

УДК 681.121

К вопросу совершенствования системы измерения количества и показателей качества нефти

К.С. Отев*, **Л.И. Мучкинова**

Ухтинский государственный технический университет, ул. Первомайская, 13, г. Ухта, Республика Коми, 169300, Россия

* E-mail: otev.kirill@mail.ru

Аннотация. В представленной работе описаны принципы работы расходомеров, широко используемых в настоящее время. На основании проработанной информации проведен сравнительный анализ, сделаны выводы о целесообразности использования тех или иных приборов и систем.

Ключевые слова: система измерения количества и показателей качества нефти, расходомер, погрешность, учет

On the issue of improving the system for measuring oil quantity and quality indicators

K.S. Otev*, **L.I. Muchkinova**

Ukhta State Technical University, 13 Pervomayskaya St., Ukhta, Republic of Komi, 169300, Russian Federation

* E-mail: otev.kirill@mail.ru

Abstract. The paper describes the principles of operation of flow meters that are widely used at present. Based on the presented information, a comparative analysis was carried out, conclusions were drawn about the advisability of using certain devices and systems.

Keywords: system for measuring the quantity and quality indicators of oil, flow meter, error, accounting

Прием нефти на нефтеперерабатывающий завод является одним из самых ответственных этапов в получении качественного продукта. Главной задачей системы измерения количества и показателей качества нефти является отображение количества и качества принятой нефти. Компонентом системы учета сырья при товарно-транспортных операциях являются измерители расхода нефти и нефтепродуктов, занимающие важное место среди средств предоставления первичной информации. С их помощью решаются такие задачи, как учет количества вещества, информация о величине текущего расхода, формирование первичного сигнала для автоматического поддержания заданного значения расхода и т.д. Поэтому, товарно-транспортные и метрологические службы заинтересованы в качественных и достоверных показаниях расходомеров, так как снижение погрешности измерений влечет за собой положительный экономический эффект.

В представленной работе описаны принципы работы расходомеров, широко используемых в настоящее время. На основании проработанной информации проведен сравнительный анализ, сделаны выводы о целесообразности использования тех или иных приборов и систем.

На рассматриваемой системе коммерческого учета нефти и нефтепродуктов в узле расхода вещества эксплуатируются турбинные расходомеры фирмы «Emerson» с основной погрешностью измерения расхода 0,5%. Принципиально турбинные расходомеры выполнены в виде трубы, в которой расположена винтовая турбина, как правило, с небольшим перекрытием лопаток одной на другую. В проточной части корпуса расположены обтекатели, перекрывающие большую часть сечения трубопровода, чем обеспечивается дополнительное выравнивание эпюры скоростей потока и увеличение скорости течения. Кроме того, происходит формирование турбулентного режима течения.

Преобразование скорости вращения турбины в количественные значения количества прошедшей нефти осуществляется путем передачи вращения турбины через электромагнитный элемент на счетный механизм, в котором путем подбора пар шестеренок обеспечивается линейная связь между скоростью вращения турбины и количеством пройденной нефти [1].

Другим методом получения результата количества пройденной нефти в зависимости от скорости вращения турбины является использование для индикации скорости магнитоиндукционного преобразователя. Лопатки турбины при прохождении

вблизи преобразователя возбуждают в нем электрический сигнал, поэтому скорость вращения турбины и частота сигнала с преобразователя пропорциональны. При таком методе преобразование сигнала осуществляется в электронном блоке так же, как и вычисление объемов прошедшей нефти. Для обеспечения взрывозащищенности счетчика блок питания выполняется с взрывозащитой.

В свою очередь, применение электронного блока упрощает вопрос расширения диапазона измерения счетчика, так как нелинейность характеристики счетчика, проявляющаяся на малых расходах, легко устраняется применением кусочно-линейной аппроксимации характеристики. Данный тип расходомеров применяется в трубопроводном транспорте с середины 70-х годов прошлого столетия и имеет значительные недостатки. Во-первых, в конструкции расходомера имеются подвижные составляющие, которые подвержены абразивному воздействию, и со временем, изнашиваясь, приводят к увеличению погрешности измерений. Во-вторых, в процессе эксплуатации и планового обслуживания расходомера, установленного непосредственно в объем нефтепровода, возникает необходимость замены роторов, что вызывает неудобства, особенно, при непрерывных процессах перекачки. В-третьих, турбина и фильтры создают дополнительные гидравлические сопротивления, что негативно сказывается на эксплуатационных характеристиках нефтепровода. Из достоинств можно выделить относительно простую конструкцию, довольно большую точность измерений и высокую надежность работы [3].

Ультразвуковыми расходомерами называют расходомеры, принцип действия которых заключается в измерении какого-либо эффекта, создающегося при прохождении акустических колебаний сквозь поток жидкости или газа. Большинство акустических расходомеров работает в ультразвуковом диапазоне. Ультразвуковые расходомеры подразделяются на: расходомеры, работающие по принципу перемещения акустических колебаний движущейся средой и расходомеры, работающие на принципе эффекта Доплера.

Наибольшее применение получили расходомеры, сконструированные на принципе измерения разности времени прохождения акустических колебаний по направлению потока и против потока измеряемого вещества. Приборы, в которых акустические колебания проходят перпендикулярно к потоку и измеряется величина отклонения этих колебаний от первоначального направления, встречаются редко. Приборы, работающие на явлении Доплера, используются для измерения местной

скорости потока, реже - для измерения расхода вещества и имеют более простые измерительные схемы. Кроме вышеуказанных разновидностей расходомеров, разработаны длинноволновые акустические расходомеры, работающие в звуковом диапазоне частот акустических колебаний. Ультразвуковые расходомеры, как правило, используют для измерения объемного расхода вещества, но при добавлении в конструкцию расходомера, реагирующего на плотность измеряемого вещества акустического преобразователя, возможно измерение массового расхода.

Погрешность измерения ультразвуковых расходомеров находится в пределах от 0,1 до 2,5 %. Чаще всего такие расходомеры используют при измерении расхода жидкости, так как газы имеют низкое акустическое сопротивление, что приводит к сложности получения интенсивных звуковых колебаний. Ультразвуковые расходомеры отличаются по устройству первичных преобразователей и по используемым измерительным схемам. Высокие частоты акустических колебаний (0,1 -10 МГц) используются для измерения расхода чистых жидкостей. Для измерения загрязненных сред частоты колебаний значительно уменьшают до нескольких десятков кГц, чтобы предотвратить поглощение и рассеяние акустических колебаний [4]. На основании вышеизложенных описаний и характеристик приборов, проведем сравнительный анализ турбинных и ультразвуковых расходомеров по их основным показателям. Погрешность измерений. Турбинные расходомеры обладают относительно высокой точностью, погрешность данного типа приборов составляет порядка 0,5% (на примере счетчиков «Emerson»). В то время как образцы ультразвуковых расходомеров для коммерческого учета достигают порядка 0,15% (на примере четырехлучевой версии расходомера «Emerson» серии «Daniel» для коммерческого учета нефти и нефтепродуктов).

Диапазон измерений. При падении расхода качество измерений турбинного счетчика значительно снижается, в то время как качество измерений ультразвуковым расходомером не зависит от значения расхода.

Удобство эксплуатации, монтажа и необходимость установки дополнительного оборудования. В турбинных счетчиках необходимы выпрямители жидкости или прямолинейные участки перед счетчиком, что не всегда представляется возможным. Также в большинстве подобных расходомеров отсутствуют электронные вычислители, нет автономной системы, диагностирующей качество измерений. При эксплуатации ультразвуковых расходомеров нет необходимости в выпрямлении потока жидкости, что

удобно при использовании в сложных системах, где невозможно устанавливать прямолинейные участки большой протяженности.

Надежность. Как отмечено выше, во всех турбинных расходомерах используются подвижные механизмы. Со временем происходит абразивный износ деталей, при некачественном монтаже возможны местные смещения из-за высоких частот вращения турбины. Увеличивается погрешность измерений, возникает необходимость ремонта и замены подвижных частей. В ультразвуковых расходомерах подвижные части отсутствуют, непосредственного контакта с жидкостью не происходит, что говорит о высокой надежности и стабильности показателей.

Прочие показатели. Турбинные расходомеры также остро реагируют на механические примеси в нефти, тогда как ультразвуковые - могут проводить измерения с содержанием механических примесей до 2%. Турбинные счетчики создают дополнительное гидравлическое сопротивление, так как происходит непосредственный контакт с нефтью, ультразвуковые - таким недостатком не обладают.

На основании данного анализа можно утверждать, что ультразвуковые расходомеры по большинству показателей превосходят турбинные, являются более точными, надежными, универсальными, долговечными, более удобны в эксплуатации.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что используемая в настоящее время система в узле расхода нефти не является совершенной и имеет ряд недостатков перед предлагаемой. Ультразвуковые расходомеры выигрывают по таким показателям, как точность измерения, универсальность, простота монтажа, удобство в эксплуатации и съеме информации. Замена старой системы на новую потребует более детального исследования проблематики, значительных капиталовложений, затронет изменения в описании типа СИКН и пересмотра ряда нормативно-технических документов. В свою очередь, внедрение новой системы переведет предприятие на качественно новый уровень в вопросах технологического и коммерческого учета нефти и нефтепродуктов.

Список литературы

1. Калиниченко, А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике / [Текст]: А.В. Калиниченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 576 с.
2. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник. 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2010. – 315 с.

3. Титовский, А.В. Технические измерения и приборы / А.В. Титовский, А.А. Дружинина / [Текст]: Учебное пособие. Мин-во образования РФ. – Красноярск. 2003. – 116 с.
4. Хазаров, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / [Текст]: – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2013. – 656 с., ил., табл., сх.