

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Фу Аохань, Степанов А.Б.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Степанов А. Б., старший преподаватель  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Измерение параметров движения различных жидких и газообразных веществ широко применяется в нефтегазодобывающих и транспортирующих системах (магистральных трубопроводах), а также при контроле технологических процессов во многих других областях современной промышленности.

Измерение расхода переработанной нефти, а точнее фракций, полученных в результате ее «перегонки» является задачей, решение которой до настоящего времени вызывает довольно большие трудности. Поэтому к решению этой измерительной задачи в настоящее время, как правило, подходят с совершенно разных позиций и предлагается достаточно большое количество методов и средств измерений, которые с той или иной степенью точности позволяют получить достоверные данные об измеряемом расходе.

Основными параметрами движения потоков различных жидких и газообразных веществ является расход, определяемый как количество вещества, протекающее через сечение трубопровода (канала) в единицу времени, и полный расход, то есть общее количество протекающего вещества. Кроме того, в ряде случаев также необходимо определять скорость потока.

Приборы для измерения расхода называются расходомерами, для измерения количества вещества - счетчиками, а для измерения скорости потоков - анемометрами. Расходомеры нашли широкое применение, поскольку позволяют дифференцированно определять значение расхода мгновенного или среднего за определенный период времени. Счетчики количества определяют количество протекающего вещества за определенный временной интервал. Расход по счетчику можно вычислить как средний за определенный интервал времени.

Единицы расхода могут быть объемными - метр кубический в час, в секунду, литр в секунду и т. д. и массовыми - килограмм в секунду, в час и т. д.

При выборе к современным расходомерам нефти и нефтепродуктов, как правило, предъявляют разнообразные требования [1]:

- Высокая точность измерения;
- Высокая надежность;
- Малая зависимость точности измерения расхода от изменения плотности вещества;
- Высокое быстродействие измерительного прибора или его высокие динамические характеристики;
- Большой диапазон измерения.

Заметим, что такое большое разнообразие и сложность требований, предъявляемых к современным расходомерам, является одной из основных причин разработки и создания значительного числа разновидностей современных расходомеров. При выборе конкретной модели расходомера необходимо исходить из свойств и параметров измеряемого вещества, учитывая при этом возможность выполнения требования по точности измерения, сложности измерительного устройства, а также условий эксплуатации и поверки расходомера.

Расходомеры, применяемые для измерения расхода нефти и нефтепродуктов можно условно разделить на три следующие группы:

1. Измерительные приборы, основанные на гидродинамических методах;
2. Измерительные приборы с непрерывно движущимся телом;
3. Измерительные приборы, основанные на различных физических явлениях.

Из первой группы наибольшее распространение получили расходомеры переменного перепада давления, а также вихревые расходомеры.

Расходомером переменного перепада давления называется устройство, принцип действия которого основан на том, что в зависимости от измеряемого расхода вещества изменяется перепад давления на неподвижном сужающем устройстве, которое установлено в трубопроводе или элементе трубопровода (колена) [2].

Расходомеры переменного перепада давления обладают рядом достоинств:

- Применяются для любых однофазных жидких веществ, а также в очень широком диапазоне давлений и температур;

- Не требуют образцовых установок для градуировки и поверки при применении нормализованных сужающих устройств;

- Легкость серийного производства таких расходомеров.

К недостаткам расходомеров переменного перепада давления можно отнести:

- Общая предельная погрешность измерения расхода составляет 1 – 2%;

- Небольшой диапазон измерения и неравномерность шкалы расходомера;

- Сложности применения при малых расходах вещества, в пульсирующих потоках и в потоках, содержащие различные примеси.

Принцип действия вихревых расходомеров основан на измерении частоты колебаний, возникающих в потоке в процессе вихреобразования [3].

К достоинствам вихревых расходомеров можно отнести:

- Отсутствие подвижных частей;

- Простота и надежность конструкции расходомера;

- Большой диапазон измерения;

- Линейность шкалы;

- Независимость показаний расходомера от давления и температуры измеряемой среды;

- Невысокая погрешность 0,5 – 1,5%.

Недостатками вихревых расходомеров являются:

- Не возможность применения на малых скоростях жидкости;

- Их применение затруднительно для больших диаметров труб;

- Не пригодны для измерения расхода загрязненных и агрессивных сред.

Из второй группы получили наибольшее распространение тахометрические и силовые расходомеры.

Принцип действия тахометрических расходомеров основан на использовании зависимости скорости движения тел – чувствительных элементов, помещенных в поток жидкости, от расхода веществ, протекающих через эти расходомеры [1].

Тахометрические расходомеры обладают рядом достоинств:

- Высокая точность;

- Возможность измерения малых расходов;

- Широкий диапазон измерения;

- Невысокая стоимость.

К недостаткам тахометрических расходомеров можно отнести:

- Чувствительность к механическим примесям;
- Износ движущихся частей механизма приводит к снижению точности измерений;
- Не применяются для измерения расхода в трубопроводах большого диаметра;
- Высокий перепад давления из-за перекрытия тракта потока жидкости;
- Наличие газа (пузырей) в жидкости могут влиять на точность измерений.

В кориолисовых расходомерах под влиянием силового воздействия возникает кориолисово ускорение, которое зависит от расхода [4].

Кориолисовые расходомеры обладают рядом достоинств:

- Высокая точность измерений;
- Не требуют наличия прямолинейных участков до и после расходомера;
- Длительный срок службы и простота обслуживания;
- Измеряют расход сред с высокой вязкостью.

К недостаткам кориолисовых расходомеров можно отнести:

- Гидравлические потери, обусловленные разветвлением потока жидкости на два трубопровода и последующее объединение этих двух потоков;
- Высокая стоимость расходомера.

Из третьей группы наибольшее применение получили акустические (ультразвуковые) расходомеры. Принцип действия акустических расходомеров основан на измерении того или иного физического эффекта, возникающего при прохождении колебаний через поток жидкости и зависящего от расхода. Заметим, что почти все применяемые на практике акустические расходомеры, как правило, работают в ультразвуковом диапазоне частот и поэтому их называют ультразвуковыми [4].

Достоинства ультразвуковых расходомеров:

- Возможность измерения расхода любых жидкостей (не содержащих различных газовых включений), в том числе агрессивных и вязких, в любых трубопроводах;
- Высокое быстродействие;

- Очень небольшая величина или даже полное отсутствие дополнительной потери давления;

- Бесконтактный принцип работы приемных устройств.

Недостатки ультразвуковых расходомеров:

- Относительная сложность их измерительной схемы;

- Зависимость показаний расходомера от плотности контролируемой среды.

Расходомеры нефти и нефтепродуктов представлены сегодня в нескольких модификациях, и при своей работе используют различные принципы действия. Выбор расходомера в каждом конкретном случае будет обусловлен, в первую очередь, характеристиками измеряемой жидкости. Как правило, для светлых и темных нефтепродуктов применяются различные виды счетчиков. Кроме того, на выбор расходомера влияют и другие параметры – это величина измеряемого расхода жидкости, а также точность, с которой необходимо выполнять измерения. Поэтому при выборе того или иного типа измерительного прибора следует исходить из важности тех или иных технических и метрологических требований, предъявляемых к измерению расхода нефти и нефтепродуктов в каждом конкретном случае.

Использование современных моделей расходомеров нефтепродуктов позволяет в полной мере осуществить коммерческий учет различных продуктов переработки нефти, а также эффективно его контролировать на всех этапах переработки нефти.

### **Список информационных источников**

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Политехника, 2002-2004. Кн. 1: Расходомеры переменного перепада давления, расходомеры переменного уровня, тахометрические расходомеры и счетчики. – 2002. – 409 с.

2. Расходомеры переменного перепада давления [Электронный ресурс]. – URL:

[http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/GIDRAVL/METHOD/AKIMO\\_V/frame/3\\_1.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/GIDRAVL/METHOD/AKIMO_V/frame/3_1.htm) - Загл. с экрана – Дата обращения: 7.05.2016

3. Киясбейли А. Ш. Вихревые счетчики-расходомеры / А. Ш. Киясбейли, М. Е. Перельштейн. – Москва: Машиностроение, 1974 – 161 с.

4. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Политехника, 2002-2004. Кн. 2: Расходомеры: обтекания, силовые, тепловые, оптические, ионизационные, ядерно-магнитные, концентрационные, меточные, корреляционные, вихревые, электромагнитные, ультразвуковые (акустические). – 2004. – 412 с.

## **ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ**

*Хайруллин А.Р.<sup>1</sup>, Мельнов К.В.<sup>1</sup>, Глиненко Е.В.<sup>2</sup>*

*Томский политехнический университет*

*Научные руководители:*

<sup>1</sup>*Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент кафедры автоматизация и роботизация в машиностроении*

<sup>2</sup>*Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Повышение качества и надежности работы технологических систем является актуальной темой. Для решения этой задачи можно выделить несколько групп методов, основными из которых являются технологические и конструкционные. К технологическим методам относится изменение режимов механообработки (подача, частота вращения шпинделя, глубина резания). К конструкционным методам относят установку специальных устройств, представляющих собой механизмы для повышения жесткости, снижения уровня вибраций, что позволяет значительно увеличить время стойкости инструмента, долговечности срока эксплуатации технологического оборудования технологической системы (ТС) [1–4].

К основным методам повышения жесткости системы относятся: геометрическая правильность стыковых поверхностей (плоскостность, цилиндричность) и чистота их обработки, уменьшение числа стыков конструкции, состояние и расположение некоторых слабых звеньев узла, центричность приложения нагрузки к стыку, создание предварительного натяга и т.п.

Как известно жесткость несущих элементов технологического оборудования на 70-80 % зависит от наличия стыков, вследствие чего работу ТС можно условно разделить на две зоны: «низкой» и «высокой» жесткости. Для увеличения жесткости ТС прикладывается некоторая сила натяга  $F_n$ , которая приводит к смещению