**Особенности измерений расхода и объема энергетических и сырьевых ресурсов.**

Р.В. Чернышов (мастер ЦТАИ КЦ-2) «Башкирские распределительные тепловые сети - Нефтекамск»

В связи с постоянным ростом цен на энергоносители, сырьевые ресурсы и с целью рационализации их использования предприятия энергосистемы обязаны уделять пристальное внимание учету производимых и потребляемых энергоресурсов. Так же необходимо руководствоваться основными приоритетными направлениями, указанными правительством Российской Федерации: о стремлении к энергоэффективности и энергосбережению.

В первую очередь решение этой задачи заключается в повышении точности измерения расхода и количества среды при коммерческом учете сырьевых потоков, необходимого для осуществления взаимных расчетов между поставщиком и покупателем.

В основе нормативной базы, определяющей требования государственной системы обеспечения единства измерений, лежит Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» [1], принятый в 1996 году. Согласно статье 9 этого Закона измерения должны осуществляться в соответствии с аттестованными в установленном порядке методиками.

Основополагающими в области метрологического обеспечения измерений расхода и количества энергоносителей и сырьевых ресурсов (вода, перегретый пар, природный газ, нефтяной газ и др.) являются документы, посвященные применению измерительных комплексов на базе сужающих устройств: ГОСТ 8.586.(1-5)-2005, РД 50-411-83 [2]; турбинных, вихревых и ротационных преобразователей: ПР 50.2.019-2006 [3].

**Расходомеры метода переменного перепада давления**

В данный момент самым распространенным на энергопредприятиях методом учета расхода количества среды является метод переменного перепада давления. Этот метод общепризнан и кажется не имеет альтернативы, так ли это?

Измерительный комплекс учета расхода среды основанный на методе переменного перепада состоит из сужающего устройства, устанавливаемого в трубопроводе для создания перепада давления до и после него, датчика переменного перепада давления, датчика давления среды и соединительных (импульсных) трубок, датчика температуры среды устанавливаемого в защитной гильзе врезаемой в трубопровод ( в среднем место установки датчика температуры 20Ду после СУ ).

Действие расходомеров переменного перепада основано на возникновении перепада давлений на сужающем устройстве в трубопроводе при движении через него потока жидкости или газа. При изменении расхода величина этого перепада давлений также изменяется. В расчетах учитываются также температура и давление среды.

Наиболее простым и распространенным сужающим устройством является диафрагма.

Сужающее устройство расходомера переменного перепада давлений является первичным преобразователем, в котором расход преобразуется в перепад давлений. Промежуточными преобразователями для расходомеров переменного перепада давлений служат датчики переменного перепада. Датчики переменного перепада давления связаны с сужающим устройством импульсными трубками и устанавливаются в непосредственной близости от него.

К достоинствам следует отнести простоту конструкции преобразователя расхода и возможность поверки беспроливным методом, т.е. при отсутствии аттестованных проливных стендов. Данная возможность обусловлена наличием наиболее полной научно-технической, в том числе – стандартизованной информации по данному методу измерения.

Недостатками этого метода являются малый диапазон измерения не превышающий значения 1:3. а в настоящее время, с появлением многопредельных «интеллектуальных» датчиков давления, увеличившийся до 1:10. Необходимость наличия перед сужающим устройством прямых участков длиной не менее 10 диаметров условного прохода (Ду) трубопровода, а в ряде случаев (при установке СУ после местных гидравлических сопротивлений) достигающих значений 60Ду и более а также после СУ от 5 до 10Ду. Межповерочный интервал составных частей узла учета – 1 год, а измерительного комплекса в индивидуальном порядке от 1 раза в год до одного раза в 3 года.

**Особенности эксплуатации**

За счет существующих схем подсоединения датчиков переменного перепада давления к диафрагме - вентильного блока результаты измерений могут быть искажены неправильным открытием (закрытием) вентилей. Так же существует возможность при ошибочной манипуляции с вентильным блока допустить перегрузку датчика, и тем самым вывести его из строя. Нет никаких гарантий, что обслуживающий персонал не нарушит установленного порядка операций с вентилями, как показывает опыт, такие нарушения имеют место.

Один их путей решения данной проблемы - отказаться от применения в схемах подсоединения датчиков перепада давления - вентилей как таковых. Существуют безвентильные блоки подсоединения датчиков перепада давления к диафрагме - безвентильные менифольды [4]. Блок безвентильный керамический ББК" отвечает техническим требованиям ТУ.У.23272132.006-2000 Такой блок заменяет обычный вентильный блок. Блок монтируется на металлической платформе, с помощью которой он непосредственно соединяется с датчиком перепада давления. Для каждого типа датчиков имеется своя платформа, безвентильный блок может работать с любым типом датчиков перепада давления. Имеются две модификации безвентильного блока: ББК-1 - 353 для подсоединения датчиков давления и ББК-2 - для подсоединения датчиков перепала давления Основные технические характеристики блока: номинальный перепад давления - до 630 кПа; номинальное давление измеряемой среды - до 4 МПа; рабочая температура от - 30°С до 80°С. Гарантированное количество переключений - не меньше 50000.

Применение безвентильного блока исключает возможность искажения результата измерения расхода, кроме того исключена перегрузка датчиков при ошибочном переключении вентилей, имеется возможность проверки датчика на нуль без его демонтажа.

Применение рассматриваемого блока в схеме расходомера переменного перепада давления позволяет повысить точность и надежность измерения расхода и количества энергоносителей.

К одному из существенных недостатков следует отнести нарушение целостности трубопроводов при установке (снятии) в них сужающих устройств. и как следствие необходимость опорожнения трубопровода для проведения ремонтов. Так же из за аварийных режимов (гидроударов и.т.п.) или нарушении технологии установки возможна разгерметизация и появление свищей на СУ, так же возможно появление свищей гильз датчиков температур. В моей практике был случай образования свищ на гильзе температурного датчика в общем коллекторе прямой сетевой воды. Заменить гильзу без сброса давления невозможно, требуется останов всей водогрейной части котельной, а как это сделать в самый разгар отопительного сезона когда а улице – 20 оС? Конечно проблема была успешно решена, но факт в том что такой «пустяковый» элемент как защитная гильза может создать серьезные технические проблемы. Для обеспечения надежности теплосистемы становиться, очевидна необходимость замены уже установленных гильз на цельноточеные защитные гильзы серии 2002. Стоимость одной гильзы составляет около 5000 руб.

Измерительный комплекс учета расхода среды основанный на методе переменного перепада состоит из элементов, которые в своей совокупности, к сожалению, уменьшают общую надежность системы. Ремонт и обслуживание данного измерительного комплекса имеет высокую трудозатратность, и сравнительно маленький межповерочный интервал. Более того проведение ремонта, снятие для проведения поверки СУ требует изменение режима работы трубопровода, сброса давления и опорожнение от теплоносителя.

Если рассматривать измерительный комплекс с точки зрения энергосбережения то в общем электропотребление комплекса составляет 83 VA , к примеру у современных расходомеров электропотребление составляет от 10 до 50 VA.

При организации учета энергоносителей необходимо иметь в виду, что условия эксплуатации оказывают существенное влияние на метрологические характеристики средств измерений. У измерительных комплексов учета расхода основанных на методе переменного перепада давления существует 30% зона в начале шкалы. В этом диапазоне величина погрешности измерительного комплекса не нормируется.

Так в моей практике был случай: коммерческий узел учета пара рассчитан на максимальный расход 4 т/ч , давление пара 10 кгс/см2. Один из потребителей отказался от потребления пара, нагрузка снизилась до 1 ÷ 2 т/ч что привело к тому что система измерения расхода пара стала работать в 30 % зоне нечувствительности измерительного комплекса [5]. Совместно с инженером метрологом было разработано техническое решение о снижении предела максимального расхода узла учета пара до 2, 5 т/ч и после одобрения руководством реализовано. Это позволило наиболее оптимально учитывать расход пара, эффективность перехода на другой диапазон измерений составил 19 Гкал в сутки, с прежним диапазоном измерений это просто не учитывалось. К сведению: для перехода на другой диапазон пришлось приобрести новое СУ стоимость которого составляет 18000 руб. , экономия от перехода в связи с более точным учтем теплоносителя составляет 9876 рублей без учета НДС в сутки.

Требования к современному расходомеру.

Из всего вышеперечисленного следует, что измерительный комплекс должен удовлетворять следующим требованиям:

- учет расхода должен выполняться по аттестованным методикам соответствующим ГОСТ 8.586.(1-5)-2005,

- высокий класс точности,

- высокая надежность работы,

- возможность демонтажа, замены без изменения режима работы трубопровода,

- низкая трудоемкость при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте,

- большой межповерочный интервал,

- токовый и цифровой выходные сигналы.

Все это играет немаловажную роль при учете себестоимости теплоносителя. Необходимо стремиться к уменьшению трудоемкости ремонта, что открывает возможность оптимизации обслуживающего измерительный комплекс персонала.

Пример новое поколение расходомеров . Погружной вихревой расходомеров-счетчик"EMCO" серии V-Bаr., PhD.

Существует целый ряд методик измерения расхода и количества энергоносителей, сырьевых ресурсов при коммерческом учете. Не станем рассматривать их все в этой работе, ввиду большого объема информации. Уверен, каждая из них найдет свое место оптимальной реализации в зависимости от конкретных условий. Я остановил свое внимание на измерительном комплексе, удовлетворяющем вышеперечисленным требованиям это универсальные расходомеры "EMCO" (V-bar, PhD). Универсальные расходомеры фирмы «EMCO» (США) используются для учета расходов сжатого воздуха и практически любых технических газов, насыщенного или перегретого пара, питьевой и технической воды, конденсата, низковязких углеводородов и других непроводящих жидкостей, щелочей, кислот и других химикатов. Диаметры трубопроводов для установки расходомеров - от 12 до 2500 мм. В России эксплуатируются с 1996 года. Расходомеры ЕМСО могут использоваться в комплекте с отечественными вычислителями, например: ИМ-2300, СПТ, СТД (ВТД), ВИС.Т, Карат, а также термометрами и термопреобразователями ТСП, ТПТ, КТСПР, КТПТР датчиками давления КРТ, КРС, Сапфир и др. что позволяет существенно снизить стоимость комплекта оборудования для узлов учета без снижения качества.

Приборы сертифицированы согласно международных и Российских стандартов на данный вид продукции. Высокая точность измерения расходомеров сохраняется постоянной во всем диапазоне, что подтверждают Международный Сертификат Качества ISO 9001, Национальный Институт Стандартов и Технологии США (NIST) [6], Госстандарт России. Использование частотного сигнала, микропроцессорная обработка результата измерения обеспечивают высокую точность и помехоустойчивость в самых сложных условиях применения.

Конструкция расходомера РhD предусматривает возможность извлечения сенсора с электронным блоком без демонтажа расходомера из трубопровода, а расходомер V-Bаr может быть не только снят, но и установлен по технологии «горячей врезки», когда отверстие в трубопроводе прорезается без снятия давления через изолирующий клапан.

Вихревые расходомеры V-Bаr не имеют подвижных частей, нечувствительны к превышению верхнего предела измерения расхода. Использование специальных сплавов значительно уменьшает абразивное влияние среды, и, кроме того, даже коррозия или эрозия тела обтекания не приводят к значительному снижению точности. Высокая точность измерений сохраняется постоянной во всем диапазоне измерений расхода, а частотный вихревой сигнал обеспечивает долговременную стабильность показаний, воспроизводимость и отсутствие дрейфа нуля. Вихревые расходомеры V-Bаr имеют пожизненную калибровку, т.е. метрологические характеристики остаются неизменными в течение всего срока службы расходомера и не требуют какой-либо регулировки или подстройки при периодической поверке.

Особенности и преимущества

- один и тот же расходомер одной и той же стоимости может быть установлен на трубопроводе диаметром как 75, так и 2000 мм.

- высокая температура и давление среды

- пренебрежимо малые потери давления

- отсутствие подвижных частей

- высокая точность измерений в широком диапазоне расходов

- отсутствие дрейфа нуля и высокая воспроизводимость показаний

- простота установки и демонтажа без снятия давления в трубопроводе. (метод монтажа «горячая врезка» позволяет установку и удаление расходомеров без перекрытия трубопровода и остановки технологического процесса; что не только позволяет избежать затрат, связанных с прекращением подачи энергии, но и значительно сокращает трудовые затраты.) [7].

- унифицированный токовый и частотный выходные сигналы (протокол связи HART позволяет использовать расходомеры в автоматизированных системах

управления технологическими процессами.)

- пользовательский интерфейс позволяет программирование расходомеров по месту.

- измерение давления и температуры

- нечувствителен к превышению верхнего предела измерении

- большой межповерочный интервал– 4 года..

Что даёт потребителю применение погружного расходомера:

- снижение расходов на демонтаж и обратную установку

- снижение до 0 (нуля) времени простоя технологического оборудования для проведения регламента

- снижение энергетических затрат за счёт уменьшения сопротивления потоку

- снижение затрат - цена / диаметр трубопровода (экономическая целесообразность применения на трубопроводе от 250 мм)

- унификация оборудования в снижение затрат на ЗИП

- снижение потерь от погрешности измерения на малых расходах

- снижение затрат на метрологическое обслуживание

Стоимость вихревой расходомер-счетчик "EMCO" серии V-Bаr от 188.795 руб., стоимость измерительного комплекса на основе метода переменного перепада давления составит примерно 120000 руб.

**Заключение.**

Применяемые в данный момент измерительные комплексы учета расхода и количества энергоносителей, сырьевых ресурсов основанные на методе переменного перепада давления морально устарели и физически исчерпали свой ресурс. Дальнейшая их эксплуатация может стать причиной неадекватного учета расхода и технических аварий. Ремонт или полная замена составных элементов измерительного комплекса экономически неэффективна, к тому же данные элементы измерительного комплекса уже не соответствуют современным требованиям.

Необходимо внедрение расходомеров нового поколения способных соответствовать вышеперечисленным требованиям, и как следствие - требованиям энергоэффективности и энергосбережения. "Модернизация – это всегда ломка. Технологическая модернизация – создание новых отраслей производства, переход на новые технологии, развитие новых источников энергии, фармацевтическая промышленность, космос, все это - большой объем задач.

Сопротивление чиновников всегда есть, и это не потому, что все чиновники такие плохие. Просто есть определенный консерватизм мышления, люди привыкают жить в определенной системе координат. Кого-то приходится убеждать, кого-то приходится ломать. Так устроена жизнь"- Дмитрий Медведев. [8].

**Список литературы**

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»

2. РД 50-411-83 «Расход жидкостей и газов. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств»

3 ПР 50.2.019-2006 «ГСИ. Методика выполнения измерений при помощи турбинных, ротационных и вихревых счетчиков».

4 Пистун Е.П., Дубиль Р.Я. Учет и экономия природного газа. - Материалы

Форума Междунар. Н.-п. конф. 10-я конф. "Коммерческий учет энергоносителей",

11-я конф. посвящена памяти проф. Кремлевского П.П. "Совершенствование измерений расхода жидкости, газа и пара", Санкт-Петербург: Политехника, 1999, с. 19-29.

5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ТО-1054.

6. Сайт компании «EMCO» http://www.emcoflow.com

7 Монтаж на трубопроводе ( погружного вихревого расходомера V-Bаr (flash-видео): http://depart.infontr.ru/flash8.htm

8. Сайт Первого канала http://www.1tv.ru/news/polit/164799