

# Погрешность измерений как непостижимая тайна учета



Дмитрий Анисимов,  
главный специалист  
ООО «Диамер»,  
автор сайта «Теплопункт»

На статью про отзывы о приборах учета (см. «ККР» № 7–8'2012) мы получили довольно много откликов, которые можно разделить по преимуществу на три категории. Первая – вопрос: так как нам определить погрешность приборов учета? Вторая – утверждение: нормальный прибор работает, как его ни смонтируй. Третья – жалоба: нас обязывают ставить только такие-то приборы, а все другие считаются неподходящими. Рассмотрим каждую из категорий этих откликов (которые можно обозначить как «непонимание», «заблуждение», «проблема») по отдельности. И начнем, разумеется, с первой.

На практике достаточно часто показания расходомеров в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения (речь здесь идет о системах закрытых или об открытых в моменты отсутствия водоразбора) не совпадают. Величину этого несоответствия, то есть разность показаний по непонятным причинам очень часто называют погрешностью. И если эта разность-«погрешность» велика, представители энергоснабжающих организаций отказываются принимать показания приборов учета, считая их вышедшими из строя. При этом ссылаются на п. 5.2.4 Правил учета тепловой энергии и теплоносителя. Правы ли они? Попробуем разобраться.

## Физика

Как известно, «типичный» расходомер (о таких мы и будем говорить далее) измеряет объем прошедшей через него жидкости. Однако объем жидкости (в системах теплоснабжения это чаще всего вода) – величина непостоянная. Если взять некоторое количество воды и нагреть его – объем увеличится, если охладить – уменьшится. Неизменной останется только масса. Все мы проходили это в школе на уроках физики, но не все, к сожалению, помним об этом.

Рассмотрим для примера некую систему теплоснабжения, где на «входе» (в подающем трубопроводе) температура воды составляет 95°C, на «выходе» (в обратном трубопроводе) – 70°C; давление – 0,6 и 0,4 МПа соответственно. Допустим, в систему «вошло» 1000 м<sup>3</sup> воды. По справочнику (например, по таблицам ГСССД 98-86) определяем, что при температуре 95°C и давлении 0,6 МПа плотность воды составит 962,16 кг/м<sup>3</sup>. Значит масса наших 1000 м<sup>3</sup> будет равна 962 160 кг.

Пройдя через систему, вода остывает, давление уменьшается. При 70°C и 0,4 МПа плотность воды – 977,9126 кг/м<sup>3</sup>. Поскольку масса (962 160 кг) сохраняется, изменение плотности ведет к изменению объема. Объем наших 962 160 кг на выходе из системы станет равным 983,89 м<sup>3</sup>, то есть уменьшится примерно на 1,6%. Таким образом, даже если бы мы располагали идеальными расходомерами с нулевыми погрешностями (в жизни таких не бывает!), то и в идеально закрытой (с нулевыми утечками) системе теплоснабжения получили бы «заметную» разницу ОБЪЕМОВ в подающем и обратном трубопроводах.

Отсюда правило первое: если мы хотим проанализировать разность показаний расходомеров в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения, то это должны быть значения массы, выдаваемые тепловычислителем, а не значения объема, снимаемые непосредственно «с расходомера».

## Метрология

Средства измерений, которые мы используем в реальной жизни, не идеальны и имеют определенные погрешности измерений объема. Возьмем расходомер, у которого по паспорту предел основной относительной погрешности составляет 2%. Если вернуться к нашему примеру, то в подающем трубопроводе такой прибор может «на законных основаниях» показать 1000 ± 20 м<sup>3</sup>, в обратном – 983,89 ± 19,68 м<sup>3</sup>. То есть «в пределе» разность показаний объемов может превышать 5% – и это с «двухпроцентными» счетчиками. К тому же мы учитываем только основную относительную погрешность, а при внимательном чтении документов некоторых приборов можно найти там упоминания и о дополнительных погрешностях, которые, впрочем, по сравнению с основной должны быть незначительными.

Понятно, что чем больше разность температур в подающем и обратном трубопроводах, тем больше будет разность объемов теплоносителя в них. Сразу заметим: вероятность того, что в какой-либо системе один расходомер выдаст максимально допускаемые показания, а второй – минимально допускаемые, ничтожно мала, поэтому использовать наш пример для установления каких бы то ни было критериев оценки работы приборов не следует.

При изучении показаний теплосчетчика в узле учета мало у кого найдутся при себе таблицы ГСССД или иные справочники по

■  
Как сделать учет теплоносителя в системах теплоснабжения максимально точным?

При этом следует, в частности, иметь в виду, что погрешность, которая есть у всех приборов, и разность показаний в подающем и обратном трубопроводах – совершенно разные и не связанные друг с другом явления.

плотности воды. Вот почему оценивать, как мы уже говорили, нужно не разность объемов, а разность масс теплоносителя, поскольку она не зависит от температур и давлений. Как правило, теплосчетчики измеряют массу, и измеренные значения сохраняются в их архивах. Чаще всего погрешность измерений массы вычислителем теплосчетчика численно совпадает с погрешностью измерений объема преобразователями объема. Однако в отношении каждого конкретного типа счетчиков этот вопрос следует обязательно уточнять.

Это и есть второе правило: при сравнении масс теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения нужно принимать во внимание не погрешности измерений объемов расходомерами, а погрешности измерений массы теплосчетчиками (тепловычислителями).

Что касается допустимой разности показаний, то на практике ее обычно считают равной удвоенной погрешности канала из-

мерений массы, что вполне доступно для понимания. Но с точки зрения науки метрологии эта разность не должна превышать корень квадратный из суммы квадратов величин погрешностей обоих каналов. Таким образом, если мы используем теплосчетчик, измеряющий массу теплоносителя с погрешностью не более 2%, то «для практиков» разность показаний масс в подающем и обратном трубопроводах не должна превышать 4%, «для ученых» – всего 2,83%.

#### Законодательство

Что же делать, если массы «разошлись» очень сильно? Как правило, ЭСО в таком случае не принимает показания теплосчетчика, ссылаясь на п. 9.10 Правил учета: приборы, дескать, работают за пределами норм точности, установленными в разделе 5. На самом деле такое утверждение не корректно.

Дело в том, что в разделе 5 данных Правил установлены требования к метрологическим характеристикам приборов учета, в

## ВЫБОР ОЧЕВИДЕН

ЭЛЕКТРОННЫЕ СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

# СЭТ и ГАММА

- ✓ ОДНОФАЗНЫЕ
- ✓ ТРЕХФАЗНЫЕ



СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

## ФОРСАЖ INVERTER

Все виды оборудования  
для электродуговой сварки  
на ток от **160** до **500 А**





**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
РЯЗАНСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД**

[www.grpz.ru](http://www.grpz.ru)

тел.: (4912) 29-84-53  
(многолинейный)

факс: (4912) 29-85-16

e-mail: [info@grpz.ru](mailto:info@grpz.ru)

частности, к погрешностям измерений объемов и масс теплоносителя. И здесь мы, наконец, подходим к изначально поставленному вопросу: а как определить (рассчитать, оценить) погрешность средств измерений в узле учета? Ответ однозначен и прост: НИКАК!

Ведь «погрешность» и «разность показаний» – это абсолютно разные и не имеющие четкой взаимосвязи явления. Простой пример: если разница показаний нулевая, то означает ли это, что оба расходомера демонстрируют нулевые погрешности? Конечно, нет, ведь уравнение с двумя неизвестными ( $x - y = 0$ ) имеет бесконечное множество решений. Два прибора, даже установленные на одну и ту же трубу, могут «врать» на 1, 5, 10, 100, 1000% – но если они оба «врут» одинаково, то разность их показаний будет равна... нулю.

А погрешность – это разница между показаниями средства измерений и ИСТИННЫМ значением измеряемой величины. Но истинное значение – абстракция, мы его никогда не знаем. И если бы знали, то зачем нам нужны были бы расходомеры? Если бы мы умели определять погрешность в узлах учета, то для чего нам были бы нужны метрологические лаборатории? В условиях этих лабораторий истинное значение мы заменяем неким эталоном и определяем погрешность в результате научно обоснованной и строго регламентированной процедуры – метрологической поверки. И определить ее каким-либо иным образом невозможно ни с практической, ни даже с философской точки зрения.

Ну, а указаний по поводу допускаемой разности показаний двух расходомеров (или разности масс теплоносителя) в закрытой системе теплоснабжения ни в одном современном нормативном документе, к сожалению, не содержится.

### **Выводы**

Итак, определить погрешность расходомеров в узле учета невозможно никак, никогда и ни при каких условиях. Погрешность средства измерений определяется в результате его метрологической поверки. Значение этой погрешности заносится в паспорт средства измерений или иной документ и должно считаться таковым до момента следующей (очередной или внеочередной) поверки, в ходе которой оно может быть подтверждено или опровергнуто.

Нулевая разность масс (а тем более – объемов) по показаниям расходомеров в закрытой системе теплоснабжения не только

не говорит об их «абсолютной точности», но и должна наводить на подозрения в фальсификации результатов учета.

Разность масс в пределах, обозначенных выше в главе «Метрология», скорее всего, свидетельствует об исправности и нормальной работе приборов учета. Однако, как ни парадоксально это звучит, существует мизерная вероятность того, что приборы неисправны, но «врут» почти одинаково.

Разность масс, превышающая обозначенные выше значения, скорее всего, свидетельствует о неисправности приборов учета, причем каких (какого) именно – определить по этой разности невозможно. Речь здесь идет не только о дилемме: расходомер в подаче или расходомер в обратке. Поскольку масса измеряется при помощи не одних только расходомеров, а «комплексов» или «каналов», в состав которых входят расходомер, термометр, датчик давления (не всегда), а также вычислитель, то причина неисправности может скрываться в любом из элементов такого измерительного канала, и для ее локализации нужно проанализировать все показания.

Кроме того, «выходящая за рамки» разность показаний может быть обусловлена и сугубо объективными причинами: несоответствием условий эксплуатации приборов установленным для них требованиям, неправильным монтажом (в том числе линий связи преобразователей с вычислителем), плохим качеством теплоносителя (высоким содержанием твердых включений или воздуха) и т.д. В таких случаях поверку в лаборатории приборы пройдут успешно, но, будучи возвращенными на объект, снова начнут демонстрировать «неприемлемые» показания.

Есть, к сожалению, и еще одна проблема. Мы не раз уже писали о том, что состояние метрологической службы в нашей стране таково, что можно без проблем сертифицировать, а в дальнейшем продавать и успешно поверять даже откровенно некачественные приборы. Разобраться с таким оборудованием ни потребителю, ни даже поставщику тепла практически невозможно. На объекте эти счетчики «показывают пальцем в небо». Но поверку они проходят успешно: либо вследствие низкого качества поверочного оборудования, либо по причине недостаточной квалификации персонала лаборатории, либо (что тоже бывает) из-за того, что производитель сумел утвердить «хитрую» методику поверки, реализуемую только с использованием собственного «специального»



оборудования и/или программного обеспечения.

Таким образом, наблюдая за показаниями приборов в узлах учета, про их погрешности и их исправность мы можем и должны говорить лишь то, что когда-то сказал Сократ (по другому, конечно же, поводу): я знаю, что я ничего не знаю. Многие, к сожалению, не знают (и не хотят знать!) и этого. В результате поставщики тепла, необоснованно ссылаясь на не имеющие отношения к рассматриваемой проблеме пункты Правил учета, наказывают потребителя, добросовестно приобретшего сертифицированные и поверенные счетчики.

### **Рекомендации и фантазии**

Но где же выход из сложившейся ситуации? Что делать, если разность масс теплоносителя в закрытой системе превышает «научно обоснованные» пределы. И, главное, кто именно должен принимать меры, нести ответственность и т.д.? Решение видится нам только в образованности всех участников процесса купли-продажи тепловой энергии и взаимопонимании между ними.

Мы уже писали когда-то (см. «ККР» № 8'2010), что в сфере теплоучета существует четыре стороны, каждая со своими интересами. В их числе поставщик тепла, который заинтересован получить за тепло больше, и потребитель тепла, который желает заплатить за тепло меньше. Кроме того, это производитель приборов учета, задача которого – убедить и поставщика, и потребителя покупать именно его продукцию. И, наконец, это государство, которое контролирует качество производимых приборов учета и качество их метрологического обслуживания.

Государство, разумеется, должно установить для всех сторон четкие «правила игры» и жестко следить за их соблюдением. Производитель обязан выпускать только качественные приборы учета (иначе государство его накажет). А потребитель и поставщик тепла должны понимать, что в их отношениях заработок одного – это всегда убыток другого. И для исключения «неправедных», то есть основанных на ложных показаниях заработков и убытков (а в роли пострадавшего может оказаться любая из сторон, так как если счетчик «врет», то неизвестно, в чью именно пользу) в учете должны применяться только качественные исправные приборы, выполняющие измерения в рамках допустимых погрешностей. И если разность показаний наводит на «тревожные мысли», то

беспокоить это должно не только поставщика тепла, но и потребителя! И поставщик, формально не имея права «выбраковывать» такой узел учета, может и должен убедить своего абонента сдать счетчики во внеочередную поверку. Потребитель же, в свою очередь, может и должен сделать это сам (известив поставщика), как только заметит ту самую «подозрительную разность». Потому что, повторимся, неисправный или некачественный прибор «наказать» может как ту, так и другую сторону.

Но прежде, чем демонтировать счетчики и везти их в лабораторию, стоит удостовериться, что на объекте на самом деле отсутствуют утечки или подмеси, что приборы смонтированы в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями, трубопроводы не засорены, а протекающий по ним теплоноситель имеет должное качество. Если все в порядке, и приборы проходят поверку, но разность показаний все равно находится «за рамками», должен возникнуть вопрос к качеству поверки. И, вероятно, решить его может не только государство, но и поставщик тепла, выбрав и рекомендуя потребителям по-настоящему грамотных и хорошо оснащенных поверителей либо оборудовав собственную серьезную лабораторию и набрав для нее квалифицированный персонал. А по поводу приборов, которые будут «проваливать» испытания в такой лаборатории, должны возникать вопросы к производителю, а также к тем представителям государственных служб, которые эти приборы сертифицировали.

Очевидно, что если потребители и поставщики тепла придут к взаимопониманию и описанный выше процесс начнется, ситуация с приборным учетом пусть не сразу, но постепенно нормализуется. К сожалению, пока что поставщикам гораздо проще не вникать в проблемы потребителей, а наказывать их (не без собственной выгоды), бракуя направо и налево честно установленные приборы учета. Потребители же, не обладая в достаточной мере знаниями и традиционно не доверяя государству, не спорят и терпеливо платят за «отсутствие учета», за поверку, за монтаж-демонтаж и снова за «отсутствие учета».

Выходит, реальней дожидаться, когда первый ход сделает государство? А может, добросовестные производители предпримут реальные шаги к тому, чтобы вытеснить с рынка недобросовестных коллег? Вопросы сложные... Но мы все же надеемся, что данная статья сможет подтолкнуть кого-нибудь (поставщиков, потребителей, чиновников, производителей) к их решению. □