

**КУРС
МОЛОДОГО БОЙЦА
Фирмы «СЕМПАЛ»**

ЧАСТЬ 1

ТЕПЛОДОУЧЕТ

**КИЕВ
2006 - 2012**

В Части 1 настоящего пособия в упрощенном виде изложены основные положения, которые необходимо знать при первоначальном ознакомлении с вопросами тепло- и водочета, а также с соответствующим оборудованием фирмы «Семпал».

Часть 2 посвящена вопросам регулирования тепла.

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА. СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

1. Основные источники тепла в странах бывшего Советского Союза – котельные и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

В котельных на входы котлов поступает холодная вода (ХВ), которая нагревается с помощью сгорания газа, угля, и т.д. до высоких температур под давлением, и далее по трубопроводам – теплосетям - поступает потребителям. Котлы бывают разных типов – от очень мощных для питания целых населенных пунктов до бытовых, предназначенных для обслуживания отдельной квартиры.

В ТЭЦ в результате сгорания органического (либо атомного в АЭС), топлива нагретый пар вращает турбины для получения электричества, а тепло, как попутный продукт, также идет к потребителям в виде теплоносителя (нагретых пара или воды).

Вода, поступающая по теплосетям в системы отопления потребителей, проходит на источниках тепла специальную химподготовку для того, чтобы уменьшить коррозию трубопроводов.

2. Системы центрального отопления, типичные для стран СНГ, были для своего времени наиболее экономичными с точки зрения общих затрат на одну Гигакалорию теплоты. Однако в последние годы в связи с многократным подорожанием углеводородного сырья в некоторых случаях оказалось более выгодным использовать для получения тепла иные источники энергии – биотопливо, энергию ветра, Солнца, и т.д. Кроме того, замена единого собственника – государства - на множество других, а именно на собственников сырья, собственников котелен и других производителей тепла, собственников теплосетей и, наконец, самых различных собственников-потребителей тепла, привело к тому, что иногда для небольших объектов, отдельных домов, коттеджей, квартир более выгодным оказывается использование автономных систем отопления.

Во всех случаях в конечном итоге с помощью тех или иных технических средств нагревается теплоноситель, который поступает по трубам в системы отопления и горячего водоснабжения (ГВС). В качестве теплоносителя практически всегда используется вода.

Мы занимаемся теплоВОДОучетом.

ПОТРЕБИТЕЛИ ТЕПЛА

1. С точки зрения теплоучета потребителей тепла можно разделить на несколько категорий в зависимости от количества потребляемого тепла в Гкал/час: от самых маленьких типа отдельных квартир, коттеджей, до больших промышленных предприятий, целых поселков или городов.

Системы учета тепла делятся на закрытые и открытые. Закрытые системы – те, в которых отсутствуют утечки, то есть массы (расходы) воды на входе и выходе должны быть равны с учетом погрешностей измерения. Открытые системы – в которых массы (расходы) на входе и выходе могут быть не равны друг другу, то есть допускается утечка воды.

Существуют специальные Правила учета тепловой энергии, в которых указано, какие конкретно схемы измерения тепла следует использовать, и в каких случаях. Следует иметь в виду, что украинские «Тимчасові правила..., 1996г» несколько отличаются например от российских «Правил..., 1995г».

Имеющиеся варианты поставки теплосчетчиков фирмы «Семпал» удовлетворяют всем указанным выше правилам, кроме самых маленьких тепловых нагрузок – для отдельных квартир.

2. У обычных потребителей используется три трубопровода: отопление, холодная вода и горячая вода.

Холодная вода (ХВ), обработанная до питьевой кондиции, поступает из системы Горводоканала. Учет ХВ производится водосчетчиками (водомерами, расходомерами).

Теплоноситель, поступающий в дом, обычно используется не только для отопления, но и для нагрева холодной воды, в результате чего получается горячая вода, горячее водоснабжение – ГВС. Нагрев производится в теплообменниках (бойлерах), внутри которых теплоноситель омывает специальный отвод от трубопровода холодной воды, в результате чего вода в этом отводе – трубопроводе горячей воды - нагревается и поступает потребителям. Для того, чтобы вода в этом трубопроводе не застаивалась и не остывала, применяют маломощный циркуляционный насос, который принудительно продвигает воду по горячему трубопроводу.

Тепловодосчетчики и регуляторы фирмы «Семпал» позволяют, кроме основных функций учета и регулирования, управлять включением/выключением циркуляционных насосов.

ОСНОВНАЯ ФОРМУЛА

1. Вычисление тепла в общем виде производится по формуле:

$$Q = M \cdot (h_1 - h_2),$$

где Q – тепловая энергия, калория,

M – масса, грамм,

h₁, h₂ – энтальпия воды в подающем и обратном трубопроводе.

Энтальпия - физическая величина, зависящая от температуры и давления, однако влияние давления незначительно, поэтому для упрощения дальнейшего изложения можно записать:

$$Q = M \cdot (t_1 - t_2),$$

где t₁ и t₂ – температуры в подающем и обратном трубопроводе, соответственно.

Для упрощения инженерных расчетов производятся некоторые допущения:

часто вместо массы M используют объем V , хотя это не совсем верно, поскольку объем воды при изменении температуры изменяется (например, сравни лед и пар), а масса воды не изменяется с температурой (вспомни закон сохранения массы). Поэтому вместо V надо в формулу подставлять $V \cdot \rho$ – где ρ – плотность воды, которая зависит от температуры, причем в диапазоне «отопительных» температур, свыше $40^\circ \dots 50^\circ$, плотность изменяется примерно на $1 \dots 1.5\%$ на каждые 20° , однако для упрощения считают, что $\rho = 1$;

технически наиболее просто определять не объем, а объемный расход за интервал времени Δt ; обычно $\Delta t = 1$ час; обозначим объемный расход за один час – G куб.м/час; тепловая энергия измеряется в Гигакалориях; это связано с тем, что местные власти своими постановлениями указывают цену именно Гигакалории тепла ($1 \text{ Гкал} = 10^6 \text{ Ккал} = 10^9 \text{ ккалорий}$).

Учитывая вышесказанное, перепишем формулу вычисления тепловой энергии так:

$$Q = G \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^{-3},$$

где, уже окончательно впредь, «по умолчанию» будем считать, что в этой формуле все параметры измеряются за единицу времени, равную одному часу,

Q – тепловая энергия, Гкал,

G – объемный расход, в куб.м/час,

t_1 и t_2 – температуры в подающем и обратном трубопроводе, соответственно.

Далее будем использовать эту формулу, которую назовем Основной Формулой (ОФ).

Надо помнить, что Гкал – это единица измерения в физической системе единиц СГС; существует еще и система СИ, где тепловая энергия измеряется в джоулях (Килоджоулях, Гигаджоулях, $1 \text{ Ккал} = 4.19 \text{ Кдж}$), и наши теплосчетчики могут измерять и в системе СИ.

Рассмотрим далее, каким образом в теплосчетчиках реализуется ОФ.

2. Автоматическое и точное измерение массы движущейся воды в трубопроводах представляет собой весьма непростую задачу, и поэтому мы посвятим этому отдельный раздел.

Измерение температуры производится с помощью платиновых термосопротивлений (ТСП), которые в широком диапазоне температур имеют стабильные номинальные статические характеристики (НСХ) – зависимости электрического сопротивления в омах от температуры. Для получения точных НСХ термосопротивления калибруются при различных температурах в специальных термостатах. В измерительном блоке теплосчетчика производится точное измерение электрического сопротивления, и по известным НСХ определяется значение температуры. Важно, что в ОФ важно учитывать не столько отдельные температуры, сколько их разность. Поэтому на фирме «Семпал» производится калибровка пар термосопротивлений, а в случае поломки одного из них в процессе эксплуатации меняется обычно пара ТСП.

ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РАСХОДОМЕРОВ.

1. Прямое автоматическое измерение массы воды в трубопроводах сделать практически сложно, поэтому используют более простые способы, например, измеряется объемный расход G , $\text{м}^3/\text{с}$, по формуле

$$G = v \cdot S,$$

где $S = \pi D^2 / 4$ – площадь внутреннего сечения трубы, м^2 ,

v – скорость воды, $\text{м}/\text{с}$,

D – внутренний диаметр трубопровода, м ,

а затем, зная плотность воды ρ , $\text{т}/\text{м}^3$, вычисляется массовый расход, или масса в секунду

$$M = G \cdot \rho.$$

Напомним, что плотность зависит от температуры, однако в простейших приборах считается $\rho = 1 \text{ т}/\text{м}^3$.

Приборы, определяющие объемный или массовый расход, называются расходомерами. Главная техническая задача при создании расходомеров – определение скорости v .

2. Рассмотрим основные типы используемых в настоящее время расходомеров.

Практически повсеместно для квартирного учета горячей и холодной воды используются дешевые тахометрические - крыльчатые или турбинные - расходомеры, однако для точного учета, в более крупных объектах, эти устройства в последнее время почти не применяются. Это связано, главным образом, с тем, в нашей, достаточно грязной, воде крыльчатки быстро засоряются и даже ломаются, что ведет к быстрому и значительному снижению точности измерения.

Вихревые расходомеры основаны на измерении частоты повышений и понижений давления в зонах вихрей, образованных после тела обтекания, помещаемого в поток. Несмотря на относительную дешевизну этих приборов, они имеют ряд серьезных недостатков, основные из которых – малый динамический диапазон расходов – отношение максимального измеряемого расхода к минимальному - (обычно не более 20), высокое гидравлическое сопротивление из-за тела обтекания в потоке, сильная зависимость от температуры, неустойчивость к загрязнениям.

Электромагнитные расходомеры представляют собой катушку электромагнита, надетую на трубу. Вода представляет собой проводник. Поэтому, при движении воды внутри катушки (по трубе) в ней наводится ЭДС, пропорциональная скорости воды. Широкое распространение эти приборы нашли в середине 90х годов, однако ныне их применяют все реже, поскольку со временем они сильно ухудшают свои характеристики (из-за осаждения магнитопроводящих включений, которые всегда есть в воде, на электродах съема напряжения), в среднем до 40% приборов после одного - двух лет эксплуатации требуют подстройки; к тому же поверка их производится на сложных и дорогих устройствах – проливных стендах. Иные недостатки мы здесь не рассматриваем.

3. Ультразвуковые расходомеры времяимпульсного типа, к которым относятся и приборы фирмы «Семпал», начали все более широко применяться в последние 15 лет в связи с развитием наносекундной техники и микроэлектроники. Специальные ультразвуковые датчики расхода располагаются на противоположных сторонах трубопровода под углом к его оси (в частности - 45°) на расстоянии L друг от друга. При излучении сигнала одним датчиком и приеме другим, если сигнал распространяется по ходу потока воды, то $L = (c + v) \cdot t_{по}$; здесь v – по прежнему скорость потока, c – скорость распространения ультразвука в воде, величина известная, $t_{по}$ – время между моментами излучения и приема сигнала при движении его «по потоку». После этого датчик – приемник становится передатчиком, а датчик – передатчик приемником, и снова производится излучение. При этом $L = (c - v) \cdot t_{пр}$, где $t_{пр}$ - время между моментами излучения и приема сигнала при движении его «против потока». Из этих уравнений определяется величина v ; для ее точного вычисления надо тщательно измерять микросекундные и наносекундные интервалы времени $t_{по}$, $t_{пр}$ и их разности.

Необходимо отметить, что алгоритмы, используемые в счетчиках «Семпал», полностью устраняют влияние зависимости скорости ультразвука в воде от температуры. Скорость ультразвука в воде от температуры может изменяться в пределах $\pm 20\%$ в рабочем диапазоне температур.

Имеются иные типы расходомеров, однако в настоящее время они распространены реже, нежели указанные выше.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ УЧЕТА ВОДЫ И ТЕПЛА.

Теплосчетчики и расходомеры имеют несколько десятков параметров – характеристик, которые отличают один тип приборов от другого, а также приборы одного производителя от другого. При установке теплосчетчика может оказаться, что одних потребителей интересует длина кабелей от измерительного блока до датчиков, другого – потребляемая мощность. Однако в большинстве случаев считается, что самые важные характеристики – диапазон расходов и точность определения тепла или расхода (массы). Их мы и рассмотрим.

1. Диапазон расходов – отношение максимального расхода G_{max} к минимальному G_{min} , при которых обеспечивается заявленная точность измерения расхода. Диапазон расходов в теплосчетчиках должен быть достаточен для того, чтобы одним и тем же прибором можно было производить учет тепла зимой, когда тепло идет и на отопление и на нужды ГВС, и летом, когда остается только потребление ГВС. Обычно в большинстве случаев для жилых и административных зданий этот диапазон лежит в пределах 40 – 70; считается, что для указанных объектов вполне достаточен диапазон, равный 100.

Как правило, между G_{min} и G_{max} имеются одна или несколько градаций по погрешности измерения расхода. Однако, все они, как правило, укладываются в принятые нормы, изложенные в соответствующих ГОСТах, ДСТУ, и т.п.

Среди широко распространенных типов расходомеров диапазоны расходов имеют следующие примерные значения:

- в тахометрических – до 30 – 70;
- в вихревых обычно не превышает 30;
- в электромагнитных – до 200 – 250;
- в ультразвуковых – 100 - 200.

Важно знать, что диапазон расходов – это тот параметр, который часто используется для недобросовестной рекламы. Некоторые производители утверждают, что их вихревые расходомеры имеют диапазон 100, а производители некоторых электромагнитных расходомеров рекламируют диапазоны, равные одной и даже нескольким

тысячам. Такие значения не так уж трудно получить в идеальных условиях, на проливных стендах, однако в реальных условиях эксплуатации, тем более «во времени» диапазоны оказываются в десятки и даже в сотни раз меньше.

Перечисленные замечания о диапазоне расходов относятся к *каждому* из используемых стандартных диаметров трубопроводов от 20мм до 1200мм (20, 32, 50, 65, 80,...). Измерение расхода производится с помощью специальных калиброванных расходомерных участков (РУ) для каждого из указанных стандартных диаметров.

2. Как показано во многих научных работах, влияние точности определения расхода на точность вычисления тепловой энергии в 3 – 5 раз больше, нежели влияние разности температур. Поэтому мы начнем с точности определения расхода.

Точность измерения расхода характеризуется относительной погрешностью, равной в процентах

$$\frac{|G_{\text{ИЗМ}} - G_{\text{ИСТ}}|}{G_{\text{ИСТ}}} \cdot 100\%,$$

где $G_{\text{ИЗМ}}$ – измеренное прибором значение расхода,

$G_{\text{ИСТ}}$ – истинное значение.

Здесь важны два момента: то, что в числителе знак разности может быть как «+», так и «-», и то, что в знаменателе стоит истинная «текущая» величина, а не G_{min} или G_{max} . Над этим стоит подумать подольше.

В СВТУ-10М (М2) в диапазоне от G_{min} до $2G_{\text{min}}$ (а для ДУ32 и ДУ20 до $3G_{\text{min}}$) относительная погрешность измерения расхода равна $\pm 3\%$, а далее до G_{max} – 2% . Поскольку в большей части диапазона погрешность равна 2% , то прибор в целом называют «двухпроцентным».

В СВТУ-10М (М1) для малых расходов погрешность такая же, как и для М2, но от $2G_{\text{min}}$ ($3G_{\text{min}}$) до G_{max} – 1% . Такой прибор для краткости называют «однопроцентным».

3. Точность определения тепловой энергии, как следует из ОФ, зависит от точности определения расхода и разности температур ΔT . Погрешности определения расхода имеют три градации – 1% , 2% , 3% , разность температур ΔT обычно также делят на несколько градаций. Поэтому значения погрешностей определения тепловой энергии зависят от сочетаний этих градаций. Для наиболее часто встречающихся случаев – систем отопления ЖКХ, в которых ΔT , то есть разность температур между «подачей» и «обраткой», выше 20°C , – пределы относительной погрешности по теплу составляют 1.5% для однопроцентных и 2.5% для двухпроцентных приборов.

Важность параметра «Точность измерения» следует из наших материалов о денежной цене 1% погрешности. Хотя эта цена для некоторых ситуаций может оказаться даже в несколько раз меньше, чем в указанных материалах, все же она достаточно велика.

ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОДОСЧЕТЧИКОВ

Имеется 12 вариантов исполнения, утвержденных соответствующими нормативами; некоторые варианты имеют подварианты. В производимых фирмой сетевых и батарейных теплосчетчиках разных модификаций могут быть реализованы те или иные наборы вариантов исполнения. Проектно – монтажные организации, выбирая типы приборов для объекта теплосчета, одновременно указывают вариант исполнения, наиболее подходящий для данного объекта. Этот вариант реализуется при отгрузке и поставке прибора заказчику, и может быть изменен во избежание фальсификаций только фирмой – производителем по письменному запросу заказчика.

Будем для удобства изложения рассматривать указанные варианты исполнения не по порядку.

Вариант 1. Одноканальный расходомер, состоит из одного расходомерного участка и датчика температуры. Измеряется объемный и массовый расход.

Датчик температуры необходим для учета изменения объема при изменении температуры. Учет температуры таким образом обеспечивает повышенную точность определения расхода.

Вариант 2. Одноканальный теплосчетчик, реализует прямое выполнение ОФ в закрытых системах. Расходомер установлен в подающем трубопроводе. Это наиболее распространенный вариант для небольших объектов типа кафе, офисов, коттеджей, до трех – четырехэтажных жилых домов, а иногда и до пяти – шестиэтажных домов.

Вариант 2 используется и на источниках тепла. При этом расходомер устанавливается на выходе котла, а термосопротивления T_1 – на выходе, а T_2 – на входе. Это важно, поскольку разность температур в Основной Формуле должна быть положительна, и, в отличие от потребителей тепла, где температура «подачи» должна быть больше температуры «обратки», в источниках тепла наоборот: температура вытекающей воды выше температуры воды, поступающей в источник тепла.

Вариант 2 – 1. То же, но расходомер установлен в обратном трубопроводе. Также реализуется ОФ, но иногда такая схема предпочтительнее конструктивно; к тому же для расходомера и датчиков расхода условия эксплуатации легче, нежели в Варианте 2, поскольку температура в обратном трубопроводе ниже нежели в прямом.

Вариант 2 – 2. То же, но температура «обратки» задается программно. Этот вариант предназначен для измерения тепла в тупиковых системах горячего водоснабжения, где трубопровод не замкнутый, а обрывается кранами – умывальниками; вся вода из трубопровода уходит безвозвратно в канализацию. Чтобы обеспечить расчет по ОФ, надо где-то взять температуру t_2 , поэтому ее вводят искусственно с пульта прибора как константу.

Вариант 3. Двухканальный расходомер – механическое объединение двух расходомеров варианта 1 в одном приборе. Используется, например, для отдельного учета холодной и горячей воды на одном или разных объектах, либо для учета воды в трубопроводах двух рядом стоящих домов, и т.п.

Вариант 6. Объединение в одном приборе одноканального теплосчетчика (Вариант 2) и расходомера (Вариант 1).

Вариант 8. Объединение в одном приборе двух отдельных одноканальных теплосчетчиков (Вариант 2 и Вариант 2). Часто используется для учета тепла в двух домах, расположенных в одном дворе, где имеется один общий тепловыделитель. При этом часто используется тот факт, что в приборах фирмы СЕМПАЛ длина кабелей до всех датчиков допускается до 100м, то есть расстояние между домами может быть порядка 200метров.

Вариант 5. Одноканальный теплосчетчик с расходомером на «подаче» и контрольным расходомером на «обратке». Это самая распространенная схема для использования в жилом секторе, для домов свыше трех – четырех этажей, а также для больших домов типа «Китайская стена», если они имеют не один, а несколько вводов тепла, по одному на группу подъездов.

Основная особенность этого варианта – это то, что в нем вычисляется утечка по массе

$$\Delta M = M_1 - M_2,$$

либо, по желанию потребителя, по объему

$$\Delta V = V_1 - V_2.$$

Достоинства учета по массе по сравнению с учетом по объему мы обсуждали выше. Для очень грубых подсчетов, при допущении, что плотность воды равна 1, можно считать, что численно ΔM равно ΔV .

Имеются нормы на допустимую утечку, за сверхнормативную утечку полагается платить штраф, поскольку вода для отопления, прошедшая специальную химподготовку – это недешевый продукт. Наличие заметной утечки, превышающей допуски на неточность измерения, сигнализирует об авариях трубопроводов, либо об умышленном отборе воды из системы отопления.

По анализу утечек в почасовых распечатках много раз приходилось находить такие причины отбора воды, как мойка автомашин в определенные дни и часы, «горячая» уборка административных зданий уборщицами до начала рабочего дня, и т.п.; более сложные ситуации, например, наличие проржавевших насквозь труб внутри бойлеров при разных соотношениях давлений в трубопроводах отопления и горячей воды, также выявляются по анализу почасовых распечаток с выводом утечек.

Вариант 7. Двухканальный теплосчетчик для заведомо открытых систем теплоснабжения, либо для закрытых систем с очень большим потреблением тепла (в Украине свыше 2.5МВт). Часто этот вариант используют на источниках тепла.

Расчет тепла производится по формуле, похожей на разность двух ОФ:

$$Q = G_1 \cdot (t_1 - t_{хв}) - G_2 \cdot (t_2 - t_{хв}),$$

где $t_{хв}$ - температура воды в трубопроводе холодной воды.

Поясним эту формулу применительно к небольшой котельной, которая берет холодную воду (G_1) с температурой $t_{хв}$ из бассейна (из озера или реки) и нагревает ее до температуры t_1 . Этот процесс требует затратить тепловую энергию, выражаемую первым членом (вспомним ОФ). Это тепло уходит потребителям – в большой дом или на целый район или поселок. По обратному трубопроводу возвращается в общем случае из-за утечек меньшее количество воды – G_2 , но эта вода, имеющая температуру t_2 , все еще теплая, по крайней мере теплее воды в бассейне, и ее можно снова подогреть и пустить в подающий трубопровод. Ясно, что тепловая энергия, содержащаяся в этой воде, равна второму члену, а разность между теплом, отданным потребителю (это первый член) и возвращенным от него (это второй член) является как раз тем теплом, которое потребитель действительно использовал для своих нужд, и за которое он должен заплатить котельной.

В этом варианте попутно вычисляется утечка.

Вариант 4. Это, фактически, подвариант варианта 7. Здесь, в случае, когда температура холодной воды неизвестна, допускается вместо $t_{хв}$ подставлять t_3 – программируемое значение этой температуры.

Если в приведенном выше примере с котельной несложно померить $t_{хв}$ в подходящем к котельной трубопроводе из бассейна, то сделать это в городе, который отапливается этой котельной, к примеру, в большом Доме быта, на расстоянии многих километров от этой котельной, практически невозможно. Тем не менее, если в этом Доме быта имеются прачечные, бани, столовые, то в нем надо по нормам устанавливать счетчик Вариант 7. Здесь и допускается использовать Вариант 4. При этом обычно зимой устанавливают $t_3 = +5^\circ\text{C}$, а летом $t_3 = +15^\circ\text{C}$.

В этом варианте утечка также вычисляется.

Вариант 9. Двухканальный теплосчетчик, используется только на источниках тепла.

Источник тепла должен выдавать в подающий трубопровод потребителю постоянное количество теплоносителя, однако от потребителя к нему поступает, как правило, меньшее количество из-за утечек. Восполнение утечки производится путем так называемой «подпитки», то есть пополнением воды из постороннего источника в подающий трубопровод. Таким образом расход утечки должен быть равен расходу подпитки: $\Delta G = G1 - G2 = G_{пп}$.

Пользуясь этим равенством после раскрытия скобок в формуле Варианта 7, можно привести эту формулу к виду

$$Q = G1 \cdot (t1 - t2) - G_{пп} \cdot (t2 - t_{хв}).$$

Из этой формулы видно, что тепловую энергию путем простых алгебраических преобразований можно получать иным способом, нежели в Варианте 7. Именно на источниках тепла имеется возможность напрямую измерять $G_{пп}$, устанавливая расходомер на трубопроводе подпитки. У потребителя такой возможности нет. При этом получается значительная экономия средств по сравнению, например, с использованием на источниках формулы Варианта 7, а именно: если для измерения $G1$ и $G2$ там требуется использовать одинаковые по диаметру расходомеры, а на источниках эти диаметры велики (иногда около метра, а иногда и выше), то в Варианте 9 большой расходомер требуется только для измерения $G1$, а для $G_{пп}$ нужен расходомер намного меньшего диаметра; ведь утечка (подпитка) составляет по величине единицы процентов от величины $G1$.

На схеме Варианта 9 обращает на себя внимание одна особенность: наличие термометра в трубопроводе подпитки, хотя в формуле напрямую температура $t_{пп}$ не используется. Однако, вспоминая объяснения к Варианту 1, понимаем, что для точного определения $G_{пп}$ этот термометр необходим.

Варианты 10 – 12. Эти варианты используются в системах, где горячая вода поступает потребителям прямо из трубопроводов отопления: либо из «подачи», либо из «обратки», либо из обоих вместе. При этом режимы включения горячей воды из того или иного трубопровода зависят от времени года и иных причин. Эти варианты в Украине применяются крайне редко, и потому здесь не рассматриваются.

В настоящее время - 2012г.- выпускаются две линейки счетчиков: сетевые (220В, 36В, 24В) и батарейные. Сетевые приборы модели СВТУ-10М, их модификации:
 - СВТУ-10М(М1)RP, СВТУ-10М(М2)RP – двухканальный (по ультразвуку) счетчик. Является усовершенствованием выпускавшихся ранее СВТУ-10М(М1), СВТУ-10М(М2); индексы М1,М2 – означают предельные погрешности по расходу $\pm 1\%, \pm 2\%$; индекс RP обозначает наличие встроенного резервного питания.
 - СВТУ-10М(5М1), СВТУ-10М(5М2) – пятиканальный (по ультразвуку) счетчик.
 Батарейные приборы – СВТУ11Т – теплосчетчик, СВТУ11В – водосчетчик.

| Характеристика | Тепловодосчетчики | | Счетчик воды, тепла | Тепловодосчетчик |
|--|-------------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|
| | 10М (М1, М2)RP | 10М (5М1, 5М2) | 11В, 11Т | 10М (М1,М2) выпускался до 01.08.2012 |
| Питание от сети 220В (24В, 36В по отдельному заказу) | + | | - | + |
| Питание от батареи | - | | + | - |
| Резервное питание от встроенного аккумулятора | + | + | | - |
| Число ультразвуковых каналов измерения расхода | 2 | 5 | 2 | 2 |
| Число независимых каналов вычисления | 2 | 4 | 2 | 2 |
| Число импульсных каналов измерения расхода | 2 | 2 | - | - |

| | | | | |
|--|------------------|---------|-----------------|------------------|
| Число каналов измерения температуры | 5 | 8 | 3 | 6 |
| Число каналов измерения давления | 2 | 4 | 2 | 2 |
| Максимальная длина кабелей к датчикам расхода, м | 100 | | 10 ¹ | 100 |
| Максимальная длина кабелей к датчикам температуры, м | 100 ⁴ | 500 | 10 ¹ | 100 ⁵ |
| Минимальный типоразмер расходомерного участка | PY-20 | PY-20 | PY-20 | PY-20 |
| Максимальный типоразмер расходомерного участка | PY-1000 | PY-1000 | PY-400 | PY-1000 |
| Прямое подключение к ПК по интерфейсу RS-232 | + | + | + | + |
| Максимальная длина кабелей для интерфейса RS-232 к ПК | 200 | 200 | 30 ² | 200 |
| Непосредственное подключение модема к счетчику | + | + | - | + |
| Наличие встроенного интерфейса RS-485 (по отдельному заказу) | + | + | - | + |
| Наличие USB - выхода | + | - | - | - |
| Число линейных выходов (по отдельному заказу) ³ | 2 | 2 | - | 2 |
| Число импульсных выходов | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Число ключевых выходов (по отдельному заказу) | 2 | 2 | - | 1 |

¹ До 30м по согласованию с производителем.

² До 50м по согласованию с производителем.

³ Могут работать в режиме регулятора.

⁴ Один из ТСП может иметь длину кабеля до 500 м.

⁵ Один из ТСП может иметь длину кабеля до 900 м.

ОСОБЕННОСТИ ПРИБОРА СВТУ-10М (М1, М2) RP

Прибор сетевой (220В, 36В, 24В).

Характеристики аналогичны выпускавшимся ранее СВТУ-10М (М1, М2).

Имеются усовершенствования:

- введен встроенный блок резервного питания (RP) с временем работы при отсутствии сети до 15 часов;
- введена возможность считывания на USB Flash;

- глубина посуточного архива увеличена с 1 года до 3х лет, почасового – с 75 до 100 суток;
- введены ночной и дневной тарифы учета;
- введена возможность учета отрицательных разностей температур подачи и обратки;
- в приборе организовано два канала вычисления (контура учета), что позволило исключить вариант 6, заменив его на варианты 2 в первом контуре и 1 во втором; аналогично вариант 8 заменяется на варианты 2 в первом и втором контурах; вариант 3 заменяется на варианты 1 в первом и втором контуре;
- в базовый комплект введен встроенный блок связи с модемом;
- возможна работа в сети Modbus по интерфейсу RS 485.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОДОСЧЕТЧИКОВ МОДИФИКАЦИЙ 5M1, 5M2.

1. Количество ультразвуковых каналов измерения расхода – до 5.

Количество каналов вычисления (вычислителей) – до 4.

Количество термосопротивлений – до 8.

В каждом вычислителе может быть организован любой из 12 вариантов исполнения тепловосчетчика. Таким образом, для одного административного здания, например, могут быть выполнены в одном тепловосчетчике рассматриваемой модификации учет тепла по варианту 7, учет горячей воды по варианту 5 и учет холодной воды по варианту 1; для этого потребуется 5 ультразвуковых расходомеров, три вычислителя и 6 термосопротивлений. Организация, например, в каждом из трех или четырех вычислителях вариантов исполнения 5 невозможна, поскольку для этого требуется 6 или 8 ультразвуковых расходомеров, то есть более пяти.

2. Количество импульсных каналов измерения объема – до двух.

Импульсные выходы обычно имеют турбинные и иные преобразователи расхода холодной или горячей воды. Каждый импульс имеет «цену» C_i в единицах объема, в кубических метрах. Объем воды V_i , прошедший за некоторое время, вычисляется как произведение C_i на количество импульсов N , поступивших от преобразователя за это время. Импульсные каналы вычисления объема никак не связаны с вышеуказанными вычислителями и работают независимо. Их можно использовать, например, если требуется измерять потребление холодной или горячей воды более дешевыми средствами нежели ультразвуковые расходомеры.

3. Количество датчиков давления – до 4.

Потребитель может вводить их в любой трубопровод по своему усмотрению.

4. В счетчике может быть установлен встроенный блок резервного питания на аккумуляторах. При отключении основного источника питания (220В, или 36В, или 24В) резервный блок обеспечивает автономную работу в зависимости от комплектации тепловосчетчика длительностью свыше восьми часов.

5. Имеется 5 импульсных выходов, пропорциональных измеренному объему. Таким образом прибор может встраиваться в существующие системы контроля и сбора информации, работающие от приборов различного назначения с импульсными выходами.

6. В базовую поставку входит встроенный блок связи с внешним модемом.

Остальные функции прибора аналогичны описанному выше СВТУ-10М с соответствующими поправками на увеличение числа каналов: иной формат распечаток, более разветвленное меню, и т. п.

ОСОБЕННОСТИ БАТАРЕЙНЫХ ПРИБОРОВ СВТУ-11

Производится два типа приборов с питанием от литиевой батарейки:

- СВТУ-11Т – теплосчетчик;

- СВТУ-11В – водосчетчик.

Основные отличия приборов СВТУ-11 от СВТУ-10М:

- типы РУ: РУ20, РУ32, РУ50, РУ65, РУ80, РУ100, ..., до РУ400;

- варианты исполнения

СВТУ-11Т – 2, 2/1, 2/2, 4, 5, 6, 7;

СВТУ-11В – 1, 3;

- длины кабелей до 10м (в сетевых – до 100м);

- связь с внешними устройствами через интерфейс RS232;

- средний срок службы батарейки – 6 лет;

- упрощено меню прибора за счет исключения ряда служебных режимов, упрощения самодиагностики, исключения функций регулирования, и др.

Основные преимущества батарейного прибора СВТУ11Т фирмы СЕМПАЛ по сравнению с батарейными приборами аналогичного класса зарубежных производителей:

1. Погрешности по расходу у зарубежных приборов - 2%, **у нас есть 1%** или 2% во всем диапазоне расходов, равном 100.

2. По Евростандарту приборы работают неограниченное время до $Q_{nom} = 0.5Q_{max}$, а выше Q_{nom} работают с ограничением не более часа в сутки и неск. часов в неделю.

3. По Евростандарту в большинстве зарубежных приборов заложены формулы расчета энергии *только для одноканальных* приборов.

4. Материал РУ у зарубежных – латунь, которая быстро «зарастает» в нашей воде + зеркала в потоке. В результате возможны искажения показаний или полный отказ в работе. У нас материал – нержавеющая сталь и указанные недостатки практически исключены.

5. В формулах расчета энергии вместо учета энтальпии введен коэффициент Штюка («ступенчатая» кривая вместо непрерывной), что ухудшает точность вычисления энергии: при малых разностях температур подачи и обратки «недоучет» составляет несколько процентов.

6. Работа с расходомерами до диаметров 400мм, в то время как подавляющее большинство иных батарейных приборов работают до меньших диаметров (до 100мм).

7. Съем данных производится напрямую на ПК, в то время как многие иные батарейные приборы обеспечивают связь с ПК через специальные адаптеры, съемники, пульты, и т. п.

8. В двухканальных СВТУ11Т на индикатор выводится важный параметр - утечка, чего нет в иных батарейных приборах; это позволяет оперативно обнаружить ее без применения ПК и распечатки.

9. Наши приборы могут работать на удалении от расходомера и термодатчиков до 10м (до 30м в экранированном заземленном кожухе), большинство зарубежных – до 3 – 5м.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОДОСЧЕТЧИКОВ ДЛЯ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ ТРУБ.

Большими диаметрами на фирме «Семпал» считаются диаметры свыше 150мм до 1 -2х метров. Обычно такие трубопроводы обслуживают крупные объекты – поселки, города, большие промышленные предприятия, и т.п. – и не могут на длительное время останавливаться для ремонта или поверки, сливать воду из трубопровода. Часто такие трубопроводы проходят в земле, и узлы учета приходится располагать в постоянно или временно затопленных помещениях. Кроме того, естественно, что изготовление метрологически точных расходомерных участков для больших диаметров труб весьма сложно и дорого.

В связи с этим используется ряд специальных технических решений:

- расходомерные участки для больших диаметров содержат дополнительные патрубки для установки резервных датчиков расхода, а приборы оснащаются дополнительным комплектом датчиков; это сделано для того, чтобы в случае дефекта основных датчиков переходить на резервную пару не останавливая поток в трубе;

- для обеспечения погрешности по расходу, равной 1%, используется метод приема – передачи импульсов не по диаметральной плоскости трубы, как описано выше, а по двум хордам; в этом случае вместо двух рабочих датчиков расхода используются четыре, и вместо двух резервных датчиков также четыре;
- имеется герметизированное исполнение узла расхода для использования в затопляемых помещениях;
- имеется вариант исполнения расходомерного участка со специальными шлюзовыми камерами, позволяющий производить извлечение и замену датчиков расхода без остановки потока воды в трубопроводе;
- базовые комплекты приборов для диаметров до 150мм включительно оснащаются расходомерными участками из нержавеющей стали, свыше 150мм – из черного металла (из нержавеющей стали по спецзаказу);
- перед запуском прибора в эксплуатацию надо производить специальную операцию по установке гидравлического нуля, для чего необходимо перекрывать движение воды в трубопроводе; если для малых диаметров это достигается применением обычных шаровых кранов или задвижек, то для больших диаметров перекрытие таких задвижек является часто непростой задачей; в связи с этим фирмой «Семпал» используется техническое решение, при котором для диаметров трубопровода 400мм и выше установку гидравлического нуля производить не требуется.

Для удешевления вместо метрологически аттестованных расходомерных участков обычно используют накладные или врезные датчики расхода. Однако, как показали исследования специалистов Англии (National Eng. Lab.) и США на большом статистическом материале, погрешности измерения расхода при использовании таких датчиков могут достигать 4 - 5%. Эти погрешности можно уменьшить, если последовательно с указанными датчиками на трубопроводе установить эталонный расходомер и внести соответствующие поправки, однако в реальных условиях эталонный расходомер никогда не устанавливается. Более того, в указанных опытах использовались трубопроводы без внутренних осадков, которые во многих наших трубопроводах составляют несколько сантиметров; также отсутствовал учет овальности трубы, которая у нас, в Украине, уже при выпуске, согласно ГОСТ 10704, может достигать 2-3% и даже 4%, а при неучете овальности процент погрешности расхода только за счет этого фактора может равняться проценту овальности. Учитывались только результаты зарубежных исследований, поскольку отечественные производители ради рекламы указывают нереальные точности – вплоть до 0.25 – 0.5% по расходу.

Фирма «Семпал» выпускает оборудование для врезки датчиков расхода в трубопроводы. При этом распределение функций между фирмой «Семпал» и фирмой – установщиком узла учета следующее:

фирма «Семпал» предлагает собственную методику обмера геометрии трубопровода, изготовления и использования технологической оснастки для установки датчиков расхода, поставляет тепловодосчетчик без расходомерных участков, но со специальными втулками для установки датчиков расхода, эти втулки требуется приварить к трубопроводу;

фирма – установщик производит монтажные работы по установке датчиков расхода на трубопроводе, обеспечивая окончательные метрологические характеристики прибора.

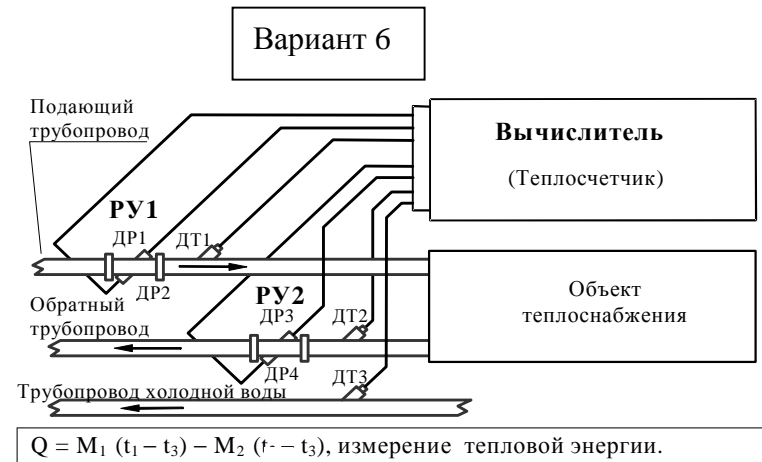
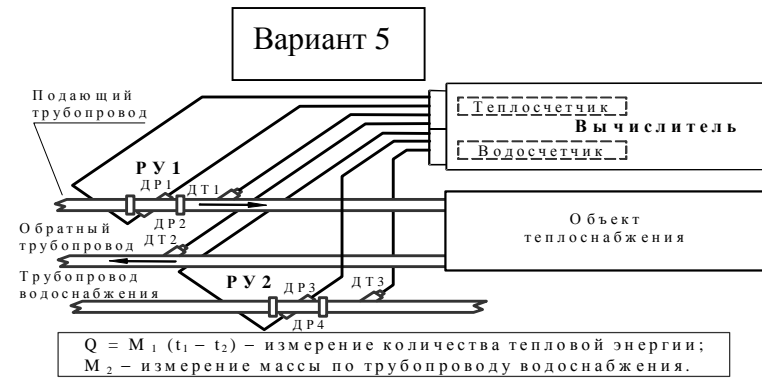
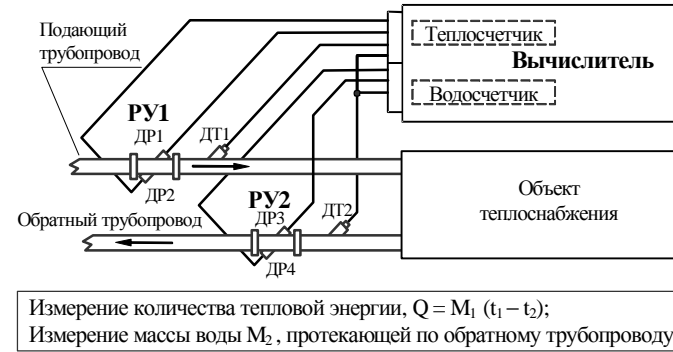
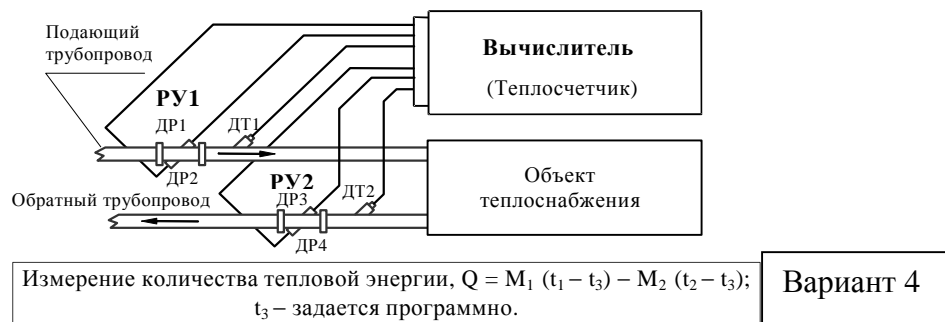
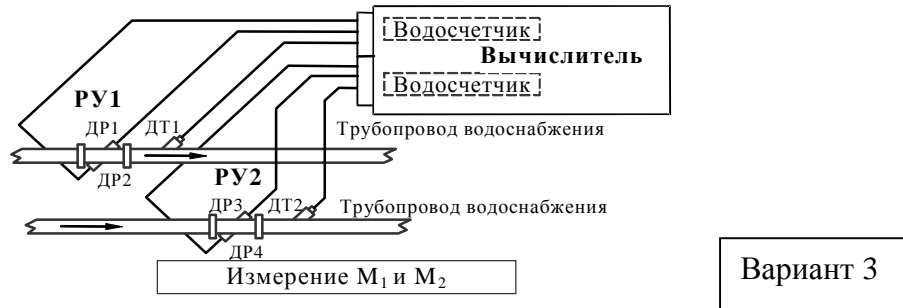
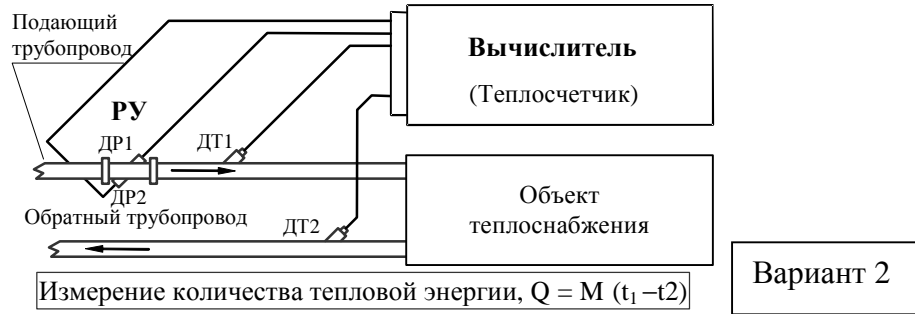
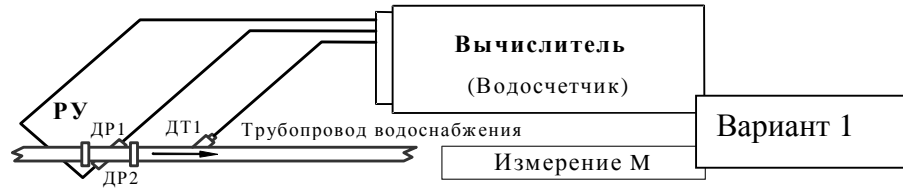
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

То, что описано выше, это лишь малая часть того, что необходимо знать для работы. Сюда не вошли многие вопросы, например, способы связи с потребителями, возможности регулирования тепловой энергии, борьба с возможными фальсификациями, организация метрологической поверки, и др.

Приведенные формулы, в том числе ОФ, здесь очень упрощены по сравнению с их действительной реализацией в наших приборах, однако достаточны для «введения в тему».

Дальнейшие, более глубокие, знания и навыки можно получить на сайте

<http://www.teplopunkt.ru>. На этом сайте имеется «ШКОЛА ТЕПЛОПУНКТА» и много иных полезных материалов..



Вариант 7

