$$Q_{от,сут} = c [G_{от}^P (t_{от}^P - t_{от}^C) + G_{п.от} (t_{п}^P - t_{п}^C)] P \cdot 10^{-3} = \\ = 1 \cdot [193(80,5 - 61) \cdot 24 + 168(80,5 - 7)] \cdot 10^{-3} = \\ = 102,7 \text{ Гкал/сут (430 ГДж/сут)}.$$

5. Суточный расход теплоты на горячее водо-  
снабжение

$$Q_{гв,сут} = c [G_{п.гв} (t_{п}^P - t_{п}^C) + G_{об} (t_{об}^P - t_{об}^C)] P \cdot 10^{-3} = \\ = 1 \cdot [827,5(65 - 50) + 319,9(65 - 7)] \cdot 10^{-3} = \\ = 52,8 \text{ Гкал/сут (221,07 ГДж/сут)}.$$

6. Суточный расход теплоты котельной

$$Q_{кот,сут} = Q_{от,сут} + Q_{гв,сут} = 102,7 + 52,8 = \\ = 155,5 \text{ Гкал/сут (654,08 ГДж/сут)}.$$

**Расчет нормальной острой измерительной  
диафрагмы** производят по формуле (7.1), при  
этом плотность воды  $\gamma$  принимают для средней  
температуры воды в течение отопительного се-

Предприятие \_\_\_\_\_

Котельная \_\_\_\_\_

Таблица 9.6. ВЕДОМОСТЬ СУТОЧНОГО УЧЕТА ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ

за \_\_\_\_\_ 198 г.

Наименование измеряемых величин	Время замеров												Среднесуточные температуры и расходы воды	Примечание				
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22						
Температура воды в трубах проходах тепловой сети, °С: и подающем и обратном																		
Температура воды в трубопроводах сети горячего водоснабжения, °С: и подающем и обратном																		
Температура воды в трубопроводе подпитки, °С																		
Расход воды в трубопроводах тепловой сети, т/ч: и обратном (подающем) и подпитке (обратном)																		
Расход воды в трубопроводах сети горячего водоснабжения, т/ч: и обратном и подпитке																		

Суточный расход теплоты в тепловых сетях, Гкал (ГДж)

Суточный расход теплоты в сетях горячего водоснабжения, Гкал (ГДж)

Начальник производственного отдела \_\_\_\_\_

(подпись, фамилия)

Начальник котельной \_\_\_\_\_

(подпись, фамилия)

зона. При расчете измерительной диафрагмы должно быть соблюдено условие  $0,05 \leq m \leq 0,7$ . Чертеж дисковой измерительной диафрагмы показан на рис. 9.5.

**Пример расчета.** Определить диаметр измерительной диафрагмы, устанавливаемой на подающем трубопроводе, для подключения к ней дифференциального манометра типа ДТ-50, если дано: внутренний диаметр трубопровода  $D_{вн} = 257$  мм; расчетный расход сетевой воды  $G_p = 200$  т/ч. Дифманометр заполнен водой, над которой находится воздух; температура сетевой воды изменяется от 70 до 150°С.

**Решение.** 1. Учитывая размер шкалы дифманометра типа ДТ-50 (700 мм), принимаем  $h = 500$  мм.

2. Поскольку заполнителем в дифманометре является вода, над которой находится воздух,  $A = 0,01251$ .

3. Из условия  $0,05 \leq m \leq 0,7$  принимаем  $m = 0,5$ .

4. Определяем диаметр диафрагмы:

$$d = D_{вн} \sqrt{m} = 257 \sqrt{0,5} = 181,7 \text{ мм.}$$

Производим проверку рассчитанного диаметра измерительной диафрагмы.

1. По графику (см. рис. 7.2) определим коэффициент  $\alpha$  по принятой величине  $m$ , откуда  $\alpha = 0,695$ .

2. По табл. 1.4 находим среднюю плотность сетевой воды в подающем трубопроводе (при

$$t_{ср} = \frac{70 + 150}{2} = 110^\circ\text{С}; \rho = 951 \text{ кг/м}^3.$$

3. Вычисляем расход (в т/ч) сетевой воды при принятом перепаде:  $G = 0,01251 \cdot 0,695 \cdot 181,7^2 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 951 = 197,9$  т/ч.

Следовательно, для рассчитанного диаметра измерительной диафрагмы  $d = 181,7$  мм при перепаде  $h = 500$  мм измеренный расход сетевой воды составляет 197,9 т/ч. Далее для удобства измерения расхода сетевой воды дифманометром строим график зависимости расхода воды  $G$  от перепада  $h$  по формуле (7.1).

**Расчет потребления тепловой энергии при временном отсутствии регистрирующих приборов.** При временном отсутствии водомеров расход сетевой воды на отопление и вентиляцию определяют по перепаду давлений на сопле элеватора или дроссельной диафрагме по формулам (т/ч):

$$G = 11,85 d_c^2 \sqrt{H_{эл}}; \quad G = 10 d_{др}^2 \sqrt{H_{др}}$$

где  $d_c$  и  $d_{др}$  — соответственно диаметр отверстия сопла элеватора и дроссельной шайбы, мм;  $H_{эл}$  и  $H_{др}$  — соответственно перепад напоров на сопле элеватора и дроссельной шайбе, м.

Перепад напоров на сопле элеватора и дроссельной шайбе измеряют манометром класса 1,0.

**Организация учета.** Установку и эксплуатацию приборов учета теплоты в котельных и

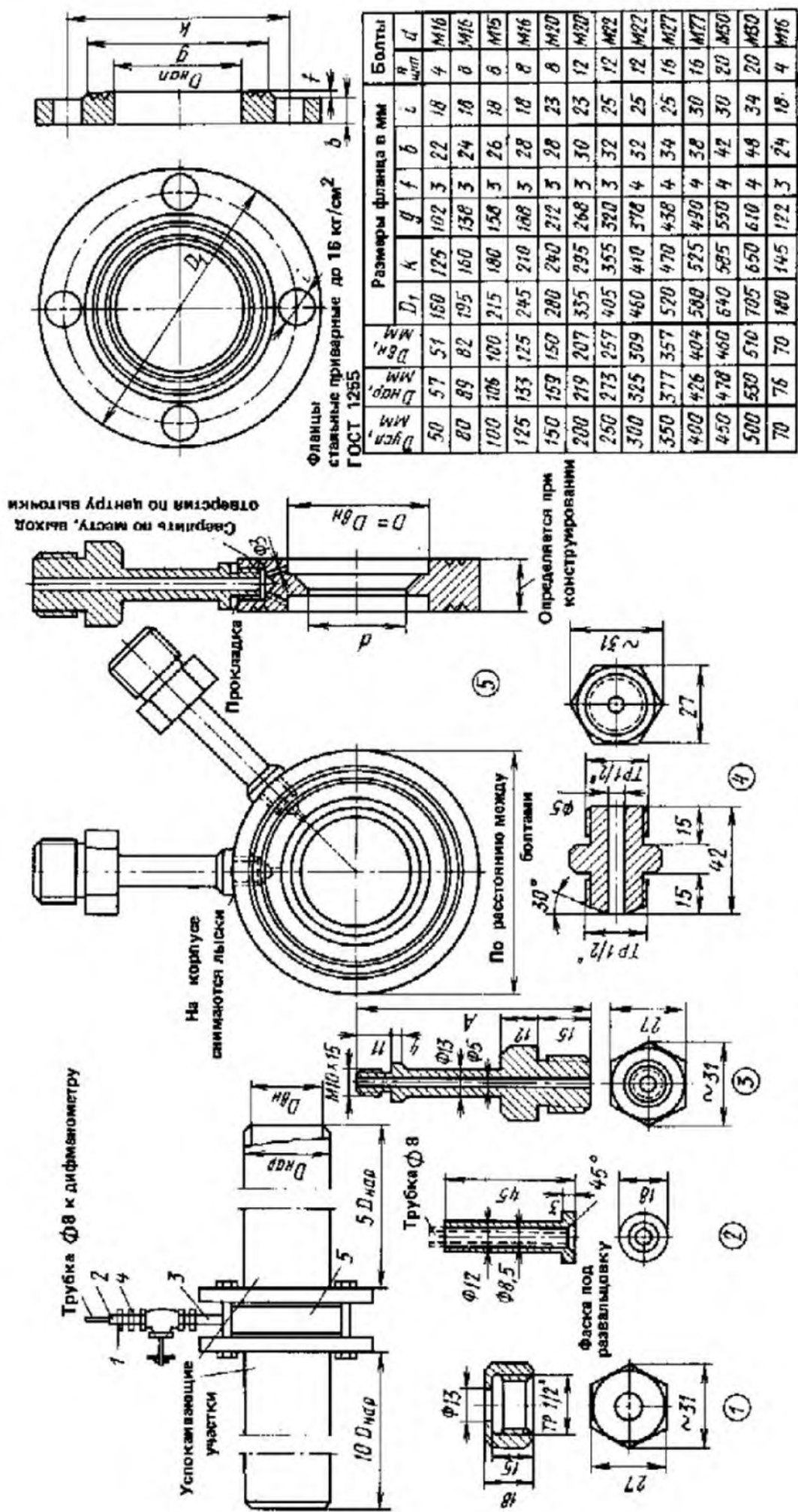


Рис. 9.5. Чертеж дисковой измерительной диафрагмы

Дисковая измерительная диафрагма для труб диаметром до 500 мм.



тепловых пунктах, находящихся на балансе теплоэнергетических предприятий, производят персонал измерительных лабораторий (службы КИПиА) этих предприятий. Приборы учета теплоты в тепловых пунктах, находящихся на балансе ЖЭК, домоуправлений различных ведомств, устанавливает персонал этих ведомств. О техническом состоянии приборов учета, их включении в эксплуатацию составляют акт с участием представителей энергетического предприятия и потребителя теплоты. Эксплуатацию приборов учета в этом случае осуществляет соответствующий персонал теплоэнергетических предприятий на договорных началах. Показания приборов снимает дежурный персонал потребителя под периодическим контролем теплоэнергетического предприятия.

Энергоснабжающая организация должна проводить перед каждым отопительным сезоном инструктаж дежурного персонала потребителей о порядке и правилах снятия показаний приборов. Обработку диаграмм самопишущих приборов и суточных ведомостей, а также расчет суточных и месячных расходов тепловой энергии, отпущенной котельной и полученной потребителями, выполняют производственно-технические отделы предприятий, на балансе или обслуживании которых находятся приборы учета.

#### 9.4. ПЕРЕВОД РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ПОВЫШЕННЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК

Перевод работы системы теплоснабжения на повышенный температурный график является одним из наиболее рациональных методов увеличения пропускной способности тепловых сетей, позволяющим избежать больших капитальных затрат на перекладку трубопроводов сетей или строительство насосных перекачивающих станций. Кроме того, при переводе сетей на повышенный график обеспечивается значительная экономия электроэнергии на перекачку теплоносителя за счет снижения удельных расходов сетевой воды на подключенную тепловую нагрузку потребителей. Основной задачей построения режима системы теплоснабжения при переводе на повышенный температурный

график действующих тепловых сетей является определение нового расчетного расхода теплоносителя и новой расчетной температуры воды в обратном трубопроводе при условии сохранения неизменной тепловой производительности теплопотребляющих приборов.

Новые расходы теплоносителя в расчетных условиях определяют по формуле

$$G'_p = y G_p, \quad (9.21)$$

где  $G'_p$  и  $G_p$  — расход сетевой воды соответственно при новом и первоначальном температурных графиках;  $y$  — отношение нового расхода воды к первоначальному.

Для систем отопления, присоединенных к тепловой сети через элеватор с целью обеспечения нормальной работы системы отопления и сохранения ее расчетной тепловой отдачи при переводе сети на повышенный температурный график расход и температура смешанной воды должны сохраняться неизменными. Это достигается изменением коэффициента смешения элеватора, новое значение которого вычисляют по формуле

$$k' = \frac{t'_{1p} - t'_{2p}}{t_{1p} - t_{2p}}, \quad (9.22)$$

где  $t'_{1p}$  — расчетная температура воды в подающем трубопроводе по новому температурному графику;  $t'_{2p}$  и  $t_{2p}$  — соответственно расчетные температуры воды в обратном трубопроводе и смешанной воды по первоначальному температурному графику.

Величину  $y$  в этом случае определяют по формуле

$$y = \frac{t'_{1p} - t'_{2p}}{t'_{1p} - t'_{2p}}, \quad (9.23)$$

где  $t'_{1p}$  — расчетная температура воды в подающем трубопроводе по первоначальному температурному графику.

Для систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами и непосредственно подключенных к тепловым сетям исходя из условия неизменности тепловой отдачи при переводе на повышенный температурный график новое значение расчетной температуры воды в обратном трубопроводе и величину  $y$  определяют по формулам:

$$t'_{2p} = (t_{1p} + t_{2p} - t'_{1p}); \quad (9.24)$$

$$y = \frac{t'_{1p} - t'_{2p}}{t'_{1p} - t'_{2p}}, \quad (9.25)$$

где  $t'_{2p}$  — расчетная температура воды в обратном трубопроводе по новому температурному графику.

Необходимо отметить, что перевод отопительных систем, непосредственно подключаемых к тепловым сетям на повышенный температурный график, связан со значительным увеличением теплоперепада и сокращением расхода теплоносителя в системе. Это обстоятельство может вызвать в зданиях с числом этажей более двух или с большой протяженностью отопительной системы гидравлическую разрегулировку. Избежать гидравлической разрегулировки можно за счет перевода работы систем отопления на элеваторное присоединение с величиной коэффициента смешения, определяемого по формуле

$$u' = \frac{t'_{1p} - t_{1p}}{t'_{1p} - t_{2p}} \quad (9.26)$$

Величину  $y$  в этом случае находят по формуле (9.23). Для calorиферных установок при переводе на работу по повышенному температурному графику величина  $y$  с достаточной для практических расчетов точностью может быть определена по номограмме, показанной на рис. 9.6, в зависимости от величины:

$$A = t'_{1p} - t_{1p} + t_{0n},$$

где  $t_{1p}$  и  $t_{0n}$  — расчетные температуры воздуха соответственно на выходе и входе calorифера.

Новое значение температуры обратной воды от calorиферной установки определяют по формуле

$$t_{2p} = t'_{1p} - \frac{t_{1p} - t_{2p}}{y} \quad (9.27)$$

При переводе работы тепловой сети на повышенный температурный график следует произвести проверку компенсационной способности сети.

**Пример.** При переводе системы теплоснабжения с температурного графика 130—70°C на повышенный график 150°C требуется определить новые параметры работы: а) системы отопления жилого дома с элеваторным присоединением к тепловой сети,  $G_p = 6$  т/ч; б) системы отопления четырехэтажного производственного здания, оборудованной конвективно-излучающими приборами и непосредственно присоединенной к тепловой сети,  $G_p = 4$  т/ч; в) calorиферной отопительной установки при температуре воздуха в помещении  $t_{0n} = 16^\circ\text{C}$  и расчетном нагреве воздуха в установке  $t_{1p} = 60^\circ\text{C}$ ,  $G_p = 0,3$  т/ч.

1. Для системы отопления жилого дома по формулам (9.21) — (9.23) определяем новые значения коэффициента смешения и расчетного расхода сетевой воды:

$$u' = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2;$$

$$y = \frac{130 - 70}{150 - 70}$$

$$G'_p = 0,75 \cdot 6 = 4,5 \text{ т/ч.}$$

2. Для системы отопления производственного здания по формулам (9.25), (9.26), (9.22) определяем новые расчетные значения температуры воды в обратном трубопроводе и расхода сетевой воды:

$$t'_{2p} = (130 + 70) - 150 = 50^\circ\text{C};$$

$$y = \frac{130 - 70}{150 - 50} = 0,6;$$

$$G_p = 0,6 \cdot 4 = 2,4 \text{ т/ч.}$$

Учитывая, что такое значительное сокращение расхода теплоносителя в системе отопления приведет к ее гидравлической разрегулировке, принимаем решение об установке на тепловом пункте здания элеватора. В этом случае расход теплоносителя в системе отопления и расчетная температура воды в обратном трубопроводе будут соответствовать первоначальным.

Необходимый коэффициент смешения элеватора определяем по формуле (9.26):

$$u' = \frac{150 - 130}{130 - 70} = 0,33.$$

Новый расчетный расход сетевой воды вычисляем по формулам (9.23), (9.21):

$$y = \frac{130 - 70}{150 - 70} = 0,75;$$

$$G'_p = 0,75 \cdot 4 = 3 \text{ т/ч.}$$

3. Для calorиферной установки величину  $y$  находим по номограмме (см. рис. 9.6), для этого определяем величину

$$t_{1p} + t_{0n} = 60 + 16 \approx 80^\circ\text{C}.$$

Далее на оси  $A$  номограммы находим значение  $t'_{1p}$ , соответствующее 150°C, и по ключу  $A \rightarrow t_{1p} + t_{0n} \rightarrow y$  определяем значение  $y = 0,638$ . При этом величина  $t_{1p} + t_{0n}$  расположена на кривой температурного графика 130—70°C. Порядок нахождения величины показан на рис. 9.6 стрелками.

Новые расчетные значения расхода воды на calorиферную установку и температуры воды от нее определяем по формулам (9.21), (9.27):

$$G'_p = 0,638 \cdot 0,3 = 0,19 \text{ т/ч};$$

$$t_{2p} = 150 - \frac{130 - 70}{0,638} = 56^\circ\text{C}.$$

## 9.5. ПЕРЕХОД РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА НОВУЮ РАСЧЕТНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

В последние годы для значительного числа городов строительными нормами и правилами установлены новые расчетные температуры наружного воздуха для проектирования систем

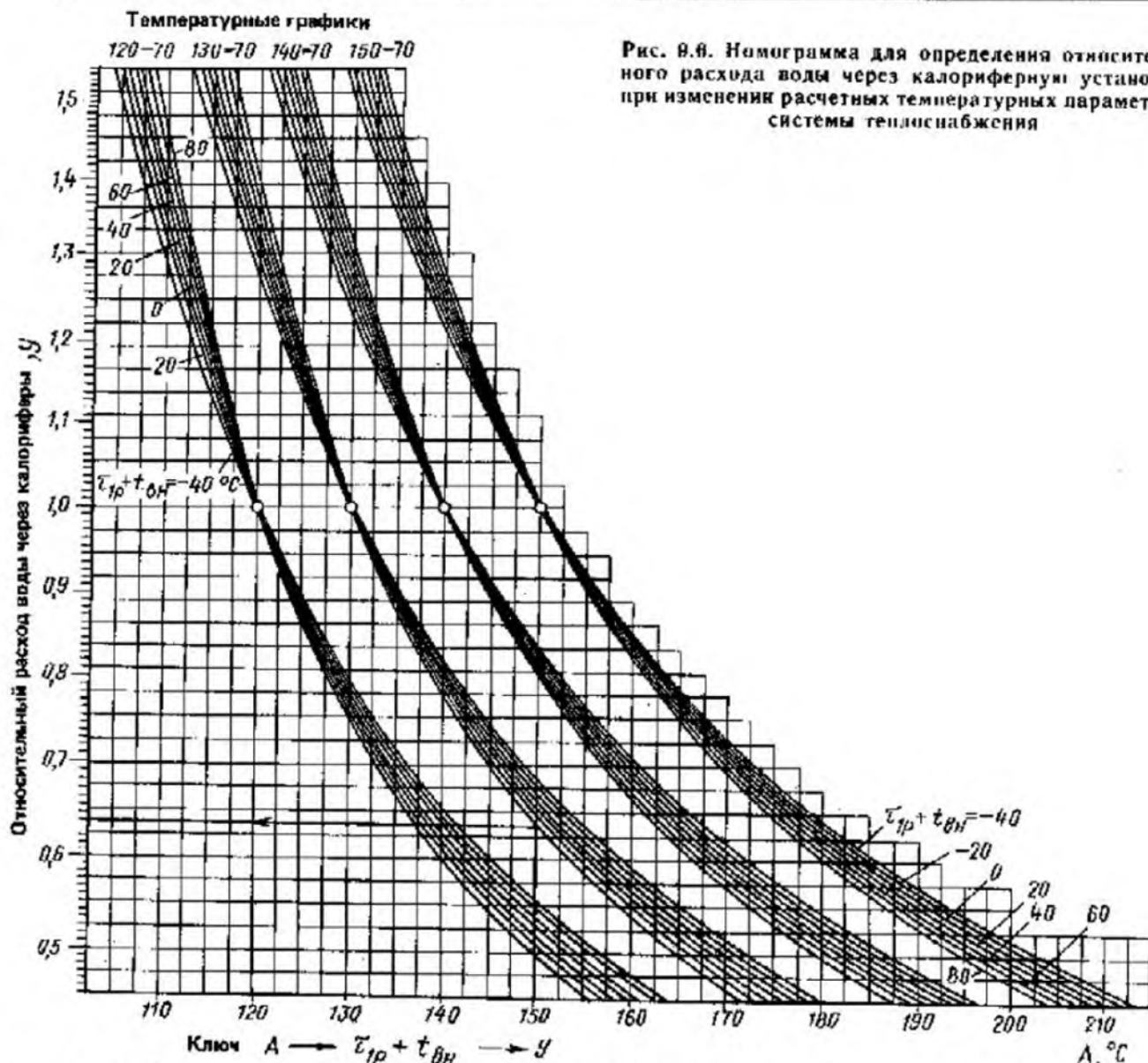


Рис. 9.8. Номограмма для определения относительного расхода воды через calorиферную установку при изменении расчетных температурных параметров системы теплоснабжения

отопления. В связи с этим для действующих систем теплоснабжения, запроектированных на старые расчетные температуры наружного воздуха, необходима разработка новых режимов работы, так как в противном случае будет наблюдаться значительный перерасход тепловой энергии (при переходе на повышенную расчетную температуру наружного воздуха) или нарушение качества теплоснабжения потребителей (при переходе на пониженную расчетную температуру наружного воздуха).

При изменении расчетной температуры наружного воздуха по отношению к той, на которую были запроектированы системы теплоснабжения, новые тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию рассчитывают по формуле

$$Q'_p = Q_p \frac{t_{в.п.} - t'_{н.р}}{t_{в.п.} - t_{н.р}}$$

где  $Q'_p$ ,  $Q_p$  — тепловые нагрузки соответственно при новой и первоначальной расчетной температурах наружного воздуха;  $t_{в.п.}$  — расчетная внутренняя температура воздуха в помещении;  $t'_{н.р}$ ,  $t_{н.р}$  — со-

ответственно новая и первоначальная расчетные температуры наружного воздуха.

Ниже рассмотрены методы построения нового режима регулирования отпуска теплоты при переходе работы системы теплоснабжения на повышенную и пониженную расчетные температуры наружного воздуха.

**Переход работы на повышенную расчетную температуру наружного воздуха.** Наиболее рационально новый режим отпуска теплоты может быть построен при условии принятия за новую расчетную температуру воды в подающем трубопроводе  $t'_{1p}$  первоначальной расчетной температуры:  $t_{1p}$ , т.е. при  $t'_{1p} = t_{1p}$  (рис. 9.7). Для систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами и непосредственно присоединенных к тепловой сети, новые значения расчетных температуры воды в обратном трубопроводе  $t'_{2p}$  и расхода сетевой воды  $G'_p$  определяют по формулам:

$$t'_{2p} = t_1 + t_2 - t_{1p}$$

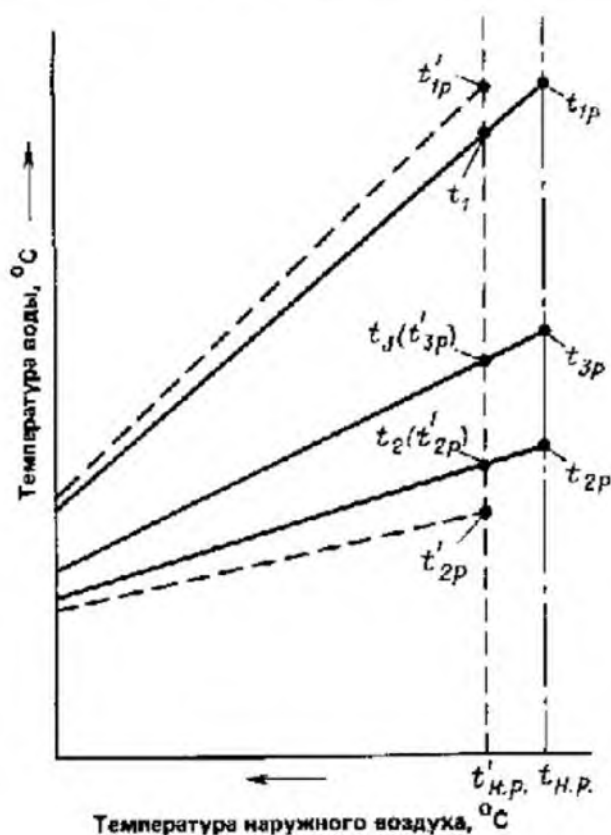


Рис. 9.7. График температур воды в тепловой сети при переходе системы теплоснабжения на новую повышенную расчетную температуру наружного воздуха

$$G'_p = \frac{Q'_p}{t'_p - t'_{2p}}, \quad (9.28)$$

коэффициента смешения элеватора, новое значение которого вычисляют по формуле

$$\alpha' = \frac{t'_{1p} - t'_{3p}}{t'_{3p} - t'_{2p}}$$

Новое значение расхода сетевой воды находят по формуле (9.28).

где  $t_1$  и  $t_2$  — температуры воды в подающем и обратном трубопроводах при новой расчетной температуре наружного воздуха по графику, составленному для первоначальной расчетной температуры наружного воздуха.

Для отопительных систем с элеваторным присоединением к тепловой сети в целях сохранения первоначального расхода теплоносителя в системе новые расчетные температуры смешанной воды  $t'_{3p}$  и воды в обратном трубопроводе  $t'_{2p}$  принимают равными температурам смешанной воды  $t_3$  и воды в обратном трубопроводе  $t_2$  по первоначальному графику при новой расчетной температуре наружного воздуха. Это обеспечивается изменением первоначального

коэффициента смешения элеватора, новое значение которого вычисляют по формуле

$$\alpha = \frac{t'_{1p} - t'_{3p}}{t'_{3p} - t'_{2p}}$$

Новое значение расхода сетевой воды находят по формуле (9.28).

Для caloriferных установок новое расчетное значение расхода воды при переходе на новую расчетную температуру наружного воздуха может быть определено по номограмме (см. рис. 9.6) в зависимости от величины  $A$ , равной:

$$A = t_{\text{ов}} + (t_{1p} - t_{\text{ов}}) \frac{t_{\text{ок}} - t_{\text{нр}}}{t_{\text{ок}} - t_{\text{нр}}}$$

Новые расчетные значения расхода воды и расчетной температуры обратной воды от caloriferной установки вычисляют по формулам (9.27) и (9.28). Данный метод построения нового режима отпуска теплоты обеспечивает увеличение пропускной способности сетей по теплоте и снижение расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя за счет увеличения расчетного теплоперепада в системе теплоснабжения по сравнению с первоначальным.

**Переход работы системы теплоснабжения на новую пониженную расчетную температуру наружного воздуха.** Возможны два варианта построения нового режима отпуска теплоты при переходе на пониженную расчетную температуру наружного воздуха. При первом варианте значение новой расчетной температуры воды в подающем трубопроводе принимают равной первоначальной расчетной температуре  $t_{1p}$ , т.е.  $t'_{1p} = t_{1p}$  (рис. 9.8,а). Величины новых расчетных значений температур воды в обратном трубопроводе и расхода сетевой воды в этом случае определяют в соответствии с приведенной выше методикой по переходу на повышенную расчетную температуру наружного воздуха. Недостатками этого нового режима является увеличение расхода сетевой воды и соответственно расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя из-за снижения расчетного температурного перепада в системе теплоснабжения по сравнению с первоначальным режимом.

При втором варианте построения нового режима температурный график, соответствующий первоначальной расчетной наружной температуре, продлевают до наружной температуры, равной новой расчетной (рис. 9.8,б). При этом

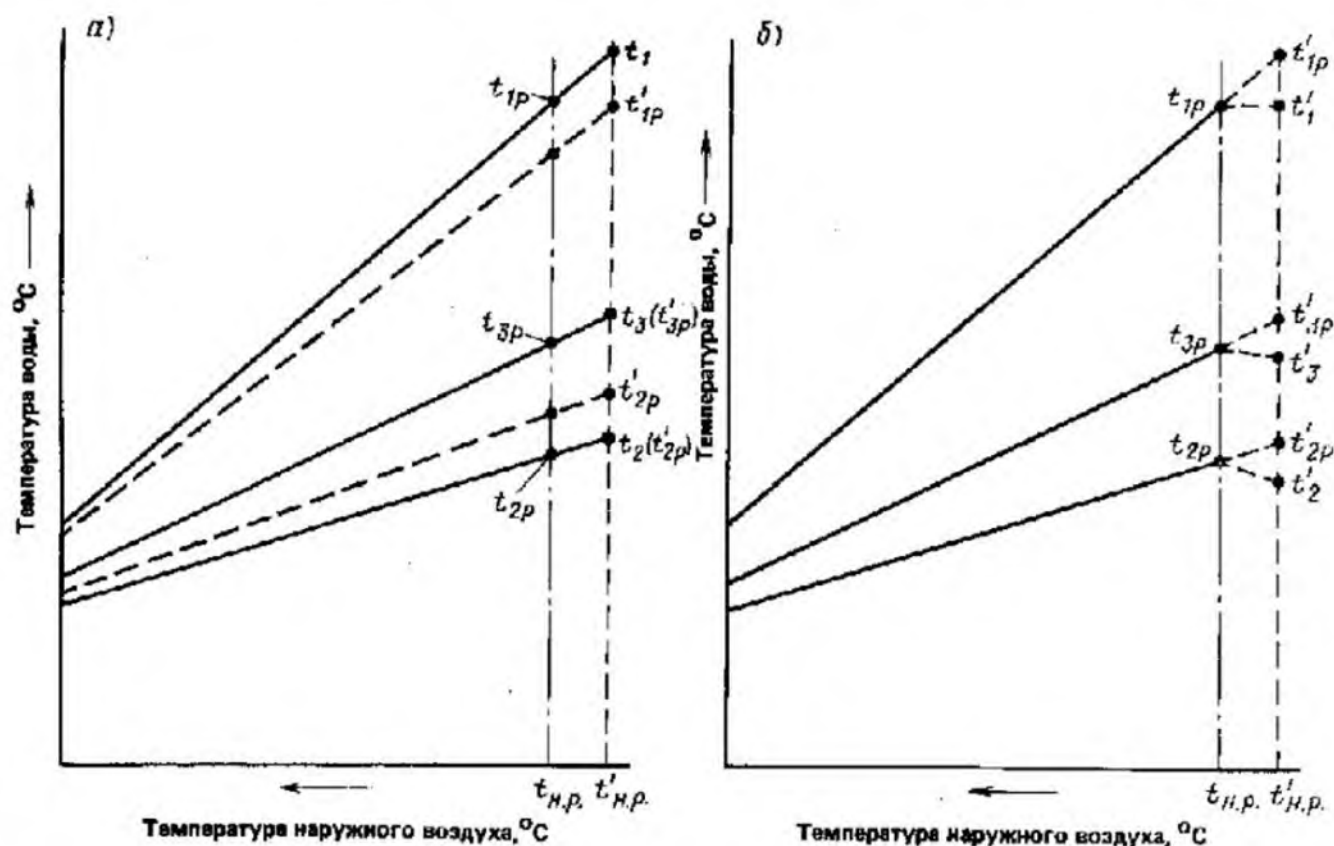


Рис. 9.8. График температур воды в тепловой сети при переходе системы теплоснабжения на новую расчетную температуру наружного воздуха  
 а — первый вариант; б — второй вариант

воды в обратном трубопроводе  $t'_2$  и смешанной  $t'_3$  на диапазоне срезки температурного графика определяют по формулам (4.12).

новой расчетной температуре наружного воздуха  $t'_{н.р.}$  будут соответствовать новые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах  $t'_{1p}$  и  $t'_{2p}$ . Новые расчетные расходы сетевой воды соответствуют первоначальным.

Следует отметить, что такой переход системы теплоснабжения на новую расчетную температуру наружного воздуха требует повышения расчетной температуры воды в подающем трубопроводе по сравнению с первоначальной. Это не всегда возможно из-за недостаточной компенсационной способности сети и условий работы теплоприготовительной установки источника теплоты. В этом случае применение данного режима может быть осуществлено со срезкой температурного графика при максимальной температуре воды в подающем трубопроводе, отвечающей условиям работы данной системы теплоснабжения.

Практика эксплуатации показывает, что уменьшение теплоотдачи систем отопления при величине диапазона срезки температурного графика порядка 3–4°C существенно не влияет на температурный режим зданий. Температуру

### 9.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ В ЗАКРЫТОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Важным направлением, улучшающим технико-экономические показатели тепловых сетей, является сокращение расчетных расходов теплоносителя, которое приводит к увеличению пропускной способности сетей и создает возможности присоединения новых потребителей без дополнительных капиталовложений. Резервы сокращения расходов теплоносителя при эксплуатации тепловых сетей могут быть реализованы за счет более эффективного использования установленной поверхности нагрева теплопотребляющих приборов и аппаратов, в частности, водо-водяных подогревателей, широко применяемых на тепловых пунктах потребителей для присоединения систем горячего водоснабжения.

Избыточная величина поверхности нагрева

вода водяных подогревателей связана с запасом ее, принимаемым при проектировании, а также с тем, что фактическая нагрузка горячего водоснабжения ряда потребителей зачастую не достигает значений, заложенных в проекте. Кроме того, новые нормативные документы (СНиП 2.04.01—85 «Внутренний водопровод и канализация зданий») допускают снижение температуры горячей воды у потребителей при закрытой системе теплоснабжения до 50°C по сравнению с ранее регламентированным значением 60°C. Все эти причины позволяют при эксплуатации значительно сократить расчетный расход сетевой воды на тепловые пункты в закрытой системе, однако для этого необходимо применение особого метода расчета расхода теплоносителя на горячее водоснабжение, базирующегося наряду с известными тепловыми нагрузками также и на фактически установленной поверхности нагрева подогревателей.

Такой подход к эксплуатационному расчету теплового пункта дает дополнительную возможность учета его индивидуальных особенностей: реальной величины накипеобразования в трубках подогревателей, отступлений от проекта, допущенных при монтаже, например, перераспределения числа секций по ступеням подогрева воды, и т. п. Вместе с тем расчет по фактической поверхности нагрева позволяет определить новый расчетный расход теплоносителя при изменении проектной схемы включения подогревателей, вызванной особенностями эксплуатации конкретного теплового пункта.

**Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды при параллельной схеме включения подогревателя.** Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на параллельно включенный подогреватель горячего водоснабжения находят при температуре воды в подающей линии (70°C), соответствующей точке излома температурного графика, исходя из коэффициентов  $N$ , определяющих его расчетный температурный режим: при  $t_r=50^\circ\text{C}$ ;  $N=0,7$ ; при  $t_r=60^\circ\text{C}$ ;  $N=0,85$ . При определении эксплуатационного расхода используют коэффициент  $M_1$ , характеризующий фактические теплотехнические данные подогревателя:

$$M_1 = 0,55\mu,$$

где  $\mu$  — число секций подогревателя;  $\mu$  — коэффициент, определяемый загрязненностью теплоотдающей поверхности подогревателя, который находят по табл. 9.7.

Таблица 9.7. КОЭФФИЦИЕНТ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Толщина отложений на трубках, мм	$\mu$	Толщина отложений на трубках, мм	$\mu$
0,1	0,86	0,9	0,55
0,2	0,80	1,0	0,53
0,3	0,75	1,1	0,50
0,4	0,71	1,2	0,48
0,5	0,67	1,5	0,44
0,6	0,63	1,8	0,40
0,7	0,60	2,0	0,37
0,8	0,58		

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды определяют по формуле

$$G_r^p = (q_r^p Q_r^p) / P, \quad (9.29)$$

где  $Q_r^p$  — расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, Гкал/ч (ГДж/ч); при установке регуляторов постоянства расхода  $Q_r^p = Q_r^{пак}$ , при установке только регулятора постоянства температуры  $Q_r^p = 1,15 Q_r^{пк}$ .

Величина  $g_r^p$  при  $t_r=50^\circ\text{C}$  составляет 22,2 т/Гкал; при  $t_r=60^\circ\text{C}$   $g_r^p = 18,2$  т/Гкал. Значение  $P$  находят по табл. 9.8 в зависимости от коэффициентов  $N$  и  $M_1$  методом линейной интерполяции.

Температуру обратной сетевой воды за параллельно включенным подогревателем в точке излома температурного графика находят по формуле

$$t_{r,о} = 70 - (Q_r^p \cdot 10^3) / G_r^p, \quad (9.30)$$

а температуру обратной воды, выходящей от теплового пункта, определяют по зависимости

$$t_{о,к} = 70 - \frac{(Q_r^p + Q_{от,п}) 10^3}{G_c^p + G_r^p}, \quad (9.31)$$

где  $Q_{от,п}$  — расход теплоты на отопление в точке излома графика, Гкал/ч (ГДж/ч);

$$Q_{от,п} = \frac{t_к - t_{н,п}}{t_к - t_{н,р}} Q_{от,к}^p;$$

$G_c^p$  — расчетный расход сетевой воды на отопление, т/ч.

**Пример.** Определить эксплуатационный расчетный расход сетевой воды для параллельно включенного подогревателя и температуру обратной воды на тепловом пункте с нагрузками  $Q_r^p = 0,8$  Гкал/ч  $Q_{от,п}^p = 0,8$  Гкал/ч. Исходные температурные данные для расчета:  $t_{1р} = 150^\circ\text{C}$ ;  $t_{2р} = 70^\circ\text{C}$ ;  $t_r = 50^\circ\text{C}$ ;  $t_{нр} = -26^\circ\text{C}$ ;  $t_{н,п} = +2,5^\circ\text{C}$ . Подогреватель состоит из четырех секций, коэффициент загрязненности  $\mu = 0,8$ .

**Решение.** Коэффициент  $N = 0,7$ . Определяем коэффициент  $M_1$ :

$$M_1 = 0,55 \cdot 0,8 \cdot 4 = 1,76.$$

Таблица 9.8. ЗНАЧЕНИЯ  $N$  ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

P(V)	Коэффициент $M_1$									
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
0,2	0,567	0,644	0,706	0,757	0,799	0,833	0,862	0,885	0,904	0,920
0,3	0,488	0,561	0,622	0,674	0,718	0,755	0,787	0,815	0,839	0,859
0,4	0,435	0,503	0,561	0,611	0,654	0,692	0,725	0,754	0,780	0,802
0,5	0,395	0,459	0,514	0,562	0,603	0,640	0,673	0,702	0,728	0,751
0,6	0,365	0,424	0,476	0,521	0,561	0,597	0,628	0,657	0,682	0,705
0,7	0,340	0,396	0,444	0,487	0,525	0,559	0,590	0,617	0,642	0,664
0,8	0,319	0,372	0,418	0,459	0,495	0,527	0,556	0,582	0,606	0,628
0,9	0,301	0,351	0,395	0,434	0,468	0,499	0,526	0,551	0,574	0,595
1,0	0,286	0,333	0,375	0,412	0,444	0,474	0,500	0,524	0,545	0,565
1,1	0,272	0,318	0,356	0,392	0,423	0,451	0,476	0,499	0,519	0,538
1,2	0,260	0,304	0,342	0,375	0,405	0,431	0,455	0,476	0,496	0,514

Продолжение табл. 9.8

P(V)	Коэффициент $M_1$										
	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
0,2	0,934	0,945	0,954	0,961	0,968	0,973	0,978	0,981	0,984	0,987	0,989
0,3	0,877	0,892	0,906	0,917	0,928	0,937	0,944	0,951	0,957	0,962	0,967
0,4	0,822	0,840	0,856	0,870	0,883	0,894	0,904	0,913	0,922	0,929	0,936
0,5	0,772	0,791	0,808	0,823	0,837	0,850	0,862	0,872	0,882	0,891	0,899
0,6	0,726	0,745	0,763	0,778	0,793	0,807	0,819	0,830	0,841	0,851	0,860
0,7	0,684	0,704	0,721	0,737	0,751	0,765	0,778	0,789	0,800	0,810	0,820
0,8	0,648	0,666	0,683	0,698	0,712	0,726	0,738	0,750	0,761	0,771	0,780
0,9	0,614	0,631	0,648	0,662	0,676	0,689	0,701	0,712	0,723	0,733	0,742
1,0	0,583	0,600	0,615	0,630	0,643	0,655	0,667	0,677	0,688	0,697	0,706
1,1	0,555	0,571	0,586	0,599	0,612	0,624	0,635	0,645	0,654	0,663	0,672
1,2	0,530	0,545	0,559	0,572	0,583	0,594	0,605	0,614	0,623	0,632	0,640

Из табл. 9.8 находим близкие к величине 0,7 значения  $N$  для  $M_1 = 1,76$ :

$$\text{при } P=0,8 \quad N=0,698 + (0,712 - 0,698) \frac{1,76-1,7}{1,8-1,7} = 0,706;$$

$$\text{при } P=0,9 \quad N=0,662 + (0,676 - 0,662) \frac{1,76-1,7}{1,8-1,7} = 0,670.$$

По этим значениям  $N$  определим искомое значение  $P$ :

$$0,7 = 0,706 + (0,670 - 0,706) \frac{P-0,8}{0,9-0,8},$$

$$\text{откуда } P=0,8 + (0,9-0,8) \frac{0,7-0,706}{0,67-0,706} = 0,82.$$

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на подогреватель равен:

$$G_p^p = \frac{22,2 \cdot 0,6}{0,82} = 16,2 \text{ т/ч.}$$

Температура обратной сетевой воды за подогревателем в точке излома температурного графика равна:

$$t_{7,в} = 70 - \frac{0,6 \cdot 10^3}{16,2} = 33^\circ\text{C.}$$

Расчетный расход сетевой воды на систему отопления составляет:

$$G_c^p = \frac{0,8 \cdot 10^3}{150 - 70} = 10,0 \text{ т/ч.}$$

Расход теплоты на систему отопления в точке излома температурного графика составляет

$$Q_{от} = \frac{18 \cdot 2,5}{18 + 26} \cdot 0,8 = 0,283 \text{ Гкал/ч (1,184 ГДж/ч).}$$

Температура обратной воды от теплового пункта в точке излома температурного графика равна:

$$t_{7,в} = 70 - \frac{(0,6 + 0,283) \cdot 10^3}{10,0 + 16,2} = 36,3^\circ\text{C.}$$

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды при смешанной схеме включения подогревателей. Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на вторую ступень подогревательной установки, включенной по смешанной схеме, определяют в точке излома температурного графика из следующего уравнения, которое решается методом подбора:

$$\left[1 + T \cdot V \left(1 + \frac{Q_{от}}{Q_p^p}\right)\right] N_1 = 1 \quad TN_2. \quad (9.32)$$

Таблица 9.9. ЗНАЧЕНИЯ  $N_1$  ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ СМЕШАННОЙ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

$V$	Коэффициент $M_1$									
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
0,1	0,755	0,843	0,910	0,960	0,997	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08
0,2	0,639	0,739	0,823	0,893	0,951	1,00	1,04	1,08	1,10	1,13
0,3	0,572	0,675	0,765	0,845	0,915	0,976	1,03	1,08	1,12	1,16
0,4	0,526	0,630	0,723	0,809	0,886	0,957	1,02	1,08	1,13	1,18
0,5	0,493	0,596	0,692	0,781	0,864	0,942	1,01	1,08	1,14	1,20
0,6	0,467	0,569	0,666	0,758	0,846	0,929	1,01	1,08	1,15	1,22
0,7	0,445	0,547	0,645	0,740	0,831	0,919	1,0	1,09	1,17	1,24
0,8	0,428	0,529	0,628	0,724	0,819	0,911	1,0	1,09	1,18	1,26
0,9	0,413	0,513	0,613	0,711	0,809	0,905	1,0	1,09	1,19	1,28
1,0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
1,1	0,389	0,488	0,589	0,690	0,793	0,896	1,0	1,11	1,21	1,32

Продолжение табл. 9.9

$V$	Коэффициент $M_1$										
	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
0,1	1,09	1,10	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
0,2	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,22	1,23	1,23	1,23
0,3	1,19	1,22	1,24	1,27	1,29	1,30	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36
0,4	1,23	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50
0,5	1,26	1,31	1,36	1,40	1,44	1,48	1,51	1,55	1,58	1,61	1,63
0,6	1,29	1,35	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,65	1,70	1,74	1,78
0,7	1,32	1,39	1,46	1,52	1,59	1,65	1,71	1,76	1,82	1,87	1,92
0,8	1,34	1,42	1,50	1,58	1,66	1,73	1,80	1,87	1,94	2,01	2,08
0,9	1,37	1,46	1,55	1,64	1,73	1,81	1,90	1,99	2,07	2,15	2,24
1,0	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
1,1	1,43	1,54	1,65	1,76	1,87	1,99	2,10	2,22	2,33	2,45	2,57

В этом уравнении  $T$  — постоянная величина, определяющая расчетный температурный режим подогревательной установки в точке излома температурного графика при  $t_{1в} = 70^\circ\text{C}$ . При  $t_r = 50^\circ\text{C}$ ,  $T = 0,45$ ; при  $t_r = 60^\circ\text{C}$ ,  $T = 0,18$ .

В уравнении (9.32) величину  $V$  определяют по формуле

$$V = \frac{1}{\frac{1}{P} + \frac{G_P}{g_P Q_P}} \quad (9.33)$$

Значение  $Q_P$  принимают равным  $Q_r^{\text{макс}}$  или  $1,1 Q_r^{\text{н}}$  в зависимости от наличия или отсутствия на тепловом пункте регулятора постоянства расхода. Значение  $P$ , при котором удовлетворяется уравнение (9.32), вычисляют следующим образом:

1) находят коэффициенты  $M_1$  и  $M_2$ :

$$M_1 = 0,5 \mu_1 n_1; \quad M_2 = 0,6 \mu_2 n_2,$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — числа секций соответственно в первой и второй ступенях подогревательной установки;  $\mu_1$  и  $\mu_2$  — коэффициенты загрязненности для первой и второй ступеней подогревательной установки;

2) выбирают произвольное значение  $P$  и определяют величину  $V$  по формуле (9.33);

3) по величине коэффициента  $M_1$  и по значению  $V$  находят из табл. 9.9 коэффициент  $N_1$ ;

4) по величине коэффициента  $M_2$  и по значению  $P$  находят из табл. 9.10 коэффициент  $N_2$ ;

5) подставляют постоянные величины и найденные значения  $V$ ,  $N_1$  и  $N_2$  в формулу (9.32) и проверяют выполнение равенства обеих частей уравнения. Если равенство не удовлетворено, выбирают новое значение  $P$  и продолжают расчет, начиная с п. 2;

6) если выбранное значение  $P$  удовлетворяет уравнению (9.32), переходят к определению эксплуатационного расчетного расхода и температуры обратной сетевой воды на тепловом пункте.

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на вторую ступень подогревательной установки определяют по формуле (9.29), а



Таблица 9.10. ЗНАЧЕНИЯ  $N_2$  ДЛЯ РАСЧЕТА ВТОРОЙ СТУПЕНИ СМЕШАННОЙ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

P	Коэффициент $M_1$									
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
0,6	0,574	0,736	0,908	1,09	1,28	1,48	1,69	1,91	2,15	2,39
0,7	0,514	0,655	0,800	0,95	1,11	1,27	1,44	1,61	1,79	1,98
0,8	0,468	0,591	0,718	0,847	0,979	1,11	1,25	1,39	1,54	1,69
0,9	0,431	0,541	0,653	0,766	0,880	0,995	1,11	1,23	1,35	1,47
1,0	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,10	1,20	1,30
1,1	0,374	0,466	0,536	0,646	0,734	0,822	0,909	0,996	1,08	1,17
1,2	0,352	0,436	0,519	0,600	0,680	0,758	0,834	0,910	0,884	1,06
1,3	0,333	0,411	0,487	0,561	0,633	0,703	0,771	0,838	0,903	0,996
1,4	0,316	0,389	0,459	0,527	0,592	0,656	0,717	0,776	0,834	0,889
1,5	0,301	0,369	0,435	0,497	0,557	0,615	0,670	0,724	0,775	0,824
1,6	0,288	0,352	0,413	0,471	0,526	0,579	0,630	0,678	0,723	0,767

Продолжение табл. 9.10

P	Коэффициент $M_2$										
	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
0,6	2,65	2,92	3,21	3,51	3,83	4,17	4,52	4,89	5,29	5,70	6,13
0,7	2,17	2,37	2,58	2,80	3,02	3,25	3,50	3,74	4,0	4,27	4,55
0,8	1,84	1,99	2,15	2,31	2,48	2,65	2,82	3,0	3,18	3,26	3,55
0,9	1,59	1,71	1,84	1,96	2,09	2,22	2,35	2,48	2,61	2,74	2,88
1,0	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40
1,1	1,25	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,74	1,81	1,89	1,97	2,05
1,2	1,13	1,20	1,27	1,33	1,40	1,47	1,53	1,59	1,65	1,71	1,77
1,3	1,03	1,09	1,15	1,20	1,26	1,31	1,36	1,42	1,46	1,51	1,56
1,4	0,948	0,994	1,04	1,09	1,14	1,18	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39
1,5	0,871	0,916	0,959	1,0	1,04	1,08	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25
1,6	0,809	0,848	0,886	0,923	0,957	0,990	1,02	1,05	1,08	1,11	1,13

температуру обратной сетевой воды за подогревателем первой ступени в точке излома температурного графика вычисляют по формуле (9.31).

**Пример.** Определить эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на тепловой пункт и температуру обратной воды за подогревателем первой ступени при смешанной схеме включения подогревателей.

Исходные данные для расчета:  $Q_p^* = 0,6$  Гкал/ч;  $Q_{от}^* = 1,0$  Гкал/ч;  $G_p^* = 12,5$  т/ч;  $t_r = 60^\circ\text{C}$ ;  $t_{н.д.} = 33^\circ\text{C}$ ;  $t_{н.в.} = 0^\circ\text{C}$ .

Первая ступень подогревателя состоит из четырех секций, вторая — из семи, коэффициенты загрязненности соответственно равны  $\mu_1 = 0,67$ ;  $\mu_2 = 0,50$ .

**Решение.** Для удобства решения уравнения (9.32) в него и в равенство (9.33) подставляют известные величины:

$$[1 + 0,18 \cdot V(1 + \frac{0,354}{0,6})] N_1 = 1 - 0,18 N_2$$

Величину  $Q_{от.к}$  определяют по зависимости

$$Q_{от.к} = \frac{18 - 0}{18 + 33} \cdot 1,0 = 0,354 \text{ Гкал/ч.}$$

Окончательно уравнение (9.32) приобретает вид

$$(1,18 - 1,59V) N_1 = 1 - 0,18 N_2$$

Находят коэффициенты  $M_1$  и  $M_2$ :

$$M_1 = 0,5 \cdot 0,67 \cdot 4 = 1,34; M_2 = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 7 = 2,1.$$

Первоначальное значение  $P$  принимают 0,9; при этом  $V = 0,442$ .

По табл. 9.9 определяют значение  $N_1$ :

при  $M_1 = 1,34$  и  $V = 0,4$

$$N_1 = 1,18 + (1,23 - 1,18) \frac{1,34 - 1,3}{1,4 - 1,3} = 1,2;$$

при  $M_1 = 1,34$  и  $V = 0,5$

$$N_1 = 1,2 + (1,26 - 1,2) \frac{1,34 - 1,3}{1,4 - 1,3} = 1,22,$$

при  $M_1 = 1,34$  и  $V = 0,442$   $N_1 = 1,21$ .

По табл. 9.10 определяют значение  $N_2$ :

при  $M_2 = 2,1$  и  $P = 0,9$   $N_2 = 2,48$ .

Полученные величины подставляют в решаемое уравнение

$$(1,18 - 1,59 \cdot 0,442) \cdot 1,21 = 1 - 0,18 \cdot 2,48,$$

$$0,577 \neq 0,554.$$

Принятое значение  $P = 0,9$  изменяем на  $P = 0,92$ ; при  $P = 0,92$ ,  $V = 0,447$  и  $N_1 = 1,21$

$$N_2 = 2,48 + (2,1 - 2,48) \frac{0,92 - 0,9}{1,0 - 0,9} = 2,4.$$

Проверяют уравнение

$$(1,18 - 1,59 \cdot 0,447) 1,21 - 1 - 0,18 \cdot 2,4 \\ 0,569 \approx 0,568.$$

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды оказывается равным:

$$G_{\Sigma}^{\text{Э}} = \frac{18,2 \cdot 0,6}{0,92} = 11,9 \text{ т/ч},$$

а температура обратной воды от теплового пункта —

$$t_{\text{об.п}} = 70 - \frac{(0,6 + 0,354) 10^3}{12,5 + 11,9} = 30,9^{\circ}\text{C}.$$

**Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды при последовательной схеме включения подогревателей.** Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на тепловой пункт с последовательной схемой подогревательной установки горячего водоснабжения определяют в точке излома температурного графика из следующего уравнения, которое решают методом подбора:

$$T_1 N = 1 + \frac{Q_{\text{от.н}}}{Q_{\text{г}}} \frac{1 + T - T_1}{V}, \quad (9.34)$$

где  $T_1$  — постоянная величина, определяющая расчетный температурный режим подогревательной установки в точке излома качественного температурного графика при  $t_{\text{н}} = 70^{\circ}\text{C}$  (при  $t_{\text{г}} = 150^{\circ}\text{C}$  и  $t_{\text{р}} = 50^{\circ}\text{C}$   $T_1 = 0,82$ , а при  $t_{\text{г}} = 60^{\circ}\text{C}$   $T_1 = 0,67$ );  $T$  — значение, которое соответствует принятому при расчете смешанной схемы.

Эксплуатационный расчетный расход при последовательной схеме определяют при «балансовой» нагрузке горячего водоснабжения  $Q_{\text{г}}^{\text{б}}$ , на 25% превышающей среднюю.

Значение  $V$ , при котором удовлетворяется уравнение (9.34), вычисляют следующим образом:

1) находят коэффициент  $M_1$  для первой степени подогревательной установки:  $M_1 = = 0,5r_1 r_2$ ;

2) выбирают произвольное значение  $V$ ;

3) по величине коэффициента  $M_1$  и по значению  $V$  находят по табл. 9.8 коэффициент  $N$ ;

4) подставляют постоянные величины и значения  $V$  и  $N$  в формулу (9.34) и проверяют выполнение равенства обеих частей уравнения. Если равенство не удовлетворено, выбирают новое значение  $V$  и продолжают расчет, начиная с п. 3;

5) если выбранное значение  $V$  удовлетворяет уравнению (9.34) переходят к определению эксплуатационного расчетного расхода и температуры обратной сетевой воды на тепловом пункте.

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды на тепловой пункт определяют по формуле

$$G_{\Sigma}^{\text{Э}} = (G_{\text{г}}^{\text{б}} Q_{\text{г}}^{\text{б}}) / V,$$

а температуру обратной воды за подогревателем первой ступени при «балансовой» нагрузке горячего водоснабжения — по зависимости

$$t_{\text{об.п}} = 70 - \frac{(Q_{\text{г}}^{\text{б}} + Q_{\text{от.н}}) 10^3}{G_{\Sigma}^{\text{Э}}}.$$

**Пример.** Определить эксплуатационный расчетный расход сетевой воды и температуру обратной воды за подогревателем первой ступени при последовательной схеме включения подогревателей. Исходные данные приведены в примере расчета смешанной схемы, за исключением  $Q_{\text{г}}^{\text{б}} = 0,2$  Гкал/ч.

Для удобства решения уравнения (9.34) в него подставляют известные величины

$$0,67N = 1 + \frac{0,354}{1,25 \cdot 0,2} \frac{1 + 0,18 - 0,67}{V}$$

или

$$0,67N = 2,42 - 0,51/V.$$

Коэффициент  $M_1 = 1,34$ .

Первоначальное значение  $V$  принимают 0,3:

$$\text{при } M_1 = 1,34 \text{ и } V = 0,3 \quad N = 0,859 + (0,877 - 0,859) \frac{1,34 - 1,3}{1,4 - 1,3} = 0,866.$$

Проверяют уравнение

$$0,67 \cdot 0,866 = 2,42 - 0,51/0,3; \\ 0,58 \neq 0,72.$$

Принятое значение  $V$  изменяют на 0,2; при этом  $N = 0,926$ :

$$0,67 \cdot 0,926 = 2,42 - 0,51/0,2; \\ 0,52 \neq -0,13.$$

Принимают

$$V = 0,28, \quad N = 0,926 + (0,866 - 0,926) \times \\ \times \frac{0,28 - 0,2}{0,3 - 0,2} = 0,878,$$

$$0,67 \cdot 0,878 = 2,42 - 0,51/0,28; \\ 0,59 \approx 0,60.$$

Эксплуатационный расчетный расход сетевой воды оказывается равным:

$$G_{\Sigma}^{\text{Э}} = \frac{18,2 \cdot 1,25 \cdot 0,2}{0,28} = 16,25 \text{ т/ч},$$

а температура обратной воды от теплового пункта

$$t_{\text{об.п}} = 70 - \frac{(1,25 \cdot 0,2 + 0,354) 10^3}{16,25} = 32,8^{\circ}\text{C}.$$

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

## А

- Автоматизация насосных станций:
  - при ровном профиле местности 281, 288, 296
  - при понижающемся профиле местности 290, 293
  - при повыжающемся профиле местности 285
- Автоматизация ликвидации тепловой сети 278
- Арматура:
  - гидравлическое сопротивление 209
  - технические требования 43

## Б

- Баки-аккумуляторы:
  - защита от коррозии 364
  - контроль состояния 372
  - требования к устройству 363
- Блокировочное устройство для калориферов 271

## В

- Водомеры 219
- Водоподогреватели для местных систем:
  - гидравлическое сопротивление 52
  - тепловой расчет водоводяных подогревателей 49
  - тепловой расчет пароводяных подогревателей 52
  - технические данные 48
- Воздушник 114
- Воздушно-отопительные агрегаты 93

## Г

- Газоопасные камеры 371
- Гидравлические испытания трубопроводов сети:
  - выбор участков 318
  - задачи 317
  - измерительные приборы 317—319
  - контроль точности 327
  - обработка результатов 327
  - пример расчета параметра 320
  - проведение 326
  - расчет параметров 319
  - утечки при испытаниях 327
- Гидравлический расчет тепловых сетей:
  - коэффициенты местных сопротивлений 189
  - номограмма для расчета линейных потерь 189
  - основные зависимости 182
- Гидравлический режим тепловых сетей:
  - автоматизации 281, 296
  - пьезометрический график 199
  - технические требования 199
- Гидравлическая устойчивость 204
- Гидропневматическая промывка сетей 372
- Грязевики 68

## Д

- Давление:
  - при испытаниях на плотность 354
  - рабочее для водоводяных подогревателей 48
  - рабочее для калориферов 76—95
  - рабочее для нагревательных приборов 97
  - рабочее для трубопроводов и арматуры 43
- Дренажный агрегат 113
- Дренаж сооружений сети 371
- Прессовые диафрагмы:
  - корректировка размеров 213, 214
  - расчет отверстий 209
  - установка 210

## З

- Защита трубопроводов от коррозии:
  - катодной поляризацией 375
  - покрытиями 375
  - проверка и эксплуатация устройств защиты 378

## И

- Измерительная диафрагма 217, 319, 418
- Индикаторы коррозии 371
- Испытания сетей на плотность:
  - гидравлические 354
  - измерительные приборы 354
  - окрашивание сетевой воды 356

- периодичность 353
- пневматические 354
- эксплуатационные 355
- Испытания сетей на расчетную температуру:
  - задание параметров 347
  - задачи 345
  - измерительные приборы 347
  - оценка результатов 352
  - периодичность 345
  - подготовительные работы 348
  - подготовка сети 347
  - проведение 351
  - рабочий программ 349
  - режим 346
  - техника безопасности 351, 353
  - требования к включению местных систем 346

## К

- Калориферы:
  - гидравлическое сопротивление 209
  - коэффициенты теплопередачи 76
  - примеры расчета 148—152
  - расчет на заданную температуру обратной воды 144
  - расчет на заданную теплопроизводительность 146
  - режим регулирования 153
  - технические данные 76
- Клапаны:
  - предохранительные 255
  - регулирующие 257
  - смешения-защиты 259
- Климатологические данные 5
- Компенсаторы:
  - сальниковые 45
  - сифонные 46
- Кондиционеры 89—93
- Контроль режима в системе теплоснабжения 277
- Котлы:
  - водогрейные 30
  - малой мощности 40
- Коэффициент часовой неравномерности водопотребления 152, 153

## Н

- Нагревательные приборы:
  - расчет 141
  - технические данные 97
- Наладка водяных тепловых сетей:
  - анализ режимов 141
  - обследование 140
  - основные положения 139
- Насосные станции:
  - автоматизация 281, 296
  - назначение 200, 201, 281—296
  - обслуживание 372
  - технические требования 363
- Насосы:
  - рабочих характеристики 56
  - технические данные 53
- Насосы ЦТП:
  - автоматизации 267, 299—303
  - выбор 300
  - назначение 299, 300
  - схемы включения 122, 124, 130, 131
- Нормирование:
  - расхода электроэнергии на перекачку воды 404
  - тепловых потерь с утечкой 403
  - тепловых потерь через изоляцию трубопроводов 402
  - утечки воды 403

## О

- Обслуживание оборудования 372
- Обслуживание тепловых сетей 369, 370
- Открытая система теплоснабжения 202—204
- Отопительно-вентиляционные характеристики зданий 22

## П

- Периодичность испытаний сетей 371
- Плотность:
  - воды 21

- воздуха 22
- Подключивающие насосы:
  - в закрытой системе теплоснабжения 201
  - в открытой системе теплоснабжения 206
- Подогреватели:
  - сетевой воды 36
  - подогретой воды 48
  - воды для систем отопления 48
- Подпиточные насосы:
  - в закрытой системе теплоснабжения 201
  - в открытой системе теплоснабжения 206
- Приборы для измерения и контроля:
  - давления 216
  - расхода воды 217
  - расхода теплоты 222
  - температуры 215
- Приборы для регулирования:
  - давления 243
  - давления и расхода воды 248
  - калориферных установок 240
  - расхода теплоты 229
  - температуры воды в системах горячего водоснабжения 225
  - температуры воздуха в помещениях 237
  - уровня воды 247
  - циркуляционного расхода воды 229
- Применение и эксплуатация 366
- Присоединение местных систем 116
- Пуск тепловой сети в эксплуатацию 367—369

## P

- Расчетные расходы сетевой воды 180—182
- Расход горячей воды у потребителей:
  - нормы 29
  - эксплуатационный 152
- Регистрация трубопроводов 366
- Регулирование в тепловых сетях:
  - калориферных установок 213
  - изоляторного теплового пункта 213
  - общие положения 212
  - элеваторного теплового пункта 213, 214
- Режим регулирования отпуска тепла:
  - влияние ветра 156
  - влияние нагрузки горячего водоснабжения 154
  - обозначение величин 153
  - общие положения 154
  - температурные графики 155
- Ремонт тепловых сетей и пунктов 380—391

## С

- Сетевые насосы:
  - в открытой системе теплоснабжения 206
  - испытания 327
  - напор 200
  - подача 200
- Система единиц 4
- Строительство тепловых сетей:
  - количество работ 394—398
  - согласование проекта 358
  - технический надзор 358
  - технические условия 357
- Схемы тепловых пунктов при:
  - недостаточном высоком давлении в обратной линии 122
  - недостаточном напоре в обратной линии 120
  - недостаточном напоре в подающей линии 124
  - недостаточном потребляемом напоре 124
  - независимом присоединении местных систем 127
  - подмешивании и недостаточном высоком давлении в обратной линии 131
  - подмешивании и недостаточном напоре в обратной линии 134
  - подмешивании и недостаточном напоре в подающей линии 135
  - повышенной температуре воды у потребителей 129

## Т

- Температура обратной воды:
  - в летний период 174
  - при качественном графике температур 155
  - при водоразборе 166
  - от тепловых пунктов с подогревателями горячего водоснабжения 155
- Температура теплоносителя:
  - в системах горячего водоснабжения 152

- в системах отопления 22
- Температурная волна 338
- Температурный график:
  - качественный для калориферных установок 155
  - качественный для отопительных систем 155
  - повышенный в закрытой системе теплоснабжения 166
  - скорректированный в открытой системе теплоснабжения 166
- Тепловые испытания сетей:
  - анализ результатов 339
  - выбор участков 333
  - задачи 329, 333
  - измерительные приборы 336
  - исходные данные 333
  - контроль точности 338
  - обработка результатов 338
  - подготовительные работы 336
  - пример расчета 340
  - проведение 337
  - расчет параметров 334
- Тепловые нагрузки на:
  - горячее водоснабжение 152
  - калориферные установки 142
  - отопление 141
- Тепловые потери трубопроводов через изоляцию:
  - нормативные 331
  - нормированные эксплуатационные 331
  - принципы нормирования 320
  - расчет нормативных среднегодовых величин 330
- Тепловые пункты:
  - испытания оборудования 373
  - регулирование гидравлического режима 304
  - регулирование расхода теплоты 304—313
  - регулирование температуры горячей воды 313
  - схемы при различных гидравлических режимах сети 118
- Теплофикационные турбины 30
- Термодинамические свойства водяного пара 21
- Технические требования к оборудованию тепловых сетей:
  - арматура 361
  - баку-аккумуляторы 363
  - дренажные устройства 359
  - конденсаторы 362
  - местные системы 365
  - насосные станции 363
  - опоры 362
  - размещение измерительных приборов 362
  - способы прокладки 358
  - тепловая изоляция 363
  - тепловые камеры 361
  - тепловые пункты 364
- Теческатели 270
- Трубопроводы 43

## У

- Учет отпуска и потребления тепловой энергии:
  - группа учета 405
  - задачи 404
  - приборы учета 405, 409—412
  - пример расчета 413
  - проверка приборов учета 408

## Ф

- Фиксатор перемещения сапунного компенсатора 398
- Флуоресценция 357

## Ц

- Циркуляция горячей воды при непосредственном водоразборе 202

## Ш

- Шурфовки на тепловых сетях 370

## Э

- Эквивалентная шероховатость трубопроводов:
  - определение 188, 329
  - поправочный коэффициент 188
- Элеваторы:
  - корректировка размеров сопла 213
  - применение 206
  - расчет 71
  - технические данные 71

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3	4.8. Гидравлический режим открытой системы теплоснабжения . . . . .	202
<b>Глава 1. Общие сведения</b> . . . . .	4	4.9. Расчет смесительных и дроссельных устройств . . . . .	206
1.1. Единицы международной системы СИ и соотношения между применяемыми единицами и единицами системы СИ . . . . .	4	4.10. Регулирование тепловых сетей . . . . .	212
1.2. Климатологические данные по некоторым городам СССР . . . . .	5	<b>Глава 5. Средства контроля и автоматизации систем теплоснабжения</b> . . . . .	215
1.3. Свойства воды, водяного пара и воздуха . . . . .	21	5.1. Контрольно-измерительные приборы . . . . .	215
1.4. Удельные тепловые характеристики зданий, расчетные температуры внутреннего воздуха и допустимые температуры поверхности нагревательных приборов . . . . .	22	5.2. Средства регулирования температуры и расхода теплоты . . . . .	225
1.5. Нормы расхода горячей воды . . . . .	29	5.3. Средства регулирования давления и расхода воды . . . . .	243
<b>Глава 2. Оборудование систем централизованного теплоснабжения</b> . . . . .	30	5.4. Регулирующие клапаны . . . . .	257
2.1. Теплоприготовительное оборудование ТЭЦ и котельных . . . . .	30	5.5. Средства автоматизации центральных тепловых пунктов . . . . .	267
2.2. Трубопроводы и оборудование тепловых сетей . . . . .	43	<b>Глава 6. Автоматизация тепловых сетей и тепловых пунктов</b> . . . . .	277
2.3. Водоводяные подогреватели . . . . .	48	6.1. Измерение технологических параметров . . . . .	277
2.4. Насосы . . . . .	53	6.2. Автоматизация подпитки тепловых сетей . . . . .	278
2.5. Грязевики . . . . .	68	6.3. Автоматизация гидравлического режима тепловой сети . . . . .	281
2.6. Элеваторы . . . . .	71	6.4. Автоматизация насосного оборудования в ЦТП . . . . .	299
2.7. Калориферы . . . . .	76	6.5. Регулирование гидравлического режима на тепловых пунктах . . . . .	304
2.8. Воздушно-отопительные агрегаты . . . . .	93	6.6. Регулирование расхода теплоты в системах теплоснабжения . . . . .	304
2.9. Нагревательные приборы . . . . .	97	6.7. Принципиальные схемы автоматического регулирования расхода теплоты на центральных и индивидуальных тепловых пунктах . . . . .	306
2.10. Нестандартное оборудование . . . . .	113	6.8. Регулирование температуры воды на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения . . . . .	313
<b>Глава 3. Присоединение потребителей теплоты к водяным тепловым сетям</b> . . . . .	115	6.9. Регулирование температуры воды на горячее водоснабжение при непосредственном водоразборе из тепловой сети . . . . .	313
3.1. Присоединение систем отопления и вентиляции . . . . .	116	<b>Глава 7. Испытания трубопроводов и оборудования водяных тепловых сетей</b> . . . . .	317
3.2. Присоединение систем горячего водоснабжения . . . . .	116	7.1. Гидравлические испытания . . . . .	317
3.3. Схемы тепловых пунктов . . . . .	118	7.2. Тепловые испытания и нормирование тепловых потерь . . . . .	329
<b>Глава 4. Наладка водяных тепловых сетей</b> . . . . .	140	7.3. Испытания сетей на расчетную температуру теплоносителя . . . . .	345
4.1. Основные положения . . . . .	140	7.4. Испытания на плотность . . . . .	353
4.2. Обследование системы централизованного теплоснабжения . . . . .	140		
4.3. Определение тепловых нагрузок потребления . . . . .	141		
4.4. Расчет режимов отпуска теплоты . . . . .	153		
4.5. Определение расчетных расходов теплоносителя . . . . .	180		
4.6. Гидравлический расчет тепловых сетей . . . . .	184		
4.7. Разработка гидравлического режима тепловых сетей . . . . .	199		

<b>Глава 8. Эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов . . . . .</b>	<b>357</b>	<b>Глава 9. Повышение экономичности теплоснабжения . . . . .</b>	<b>401</b>
8.1. Технические условия и технический надзор при строительстве тепловых сетей . . . . .	357	9.1. Основные направления работы и меры по экономии тепловой и электрической энергии при эксплуатации тепловых сетей . . . . .	401
8.2. Основные технические требования к строительству наружных водяных тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплопотребления . . . . .	358	9.2. Нормирование и технико-экономические показатели тепловой сети . . . . .	402
8.3. Приемка в эксплуатацию . . . . .	365	9.3. Учет отпуска и потребления теплоты . . . . .	404
8.4. Пуск водяных тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплопотребления . . . . .	367	9.4. Перевод работы системы теплоснабжения на повышенный температурный график . . . . .	419
8.5. Обслуживание тепловых сетей . . . . .	369	9.5. Перевод работы системы теплоснабжения на новую расчетную температуру наружного воздуха . . . . .	420
8.6. Обслуживание тепловых пунктов . . . . .	372	9.6. Определение эксплуатационного расчетного расхода теплоносителя на тепловые пункты в закрытой системе теплоснабжения . . . . .	423
8.7. Защита трубопроводов тепловых сетей от коррозии . . . . .	374	Предметный указатель . . . . .	429
8.8. Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов . . . . .	380		
8.9. Рекомендации по качеству строительства тепловых сетей . . . . .	394		

*Справочное издание*

**Манюк Владимир Иванович**  
**Каплинский Яков Ионович**  
**Хиж Эдуард Бенцович**  
**Манюк Александр Иванович**  
**Ильин Владимир Конstantинович**

**НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

Редакция литературы по жилищно-коммунальному хозяйству

Зав. редакцией **Т. А. Горькова**  
 Редакторы **Р. Х. Исеева, А. А. Широкова**  
 Мл. редактор **Л. А. Козий**  
 Технический редактор **Е. Л. Сангурова**  
 Корректор **Г. А. Кривченко**

**ИБ № 4504**

Сдано в набор 03.02.88. Подписано в печать 25.10.88. Т - 20419. Формат 70x100/16. Бумага офсетная №2  
 Гарнитура «Литературная». Офсетная печать. Усл. печ. л. 34,83. Усл. кр.-отт. 34,83. Уч.-изд. л. 47,43. Тираж 47 000 экз.  
 Изд. № АХ-1975. Заказ 864. Цена 2 р. 80 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 93а  
 Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии  
 и книжной торговли 129041, Москва, Б. Переславский, д. 46.