УЧЕТ ВОДЫ В БОЛЬШИХ ТРУБАХ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Иванова В.Ю.
заместитель
генерального директора

ООО «РемСтройТехно-Сервис», г. Москва

Статья посвящена вопросам организации учета расхода воды в трубопроводах больших диаметров (более 400 мм). Автор описывает различные проблемы, которые существуют на подобных объектах. Особое внимание уделяется сравнению различных типов приборов учета в зависимости от метода измерения и способа монтажа. На основе анализа технических характеристик и свойств существующих в настоящее время расходомеров, результативности их практического применения, автор делает выводы о наиболее перспективных разработках на примере опыта применения одного из таких приборов.

Ключевые слова: погружной расходомер, расходомер воды, учет воды, узел учета воды, коммерческий учет воды.

Расход воды в трубопроводах больших диаметров – один из важнейших параметров, который учитывается при мониторинге состояния оборудования, поддержании оптимального технологического режима, при коммерческих расчетах, связанных с водопотреблением тепловых и гидравлических электростанций, в коммунально-бытовом хозяйстве.

В настоящее время существует большое разнообразие расходомеров жидкости, которые находят широкое применение в разных областях хозяйства. Вместе с тем, при анализе различных типов расходомеров можно обнаружить характерные недостатки, которые ограничивают их применение для измерения расхода воды в трубах больших диаметров. В частности:

- расходомеры переменного перепада давления малопригодны для использования в трубопроводах больших диаметров из-за относительно больших погрешностей, больших габаритов и массы, высокой материалоемкости сужающих устройств, значительных потерь напора и невозможности монтажа и демонтажа без остановки потока;

- для расходомеров с напорными устройствами требуются прямые участки большой длины перед местом установки первичного преобразователя и после него, такие приборы сложны в монтаже и наладке;

- турбинные расходомеры с роторами, устанавливаемыми в поперечном сечении трубы, вследствие наличия в гидравлическом тракте постоянно подвижного элемента требуют постоянного ухода;

- применение вихревых расходомеров с телом, расположенным в потоке, в водопроводных трубах больших диаметров препятствует совпадению частоты свободных колебаний тела с частотой схода вихрей, что приводит к низкой эффективности вихреобразования на малых значениях относительно диаметра трубы;

- ультразвуковые расходомеры моноблочной конструкции капиталоемки, имеют большую массу и требуют для монтажа и демонтажа полной остановки потока в трубе. Ультразвуковые расходомеры с накладными преобразователями не обеспечивают требуемой точности измерений при больших отложениях на внутренних стенках труб и наличии загрязнений. Оба типа приборов чувствительны к наличию пузырьков воздуха в измеряемой среде.

Электромагнитные расходомеры относятся к наиболее перспективным преобразователям расхода проводящих сред (вода и ее смеси). Их принцип действия основан на фундаментальном законе электродинамики – явлении электромагнитной индукции. Универсальность данного метода и широкие функциональные возможности,

которые он обеспечивает позволили создать безынерционный измеритель с линейной градуировочной характеристикой, не зависящей от изменения физико-химических свойств измеряемой среды.

Существенным достоинством электромагнитных расходомеров является отсутствие выступающих или движущихся частей, поэтому такие приборы не нарушают гидродинамической структуры потока и не создают дополнительного гидравлического сопротивления, не требуют постоянного ухода и могут с успехом применяться при измерении расхода жидкостей с примесями и взвесями, кислот, щелочей и многих других загрязненных и агрессивных сред. Электромагнитные расходомеры обладают и рядом других достоинств (подтвержденных почти 50-летней мировой практикой эксплуатации этих приборов), основными из которых являются: высокая надежность и стабильность работы, высокая точность измерений, линейность градуировочной характеристики. К важным преимуществам электромагнитных расходомеров необходимо отнести и следующий фактор: в осесимметричном потоке показания расходомера при одном и том же расходе будут одинаковы как при турбулентном, так и при ламинарном потоке, то есть профиль скоростей не оказывает влияния на показания расходомера.

Благодаря отмеченным достоинствам электромагнитные расходомеры в настоящее время становятся одним из основных средств измерения расхода жидкостей в заполненных трубопроводах. Однако следует иметь в виду, что традиционные электромагнитные преобразователи больших размеров весьма громоздки: масса измерительного расходомера диаметром 2 м достигает 2000 кг. Кроме того, они обладают высокой стоимостью и большой энергоемкостью. Поэтому применять электромагнитные расходомеры для измерения расхода в трубопроводах больших диаметров не всегда экономически целесообразно и удобно. В целом ряде случаев это является непреодолимым препятствием для использования данных приборов.

Однако, принимая во внимание достоинства электромагнитного метода, весьма перспективным следует признать применение компактных, неметаллоемких электромагнитных расходомеров погружного типа. Эти приборы с низким энергопотреблением измеряют расход с нормированными погрешностями в заполненных трубопроводах больших диаметров по методу «площадь-скорость». Данный метод основан на определении объемного расхода жидкости по скорости потока в одной точке (точке средней скорости) поперечного сечения трубопровода и площади последнего согласно ГОСТ 8.361-79.

Применение погружных электромагнитных расходомеров с локальным магнитным полем, то есть полем, создаваемым магнитной системой преобразователя в некоторой области измеряемого потока, является наиболее предпочтительным при измерении расхода жидкости в трубопроводах больших диаметров. Такие расходомеры наряду со всеми достоинствами традиционных электромагнитных расходомеров имеют ряд особых преимуществ: они технологичны, обладают малыми металлоемкостью и энергопотреблением, их монтаж осуществляется без прерывания потока, не требует применения специальной грузоподъемной техники, такелажных работ и может быть выполнен в течение одного рабочего дня, цена комплекта не зависит от диаметра трубы.

Примером такого инновационного типа приборов являются электромагнитные погружные расходомеры F-3500 (рис. 1) производства компании Onicon Incorparated (США), которые поставляются на рынок России уже более пяти лет.



Рисунок 1
Погружные расходомеры F-3500: общий вид.

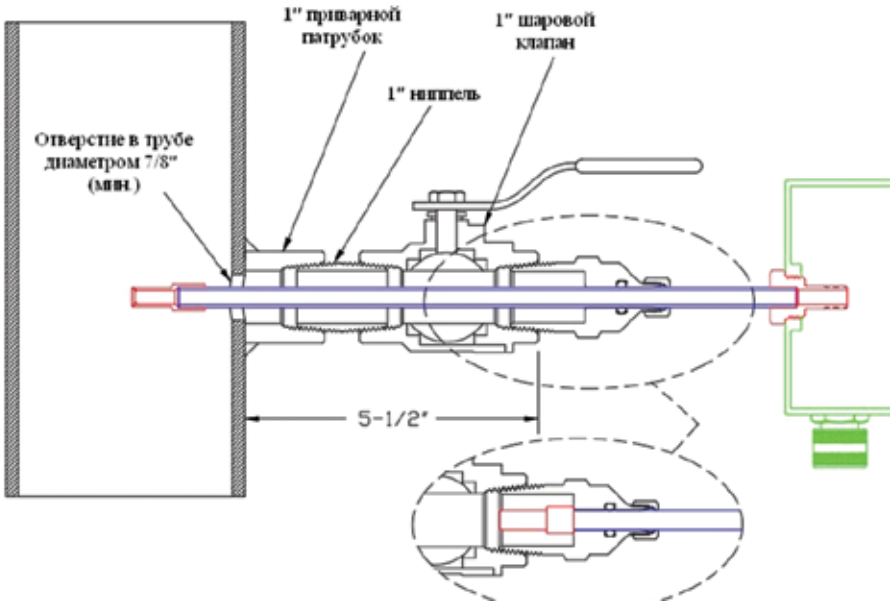


Рисунок 2
Монтажный комплект в разрезе.

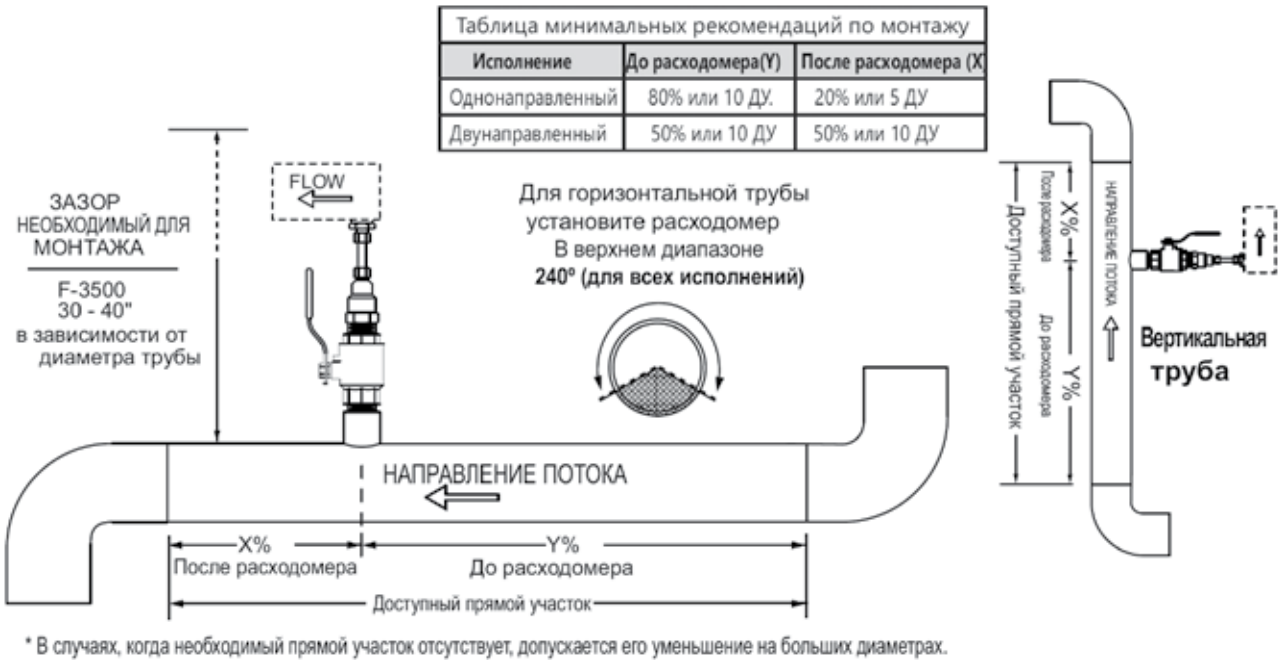


Рисунок 2
Схема монтажа электромагнитного расходомера F-3500.

К их преимуществам можно отнести: небольшие габариты и вес (не более 12 кг в полной комплектации для диаметров труб до 1800 мм); минимальное влияние на измеряемый поток; технологическую прочность; легкую установку в трубопровод с помощью стандартных монтажных комплектов, поставляемых совместно с каждым расходомером (рис. 2).

Погружные расходомеры F-3500 могут быть установлены как на металлических, так и на чугунных, а также пластиковых трубопроводах (рис. 3), имеют встроенную сигнализацию о «пустой трубе» и способность измерять обратные (реверсивные) потоки.

При возможности монтажа/демонтажа на работающем трубопроводе погружные электромагнитные расходомеры F-3500 сохранили



Рисунок 4
Графики показаний погружного электромагнитного расходомера F-3500 и расходомера от другого производителя.



Рисунок 5
Поверка расходомера погружного электромагнитного F-3500 в Казани.

важное преимущество традиционных электромагнитных расходомеров – выходной сигнал, представленный в виде электрической величины 4–20 мА, 0–10 В или 0–5 В, 0–15 В, 0–500 Гц (выбирается пользователем). Расходомеры F-3500 можно без дополнительных преобразователей подключать к системам, предназначенным для измерения и автоматического регулирования, использовать для дистанционной регистрации и управления благодаря совместимости с вычислителями известных российских изготовителей: СПТ, «Эльф», «КАРАТ», ВТД и др.

Электромагнитные погружные расходомеры F-3500 позволяют изучать неустойчивые потоки даже при достаточно высоких частотах изменения скорости, поскольку в основе их работы лежат малоинерционные электрические явления. На рисунке 4 приведен график показаний погружного электромагнитного расходомера F-3500, установленного на одном из заводов в Казани, в сравнении с другим расходомером.

Указанные преимущества обеспечили достаточно широкое применение электромагнитных погружных расходомеров F-3500 на всей территории России, сегодня они с успехом служат на многих объектах: от насосных станций до магистральных сетей теплоснабжения.

Еще один важный фактор, который влияет на выбор расходомера для установки на трубопроводы большого диаметра – это способ поверки, которая должна проводиться регулярно на протяжении всего срока эксплуатации прибора. Для того, чтобы не снимать расходомер, который весит иногда более тонны, некоторыми изготовителями придуман так называемый «имитационный метод», который требует наличия специальных высокоточных приборов и специалистов, умеющих ими пользоваться. Несмотря на то, что подобный метод поверки очень приблизителен и не дает возможности получить точную картину состояния прибора, там, где установлены ультразвуковые расходомеры с врезными датчиками или полнопроходные электромагнитные расходомеры, альтернативы, к сожалению, нет.

Электромагнитные погружные расходомеры F-3500 могут пройти поверку на любой проливной установке в ближайшей к объекту лаборатории (рис. 5). Стоимость поверки – от 8 до 14 тыс. руб., срок – не более 10 дней с учетом доставки в лабораторию и обратно. При этом трубопровод не будет перекрыт ни для демонтажа расходомера, ни в течение срока поверки, ни для его последующей установки.

Литература:

1. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. – Л.: 1989.
2. Киясбейлы А.Ш., Лифшиц Л. Первичные преобразователи систем измерения расхода и количества жидкостей. – М., 1980.
3. Хансуваров К.И., Цейтлин В. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара: Учебное пособие для техникумов. – М., 1990.
4. Корсунский Л.Н. Электромагнитные гидрометрические приборы. – М., 1964.
5. ГОСТ 8.361-79 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы.