

## ТЕМА 15

### ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

#### 15.1 Основные направления работы и меры по экономии тепловой и электрической энергии при эксплуатации тепловых сетей

Экономное и рациональное расходование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших народнохозяйственных задач. Расходы топлива на теплоснабжение городов и населенных мест занимают значительное место в общем топливном балансе страны. Велики и затраты электроэнергии в системах централизованного теплоснабжения, которые в основном связаны с транспортированием теплоносителя по тепловым сетям. Все это вызывает необходимость обеспечения работы систем теплоснабжения с высокими технико-экономическими показателями. Значительная роль в этом вопросе принадлежит организациям, эксплуатирующим тепловые сети.

Основными направлениями работ и мерами по экономии тепловой и электрической энергии в системах теплоснабжения являются: а) разработка и применение при планировании и в производстве технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода тепловой и электрической энергии для осуществления режима экономии и наиболее эффективного их использования; б) организация действенного учета отпуска и потребления теплоты; в) оптимизация эксплуатационных режимов тепловых сетей с разработкой и внедрением наладочных мероприятий; г) разработка и внедрение организационно-технических мероприятий по ликвидации непроизводительных тепловых потерь и утечек в сетях.

Для планирования потребления этих ресурсов и оценки эффективности их использования служат нормы расхода тепловой и электрической энергии в тепловых сетях. Выполнение установленных норм расхода является обязательным условием при материальном стимулировании за экономию топливно-энергетических ресурсов. Нормы должны способствовать максимальной мобилизации внутренних резервов экономии тепловой и электрической энергии, выполнению плановых заданий и достижению высоких технико-экономических показателей теплоснабжения.

Работа теплоэнергетических предприятий по экономии топлива, устраниению непроизводительных потерь тепловой энергии и повышению эффективности теплоснабжения базируется на правильно организованном учете отпуска и потребления теплоты. Учет тепловой энергии способствует рациональному ее использованию, а также выявлению и ликвидации факторов расточительного расходования теплоты.

Теплоэнергетические предприятия должны постоянно анализировать данные учета путем сопоставления количества теплоты, фактически отпущенной котельной, с расчетным теплоснабжением подключенных к тепловой сети потребителей. На основе такого анализа необходимо разрабатывать и осуществлять мероприятия, направленные на снижение тепловых потерь в сетях, экономию расхода теплоты в системах теплоснабжения зданий и электроэнергии, затрачиваемой на перекачку сетевой воды. Учет отпуска теплоты обеспечивает контроль за удельным расходом топлива на выработку тепловой энергии. Основным путем обеспечения эффективной работы систем теплоснабжения зданий (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) и высоких технико-экономических показателей системы централизованного теплоснабжения в целом является оптимизация эксплуатационных режимов тепловых сетей на базе разработки и внедрения наладочных мероприятий.

Режимы работы тепловой сети подразделяют на тепловой и гидравлический. Тепловой режим сети определяет метод регулирования отпуска теплоты и задает соответствующий график температур в тепловой сети и системах теплоснабжения. На основе температурных графиков определяют потребные расходы теплоносителя в системах теплоснабжения зданий и в сетях. Гидравлический режим определяет требуемые давления в тепловых сетях и условия по созданию расчетной циркуляции теплоносителя и его правильному распределению по всем подключенным к сетям системам теплоснабжения.

На основе разработанного гидравлического режима задают параметры работы сетевых, подкачивающих и подпиточных насосов, автоматических регуляторов, рассчитывают дроссельные и смесительные устройства, устанавливаемые на тепловых пунктах и в системах теплоснабжения. Следует подчеркнуть принципиальное отличие режимов, разрабатываемых на стадии проектирования систем теплоснабжения, и эксплуатационных режимов. Проектные тепловые и гидравлические режимы разрабатывают, как правило, при проектировании магистральных тепловых сетей, с их помощью определяют условия для дальнейшего проектирования распределительных сетей и выбирают схемы присоединения систем теплоснабжения зданий к сетям.

Система централизованного теплоснабжения с момента ввода в эксплуатацию постоянно развивается за счет подключения к ней новых потребителей и строительства новых участков тепловых сетей. В связи с этим на каждый конкретный отопительный сезон следует рассчитывать или корректировать эксплуатационные режимы, учитывающие фактическое состояние системы теплоснабжения. Оптимизация эксплуатационных режимов должна предусматривать наиболее полное использование характеристик фактически установленного оборудования, рационализацию схем

тепловых пунктов, использование возможности совместной работы тепловых сетей от нескольких источников теплоты, закрытие мелких неэкономичных котельных, увеличение пропускной способности сетей по теплоте за счет применения рациональных графиков регулирования отпуска теплоты и т.п.

Ниже рассмотрены отдельные вопросы, связанные с повышением экономичности теплоснабжения.

## **15.2 Нормирование и технико-экономические показатели тепловой сети**

Важнейшей задачей эксплуатации тепловых сетей является обеспечение транспортирования теплоносителя при высоких технико-экономических показателях. Эти показатели определяются расходом электроэнергии на перекачку сетевой воды, величинами тепловых потерь и утечек в сетях для каждой отдельной тепловой сети разрабатывают нормативные показатели, устанавливающие затраты электрической и тепловой энергии на транспортирование теплоносителя. Нормы расхода тепловой и электрической энергии систематически пересматривают с учетом планируемого развития и технического прогресса производства, достигнутых наиболее экономичных показателей использования теплоэнергетических ресурсов.

Тепловые потери являются важным показателем, характеризующим техническое состояние тепловых сетей, и в значительной степени влияют на эффективность работы системы теплоснабжения в целом. Тепловые потери в тепловых сетях зависят от протяженности и диаметров трубопроводов, вида прокладок сетей, типа и состояния тепловой изоляции трубопроводов, температурного режима работы сетей, метеорологических условий.

**Нормирование эксплуатационных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов.** Эксплуатационные нормы тепловых потерь водяных тепловых сетей разрабатывают опытным методом на основе проведения специальных тепловых испытаний, что позволяет учитывать конкретные условия прокладки испытуемых трубопроводов и состояние их изоляции. При испытаниях определяют фактические тепловые потери испытуемых участков сети и сравнивают их с нормативными потерями, которые рассчитывают исходя из удельных тепловых потерь, приведенных в «Нормах проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей».

Нормирование эксплуатационных тепловых потерь производят в зависимости от величины коэффициента  $K$  (соотношения фактических и нормативных тепловых потерь), полученного по результатам тепловых испытаний. В тех случаях, когда фактические тепловые потери, определенные

раздельно по каждому испытанному участку и пересчитанные на среднегодовые температуры воды и окружающей среды, не превышают или незначительно превышают соответствующие значения нормативных тепловых потерь для этих участков ( $K \leq 1,1$ ), за основу нормирования эксплуатационных тепловых потерь сетей принимают фактические тепловые потери.

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 испытанным 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 раздельно для подземной и надземной прокладок (а для последней — раздельно по областям линиям сети).

**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  $\text{м}^3$ ) в трубопроводах тепловой сети определяют по формуле

$$V_{\text{сети}} = \sum l \cdot V_{\text{уд}}, \quad (15.1)$$

где  $l$  — длина трубопроводов, км;  $V_{\text{уд}}$  — удельный объем воды,  $\text{м}^3/\text{км}$ .

Объем воды в системах теплоснабжения ( $\text{м}^3$ ) определяют по формуле:

$$V_{\text{сист.}} = \sum Q_p \cdot V_{\text{уд}}, \quad (15.2)$$

где  $Q_p$  — расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Гкал/ч;  $V_{\text{уд}}$  — удельный объем воды, принимаемые в зависимости от характеристики системы и расчетного графика температур,  $\text{м}^3/\text{Гкал}$ .

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

$$Q_{\text{ут}}^{\text{мес}} = acVr \left( \frac{t_n^{\text{cp.м}} + t_o^{\text{cp.м}}}{2} - t_x^{\text{cp.м}} \right) n 10^{-6}, \quad (15.3)$$

где  $Q_{\text{ут}}^{\text{мес}}$  – нормируемое значение месячных тепловых потерь с утечкой воды из тепловой сети, Гкал;  $a$  – нормативное значение утечки из тепловой сети и местных систем; принимается  $0,0025 \text{ м}^3/(\text{ч} \text{ м}^3)$ ;  $c$  – удельная теплоемкость воды:  $c=1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $V$  – объем указанной части тепловой сети,  $\text{м}^3$ ;  $r$  – плотность воды при температуре,  $\frac{t_n^{\text{cp.м}} + t_o^{\text{cp.м}}}{2} \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $t_n^{\text{cp.м}}$  и  $t_o^{\text{cp.м}}$  – ожидаемые среднемесячные температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети, определенные по эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_x^{\text{cp.м}}$  – среднемесячная температура воды, поступающей на источник теплоты для подпитки тепловой сети; может быть принята  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  в зимний период и  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  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

$$N_{\text{нас}} = \frac{GHn}{3600 \cdot 102 \cdot h_n \cdot h}, \quad (15.4)$$

где  $G$  – расход воды через насос,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $H$  – напор, развиваемый насосом, м;  $n$  – объемная масса перекачиваемой воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$   $h_n$  – коэффициент полезного действия передачи, может быть принят 0,98;  $h$  – 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):

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{источн}} + H_{\text{сети}} + H_{\text{аб}}, \quad (15.5)$$

где  $H_{\text{источн}}$  – потери напора в теплоприготовительной установке источника теплоты, м;  $H_{\text{сети}}$  – потери напора в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети от источника теплоты до наиболее невыгодно расположенного абонента, м;  $H_{\text{аб}}$  – заданный 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:

$$\mathcal{E} = N_1 n_1 + N_2 n_2 + \dots + N_i n_i, \quad (15.6)$$

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 восполнения утечек теплоносителя.

### 15.3 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 теплотребления;
- 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 при-

боров учета и отбор параметров следует выполнять в соответствии с «Правилами измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами». 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 расходов 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:

$$Q = c[G_1(t_n^{cp.u.m} - t_x^{cp.u.m}) - G_2(t_o^{cp.u.m} - t_x^{cp.u.m})]10^{-3}, \text{ Гкал}, \quad (15.7)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воды, ккал/кг $^{\circ}$ C (здесь и далее  $c = 1,0$  ккал/кг. $^{\circ}$ C);  $G_1$  и  $G_2$  – количество воды по показаниям регистрирующих расходомеров соответственно в подающем и обратном трубопроводах за отчетный период, т;  $t_n^{cp.u.m}$  и  $t_o^{cp.u.m}$  – средние температуры сетевой воды за отчетный период по показаниям регистрирующих средств измерения температуры в подающем и обратном трубопроводах,  $^{\circ}$ C;  $t_x^{cp.u.m}$  – средняя за отчетный период температура холодной воды в источнике холодного водоснабжения,  $^{\circ}$ C.

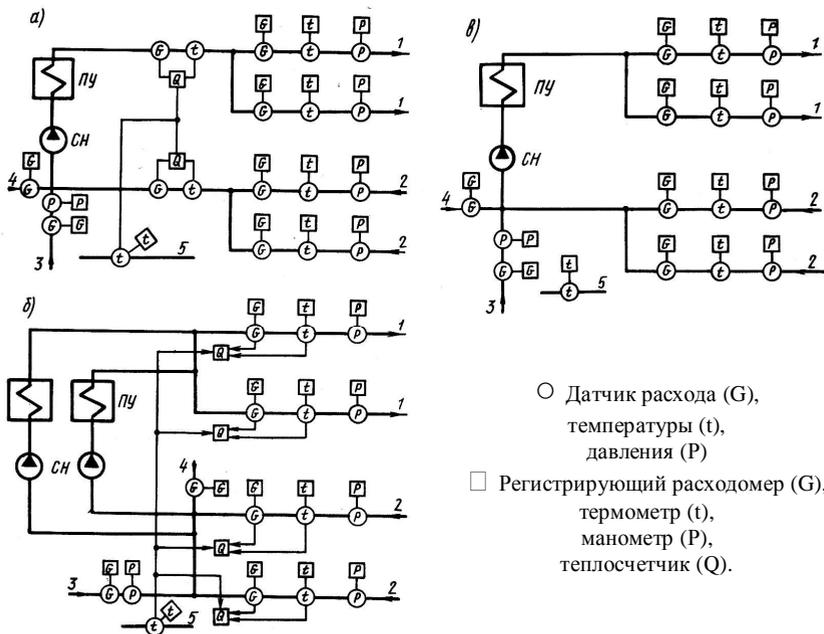


Рис. 9.1. Схема установки приборов учета и контроля на источнике теплоты: а – при установке теплосчетчиков и наличии общего участка до выводных коллекторов; б – при установке теплосчетчиков и отсутствии общего участка до выводных коллекторов; в – при отсутствии теплосчетчиков; ПУ – подогревательная установка; 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:

$$Q = c \cdot [G_2 \cdot (t_n^{cp.u.m.} - t_o^{cp.u.m.}) + G_n (t_n^{cp.u.m.} - t_x^{cp.u.m.})] \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал}, \quad (15.8)$$

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:

$$Q = c \cdot [G_1 \cdot (t_n^{cp.u.m.} - t_o^{cp.u.m.}) + G_n \cdot (t_o^{cp.u.m.} - t_x^{cp.u.m.})] \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал}. \quad (15.9)$$

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. Основой 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 устанавливаются в обязательном порядке.

Потребители тепловой энергии, подключенные к водяным тепловым сетям, по методу учета потребляемой тепловой энергии подразделяются 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.);

Ко II группе учета относятся городские потребители тепловой энергии, суммарная расчетная нагрузка которых ниже 2 Гкал/ч, не 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 производится приборным способом, у потребителей II группы – приборно-расчетным способом, у потребителей III группы – расчетным способом. У потребителей III и II групп расчет производится по данным водяного и теплового балансов системы теплоснабжения. Учет потребления тепловой энергии расчетным способом допускается в порядке исключения. Для потребителей и 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 на ноль 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 теплотребления, 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 теплотребления за каждые сутки после прекращения работы приборов принимается равным среднесуточному расходу тепловой энергии  $Q_{cp}$  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:

$$Q = Q_{cp} \cdot \frac{t_e - t_n}{t_e - t_n^{cp}} \cdot m, \quad (15.10)$$

где  $Q_{cp}$  – среднесуточный расход тепловой энергии за 3 суток, предшествовавших моменту прекращения работы приборов учета, Гкал/сут.;  $t_e$  –

расчетная температура воздуха внутри помещений, °С;  $t_n$  – фактическая средняя температура наружного воздуха за период после прекращения работы приборов, °С;  $t_{cp_n}$  – 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 теплопотребления определяют как при временном отсутствии приборов учета (III группа).