

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПУЛЬСАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ТАХОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА

**Ионов В.С., Румянцев Н.С.
Научный руководитель – доцент Черненко В.П.**

Дальневосточный федеральный университет

Принятая в 2010 году Директива по энергетическим характеристикам зданий (Directive on the Energy Performance of Building – EPBD) предъявляет достаточно жесткие требования по энергетической эффективности к строительным объектам и инженерным системам.

В России термин «энергосбережение» тоже постепенно приобретает более четкие очертания и нормативно-правовую базу, в частности Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении...», нацеленный, в первую очередь, на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования.

Достичь желаемого эффекта от энергосберегающих мероприятий возможно лишь при осуществлении учета производства, распределения и потребления этих ресурсов. Всесторонний учет энергоресурсов будет иметь положительный эффект не только в сфере их производства (точный контроль производимых энергоресурсов, определение потерь при транспортировке, своевременное обнаружение утечек), но и в сфере снабжения этими ресурсами потребителя. Это позволит потребителю платить за действительно потребленный продукт, что снизит существующую в нашей стране напряженность в отношениях потребителя и поставщика энергоресурсов.

Основными ресурсами, потребляемыми в жилищно-коммунальном хозяйстве являются тепловая энергия, электрическая энергия, горячая и холодная вода. Для целей учета данных ресурсов применяют электросчетчики, теплосчетчики (состоящие из тепловычислителя, комплекта датчиков температуры и давления, а также преобразователей расхода) водосчетчики.

Широкое внедрение приборного контроля распределения и потребления является основным инструментом сбережения такого важного для жизнеобеспечения населенных пунктов и предприятий ресурса как вода. Проанализируем ситуацию по применению в России приборов, предназначенных для учета тепловой энергии и теплоносителя.

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении...», все строительные объекты должны быть оборудованы приборами учета энергетических ресурсов.

Ключевым словом здесь является «энергосбережение», поэтому все приборы и средства учета тепловой энергии и теплоносителя должны обладать достаточной степенью точности и надежности для того, чтобы их использование было оправдано.

Однако практика использования различных типов расходомерных устройств и водосчетчиков показала, что соответствие реальных метрологических характеристик устройства указанным в паспорте, во многом зависит от условий эксплуатации, а межповерочный интервал данных приборов далеко не всегда соответствуют заявленному производителем.

Данные приборы имеют непосредственный контакт с измеряемой средой (водой), следовательно, даже небольшие отклонения эксплуатационных условий от нормативных могут вызвать появление дополнительных погрешностей измерения. В результате работы расходомерных устройств в неблагоприятных условиях уже через несколько месяцев данные приборы приобретают погрешность в показаниях, превышающую допустимую, таким образом становясь метрологически ненадежными. Одним из факторов, оказывающих влияние на метрологические характеристики расходомерных устройств может быть нестабильность потока теплоносителя, наличие пульсаций давления.

Рассмотрим причины возникновения пульсаций давления во внутреннем и внешнем контурах систем теплоснабжения.

В сети магистральных трубопроводов, как и во внутридомовых системах теплоснабжения, присутствует большое количество гидравлических сопротивлений в виде изменения направления движения теплоносителя, увеличения и уменьшения диаметра трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, которые оказывают значительное влияние на относительную погрешность измерений преобразователей расхода в составе теплосчетчиков, установленные в узлах учета тепловой энергии. Отдельная категория гидравлических сопротивлений – это гидравлические регуляторы температуры, давления и расхода теплоносителя. Колебания давления в трубопроводе при работе регулирующих клапанов бывают, как минимум двух видов:

- при изменении расходов жидкости и запаздывающей отработке регулятора;
- и автоколебательные (резонансные) пульсации, когда незначительные изменения параметра усиливаются исполнительным механизмом и заставляют клапан отрабатывать свои же возмущения.

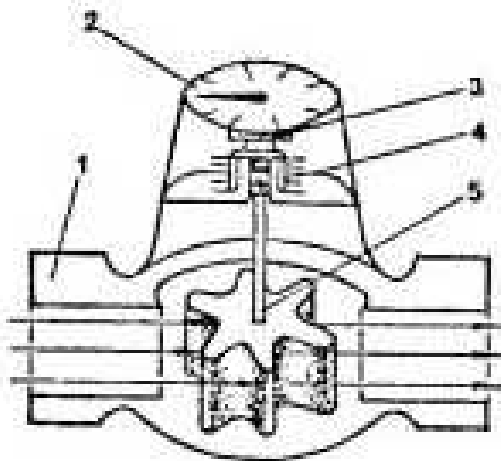
Наличие большого количества различных видов регулирующих клапанов и отсутствие устройств гашения (демпфирования) пульсаций давления и расхода теплоносителя в современных тепловых пунктах создает неблагоприятные условия для работы преобразователей расхода в составе теплосчетчиков.

Помимо пульсаций давления, возникающих во внутридомовом контуре системы теплоснабжения, на относительную погрешность измерений преобразователей расхода так же оказывают влияние и пульсации, возникающие в магистральных трубопроводах системы теплоснабжения. Во время переходного процесса (неустановившегося движения жидкости) из-за изменения сечения трубопровода (вследствие перекрытия сечения трубопровода или его открытия), остановки и пуска насосного агрегата и других элементов трубопроводной системы, сбросе давления и т.д. изменяется скорость движения жидкости. В результате этого возникают волны повышенного и пониженного давления, распространяющиеся по трубопроводу.

Пульсации, возникающие по всем вышеперечисленным причинам влияют на работу не только общедомовых, но и индивидуальных (поквартирных) приборов учета количества теплоносителя. Индивидуальными принято считать приборы с условным диаметром 15 мм. В качестве индивидуальных (поквартирных) приборов учета в России используются в основном тахометрические крыльчатые счетчики горячей и холодной воды. Опыт эксплуатации различных видов расходомерных устройств и водосчетчиков говорит о том, что тахометрические счетчики наименее надежны в существующих условиях эксплуатации систем теплоснабжения нашей страны.

Рассмотрим работу тахометрических счетчиков воды в реальных условиях эксплуатации. На рис. 1 представлена конструкция типового тахометрического крыльчатого счетчика горячей воды. Принцип действия крыльчатого счетчика основан на измерении числа оборотов крыльчатки. Вращение крыльчатки через магнитную муфту передается масштабирующему редуктору отсчетного устройства, который переводит число оборотов крыльчатки к значению объема протекающей воды.

1–корпус; 2–циферблат; 3–счетный механизм; 4–магнитная муфта; 5–рабочее колесо
Рис. 1



моменты времени. В течение дня значения расхода воды не являются постоянными, вода включается потребителями десятки раз, в результате чего крыльчатка счетчика проходит множество циклов запуска и остановки. Из-за малой инерционности, обусловленной особенностями конструкции данного типа приборов учета, и резкими колебаниями в значениях расхода воды, часть расхода, проходящего через измерительный участок, не учитывается. В результате суммарное количество воды, зарегистрированное индивидуальными (поквартирными) приборами, будет меньше количества воды, зарегистрированного общедомовым прибором.

Пульсации давления, возникающие при открытии/закрытии современных смесительных устройств создают дополнительные напряжения в механизме счетчика, что со временем значительно увеличивает погрешность измерений, метрологический отказ прибора учета происходит за период времени, гораздо меньший межповерочного интервала.

Обобщая вышеизложенное, выделим виды возникающих пульсаций давления:

1. пульсации, возникающие при многократном включении воды у потребителей;
2. пульсации, вызванные большими местными сопротивлениями;
3. пульсации, возникающие при работе гидравлических регуляторов, установленных в индивидуальных тепловых пунктах;
4. пульсации, возникающие в магистральных трубопроводах системы теплоснабжения;

Негативное влияние всех этих видов пульсаций, за исключением первого пункта, на погрешность расходомерных приборов возможно устранить путем установки в индивидуальных тепловых пунктах устройств гашения (демпфирования) пульсаций давления. Это снизит погрешность измерений общедомовых приборов учета теплоносителя, заметно увеличит фактический межповерочный интервал и полезный

период эксплуатации. Однако подобное решение не применимо в отношении индивидуальных (поквартирных) приборов учета воды. Очевидным решением в этом случае будет установка индивидуальных приборов, не содержащих в своей конструкции механических частей, контактирующих с водой.

Наиболее пригодны для использования в существующих условиях систем теплоснабжения нашей страны электромагнитные расходомеры. Стоимость таких расходомеров, монтажа, поверки, дополнительного оборудования (тепловычислителя, датчиков температуры) во много раз выше затрат на тахометрические крыльчатые счетчики воды, поэтому в ближайшем будущем не стоит ожидать повсеместного перехода на новый вид приборов индивидуального учета теплоносителя.

Другим решением может стать внесение поправочного коэффициента в показания прибора учета, в зависимости от интенсивности его использования, т.е. от количества пульсаций давления, воспринятых крыльчаткой счетчика воды. Для этого необходимо провести исследования влияния пульсаций давления на метрологические характеристики приборов учета, выделить зависимость повышения погрешности измерения прибора учета от количества пульсаций давления. На данный момент в нашей стране подобные исследования либо не проводились, либо результаты таких исследований не публиковались.

На кафедре ТГСив строительного института ДВГТУ был разработан научно-исследовательский стенд для проведения опытов с целью исследования влияния пульсаций давления на метрологические характеристики расходомерных устройств.

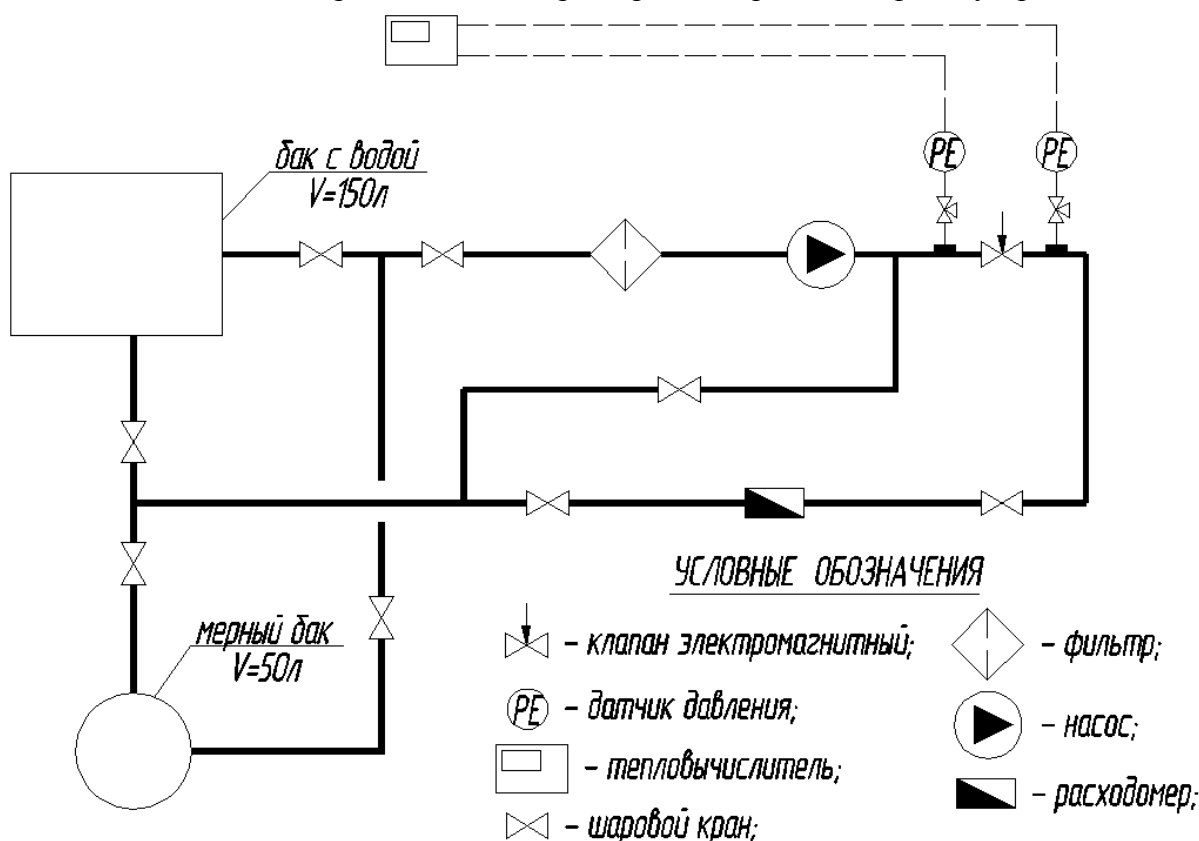


Рис. 2

На рис. 2 представлена схема стенда. В качестве опытных образцов выбраны 10 счетчиков горячей воды из одной партии производителя условным диаметром 15мм. Схема содержит трубы из полипропилена, тем самым исключая возможность появления отложений. Схема так же содержит бак с водой, объемом 150 л, мерный бак, объемом 50л, с помощью которого происходит поверка счетчиков воды. Обе емкости

имеют изнутри покрытие, препятствующее появлению ржавчины. В схеме присутствует электромагнитный клапан, нормально открытый, с помощью которого создаются пульсации давления. Перед клапаном и после клапана установлены датчики давления, подключенные к тепловычислителю. Измеряя перепад давления между показаниями с обоих датчиков, мы получаем величину пульсаций давления, выраженную в Па. В опытах используется дистиллированная вода комнатной температуры с низким содержанием газообразной составляющей. Таким образом из опытов исключается влияние на погрешность измерений счетчиков воды отложений, растворенных в воде газообразных веществ, температурного фактора.

В режиме проведения эксперимента вода циркулирует по контуру: выходя из бака с водой, проходит через клапан, счетчики воды, и поступает обратно в бак с водой. При этом электромагнитный клапан посредством дистанционного устройства многократно закрывается и открывается, создавая пульсации давления, которые регистрирует тепловычислитель. В режиме поверки приборов учета вода из бака проходит через счетчики, наполняя мерный бак. Когда мерный бак наполняется до определенного уровня, насос прекращает подачу воды. Показания счетчиков сравниваются с объемом воды, поступившим в мерный бак, вычисляется погрешность приборов учета.

Результатом данных исследований будет зависимость изменения погрешности прибора учета от прошедших через измерительный участок пульсаций давления. Из полученных зависимостей можно выделить поправочный коэффициент, учитывающий влияние пульсаций давления на погрешность приборов учета. Однако для более полноценной картины необходимо так же исследовать влияние различных типов конструкций смесительных устройств на гидродинамические свойства потока воды. Результаты исследования влияния пульсаций давления на погрешность индивидуальных приборов учета воды, проведенные на научно-исследовательском стенде, позволят оценить перспективу дальнейших исследований в этом направлении.