

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И УЧЕТА ОБЪЕМОВ ВОДЫ

Санкт-Петербург

Создание современной, эффективно работающей структуры водопроводно-канализационного хозяйства в сложившихся экономических условиях невозможно без системы управления водными потоками, базирующейся в свою очередь на системе измерения и учёта.

Основой этой системы являются проведение измерений и учёта воды:

- забираемой из источника,
- используемой в технологическом процессе,
- подаваемой водопроводными станциями в город,
- потребляемой абонентами,
- сбрасываемой абонентами ВКХ в канализационную сеть,
- сбрасываемой предприятиями ВКХ в открытые водоемы.

Нельзя сказать, что проблема учёта воды новая, т.к. водосчетчики, даже по старым строительным правилам, в обязательном порядке устанавливались на входе всех жилых зданий и промышленных объектах. В 60-е годы эти приборы почти везде у основных абонентов водопроводной сети имелись. Но существующая экономическая политика в то время не способствовала и не позволяла обслуживать приборы учёта на должном уровне. Цена на воду была так мала, что выгоднее было, не имея прибора учёта платить по расчетным показателям. Применялись устаревшие модели водосчетчиков. Поэтому парк этих приборов к 1990 году пришел в негодность, а к моменту, когда вода стала товаром, имеющим цену соответствующую затратам на ее подготовку и поставку, из-за несоответствия стандартам были сняты с производства водосчетчики типа ВТ и ВКМС завода «Ленводоприбор», а они составляли основной парк водосчетчиков Ленинграда.

Вышедшие в 1993 году новые «Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации» существенно помогли разрешить ситуацию. Возложение ответственности за наличие и исправность водосчетчиков на абонентов позволило им по согласованию с организациями водопроводно-канализационного хозяйства устанавливать у себя прибор учёта воды. Одновременно, Госстандартом России было сертифицировано большое количество водосчетчиков иностранных фирм. В настоящее время можно с уверенностью сказать, дефицита водосчетчиков нет.

Оценка эффективности установки современных средств измерений на узлах учёта в бюджетных организациях Санкт-Петербурга (3128 шт. установлено в 1998 году), проведенная в 2000 году показала, что учёт, основанный на результатах измерений, привёл к значительному снижению водопотребления — на 4,7 млн. м³/год. При анализе сравнивалось водопотребление 1999 года с базовым водопотреблением 1997 года.

Таким образом, экономия бюджетных средств по оплате услуг водоснабжения и водоотведения составила: в 1999 году - 20,8 млн. руб., в 2000 году - 24,2 млн. руб.; в 2001 году — 41,4 млн. руб.

Работа над созданием системы учёта объемов воды в Санкт-Петербурге привела к необходимости уточнения понятий: измерение, учёт, «баланс», а также тех задач, которые решаются или могли бы решаться при установке средств измерений расхода и объема воды. К 2001 году в Санкт-Петербурге установлено большое количество счетчиков, расходомеров-счетчиков, получены определенные результаты. Результаты измерений определяются как достоверные, а потребители измерительной информации не испытывают восторга от достоверности и склонны считать, что установленные средства измерений сильно искажают фактические объемы воды.

Анализ создавшейся ситуации показал, что при организации учёта объемов воды, необходимо решать и смежные задачи, связанные с математическими и логическими процедурами по обработке результатов измерений, составлением балансов. Это позволяет выделить три самостоятельных направления со своими задачами и способами их решения:

- система измерений,
- система учёта,
- система балансов.

Наиболее благополучно обстоит дело в области измерений, где основные термины и определения регламентированы Рекомендацией по межгосударственной стандартизации РМГ 29-99 “ТСИ. Метрология, основные термины и определения”, но и здесь следует уточнить значение погрешностей средств измерений, указанных в технической документации и погрешностей результатов измерений, полученных в реальных условиях. На эту тему имеется специальная литература таких известных метрологов, как Селиванов М.Н., Кудряшова Ж.Ф. (ВНИИМ им. Д.И. Менделеева), проф. Новицкий П.В. а также были публикации в 1996 году в журнале “Водоснабжение и санитарная техника”.

Любой счетчик и расходомер-счетчик является средством измерения и как средство измерения, т.е. техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, имеет погрешность.

В нормальных условиях эксплуатации она обеспечивается эталонными средствами измерений, контролируется Госстандартом (при поверке с выдачей свидетельства о поверке) или ведомственной метрологической службой (при калибровке с выдачей сертификата о калибровке).

Дополнительная погрешность также нормируется в технической документации на средство измерения. Как правило, это погрешность от изменения таких влияющих величин, как температура окружающей среды и напряжение сетевого питания. Дополнительные погрешности нормируются и указываются заводом-изготовителем в технической документации на прибор. Эти погрешности контролируются Госстандартом при прохождении средством измерений испытаний и фиксируются в приложении к «Сертификату об утверждении типа средств измерений».

Кроме погрешностей, нормируемых в технической документации на прибор, возникают погрешности измерения из-за несоответствия реальных условий эксплуатации средства измерений паспортным. Для счетчиков и расходомеров-счетчиков факторами, влияющими на погрешность измерений, являются: режим водопотребления, согласование по расходу, несформированность потока, пульсация потока, фазность (наличие в воде воздуха, механических включений), обратный поток. Уменьшение этой погрешности обеспечивается путем устранения воздействия влияющего фактора (установка струевыпрямителей, воздухоотделителей, обратного клапана и т.д.), контролируется ведомственной метрологической службой в процессе проектирования узла учета, что подтверждено работой «Динамика погрешностей средств измерений» Новицкого П.В. и др. Эта погрешность результата измерений не может быть указана в технической документации на средство измерения, а должна оцениваться при организации выбранной методики измерений в рамках проектирования узла учета.

Все рассмотренные выше погрешности должны учитываться при расчете погрешности результата измерения, т.е. отклонении результата измерения от действительного значения измеряемой величины.

В паспорте средства измерения указывается его инструментальная погрешность, а в паспорте узла учета – погрешность результата измерения или погрешность измерения узла учета.

Среди факторов, влияющих на результат измерения, необходимо особо отметить аэрацию жидкости, пульсацию водного потока в реальных условиях. Из литературных источников можно привести немало примеров, каким образом эти факторы влияют на результат измерения расхода и количества воды. Рассмотрим некоторые из этих примеров.

В напорных водоводах всегда содержится некоторое количество нерастворенного воздуха, который попадает туда из источника вместе с водой или засасывается через неплотности в насосе и во всасывающей линии. Приблизительно принято считать, что в водопроводной среде содержится около 2,5 % нерастворенного воздуха при атмосферном давлении и температуре (10-15) °С, (данные проф. Дикаревского В.С.). Еще в 1988 году авторы Кинг и Кингхорн в журнале «Измерения и контроль» (со ссылкой на исследования Национальной технической лаборатории Великобритании (НТЛ) показали, что обычные расходомеры при работе на газожидкостных смесях дают большую погрешность. Так, турбинный расходомер на смеси с содержанием газа в 2 %, завышает реальный расход на 30 %, а турбинный расходомер, проградуированный на однофазной жидкости, может давать погрешность в 50 % и выше, когда в контролируемой среде содержится до 5 % воздуха.

Магистральным направлением измерения расхода многофазных сред является предварительная подготовка самого потока, состоящая в разделении фаз, либо в гомогенизации потока, т.е. выравнивании скоростей движения фаз.

Нестационарным или пульсирующим потоком, по определению Катуса Г.П. в работе «Методы и приборы для измерения параметров нестационарных тепловых процессов», может быть названо течение с периодическими изменениями массового расхода. Такое течение имеет место в трубопроводах, питаемых от объемных насосов. Расходомеры и счетчики, предназначенные для измерения нестационарных расходов, представляют собой динамические системы. Динамические

погрешности, возникающие при измерении нестационарного потока, определяются как частотными характеристиками расходомера, так и частотным спектром измеряемой закономерности расхода. Таким образом, динамическая точность не может быть определена вне связи с конкретным измеренным параметром нестационарного потока.

Один из путей оценки динамических свойств расходомера - это снятие амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик. Установки для динамической градуировки расходомеров рассмотрены в ряде работ Ильина А.А., Федорова А.В., Балалаева В.А.

Важное качество измерения - достоверность измерения. Определения достоверности измерения в законодательном документе нет, и как отмечает Брюханов В.А. в журнале «Законодательная и прикладная метрология» «...мы боремся за достоверность измерений, но так и не отдаем до конца себе отчета в том, что это такое...». В измерительной практике, по наблюдениям проф. Новицкого П.В., термин «достоверность измерений» иногда подменяется термином «точность измерений», а достоверность рассматривается как качественная характеристика, отражающая близость к нулю случайных погрешностей. Тюрин Н.И. в своей работе определяет «достоверность» через обеспечение получения результата, погрешности которого не превышают заданных границ.

С точки зрения практического применения, определение, предложенное Брюхановым В.А., представляется емким, конкретным и удобным: «Достоверность результата измерения – качество измерения, свидетельствующее о получении результата измерения с помощью средств измерений, прошедших в установленном порядке поверку или калибровку, и о соблюдении всех требований к процедуре измерений».

Используемое выражение достоверности учета не имеет отношения к достоверности измерения, т.к. последнее несет совершенно конкретную смысловую нагрузку не подходящую под учет.

Определение достоверности учета, на наш взгляд, следует строить на основе статьи 12 п. 1 Федерального закона о бухгалтерском учете «...Для обеспечения достоверности ... данных учета и отчетности организации обязаны проводить инвентаризацию имущества и обязательств, в ходе которой проверяются и документально подтверждаются их наличие, состояние и оценка», привязав его к конкретным задачам. Для обеспечения достоверности данных учета необходимо проводить контроль (инвентаризацию) объемов воды, в ходе которого проверяются и документально подтверждаются объемы водопоставки и водопотребления, определенные (не измеренные) по разработанным правилам.

Положительный опыт и трудности, возникающие при проведении измерений и организации учета, уже более 5 лет регулярно обсуждаются на международной научно-технической, затем научно-практической конференциях, вначале под председательством П.П. Кремлевского, а в настоящее время – В.И. Лачкова. В трудах этих конференций нашли отражение опыт по установке, эксплуатации и совершенствованию средств измерений расхода жидкости, газа и пара, а также организации коммерческого учета энергоносителей.

Обобщая и анализируя полученные результаты от установленных средств измерений и оценки этих результатов от разных потребителей, можно констатировать, что вопросы организации учета актуальны.

Организаторы учета тепловой энергии раньше столкнулись с необходимостью разделения измерительного и «учетного» аспектов.

«Учетный» или «процедурный» аспект определяется Д.Л. Анисимовым в работе «ГОСТ Р 51649-2000 Что такое теплосчетчик?» тем, что после выполнения измерений их результаты подвергаются математической и логической обработке, обеспечивающей:

- «участие в процессе» параметров, которые нецелесообразно или невозможно измерить;
- исключение недостоверных результатов измерений;
- формирование часовых, суточных или месячных архивов;
- построчную или постолбцовую «сходимость» этих ведомостей.

Следует согласиться с Анисимовым Д.Л., что основой учета являются результаты измерений, что они могут находиться в архивах результатов измерений – но именно измерений, без поправок «в интересах учета». Содержание таких архивов может использоваться для оценки работоспособности самого прибора, для анализа режимов работы систем водоснабжения, в технологических целях.

Результаты измерений, полученные средством (или совокупностью средств) измерений, а не средствами учета, должны использоваться вычислителем (средством учета), который бы обрабатывал эти результаты так, как того требует отчетность.

Совершенно справедливо в работе «Основы теоретической метрологии» Лячнев В.В. и др. уточняется различие между измерительным, и вычислительным преобразованиями:

– измерение направлено на нахождение значения измеряемой величины, т.е. измерительное преобразование заключается в установлении количественных оценок для параметров некоторого заданного, но с неизвестными (неточно определенными) параметрами, сигнала;

– вычислительное преобразование определяет действия над данными, позволяющие с помощью вычислительных машин преобразовать некоторый массив данных (исходные данные) в другой массив данных (выходные данные).

Формируемые в результате функционирования средства учета отчетные архивы не заменяют архивы результатов измерений – у тех и других разное функциональное назначение.

При учете объемов воды возникает небаланс, к которому приводит целый ряд причин, в том числе наличие в результатах измерений систематических составляющих погрешностей. Об этом пишет проф. Новицкий П.В. Необходимость баланса возникает при учете потоков для взаимных расчетов, расчета технико-экономических показателей и анализе эффективности работы систем водоснабжения и водоотведения.

В ряде работ авторы д.т.н. проф. академик Метрологической академии РФ Новицкий П.В., директор Уральского филиала ЗАО «Промсервис» Анисимов Д.Л., к.т.н., АКХ им. К.Д. Памфилова Фаликов В.С., д.т.н. проф. академик Метрологической академии РФ Кремлевский П.П. и др., приводят немало аргументов в пользу серьезного изучения проблем «баланса».

Для устранения «небаланса», обусловленного средствами измерений, авторы Графова Н.В. и Лупей А.Г. предлагают правила принудительной корректировки результатов измерений:

- фактический «небаланс» не должен превышать максимально возможного значения,
- корректировке подлежат результаты измерений, которые могут служить причиной «небаланса»,
- знак вводимой поправки должен способствовать уменьшению «небаланса»,
- величина поправки прямо пропорциональна погрешностям измерения объемов.

В результате анализа материалов конференций по организации учета объемов воды для повышения точности учета и уменьшения «небаланса» результатов измерений можно рекомендовать:

1. Применять согласованные пары (или группы) средств измерений с близкими индивидуальными характеристиками систематических погрешностей.

2. Для расчета погрешности результата измерений принимать относительную погрешность средства измерения.

3. Учитывать тот факт, что в основе счетчика лежит принцип суммирования многих точек отдельных отсчетов, поэтому случайные погрешности на суточные и месячные показания не влияют и их можно не учитывать.

4. Для узла учета целесообразно знать погрешность в том диапазоне его шкалы, в котором он фактически работает. В правилах поверки принято поверять счетчик в тех же диапазонах расходов, в которых он поверялся при выпуске из производства.

5. Разработать нормативную документацию, рационально определяющую задачи и правила поверки всех блоков счетчиков и методику их расчетной аттестации, т.к. для ведомственной метрологической службы главная задача - устранить расхождения в показаниях счетчиков у поставщиков и потребителей воды.

6. Определить реальные параметры водного потока (наличие воздуха, механических включений, нестабильность и т.д.) при поверке и в условиях эксплуатации.

7. После выполнения измерений, их результаты подвергать математической и логической обработке.

8. Измерительные и процедурные функции целесообразно разделить и оформить. Баланс может быть обеспечен путем принудительной корректировки результатов измерений при соблюдении определенных правил.