

УДК 543.12

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОФАЗНОГО РАСХОДОМЕРА

*Сорин А.В., Фёдорова О.В.
Астраханский Государственный Технический Университет, Астрахань,
Российская Федерация
E-mail: sorin91@mail.ru*

В работе рассматривается концепция проектирования и построения многофазных расходомеров для измерения дебита нефтедобывающей скважины.

The paper considers the concept of the design and the building of multiphase flow meters for measuring of the flow rate of oil wells.

Одной из современных технологий измерения потока нефти, газа и воды без предварительного разделения фаз являются многофазные исследования скважин. Во многих случаях они дают более точное представление о расходных параметрах потока в динамических режимах, и особенно эффективны для газоконденсатов и тяжелых нефтей, где традиционные способы измерений не пригодны из-за трудностей в сепарации фаз.

В течение десятилетий добывающая промышленность стремилась изобрести систему, которая могла бы измерять дебиты всех скважинных флюидов, не разделяя их на фазы, не используя движущиеся детали и не управляя процессом.

Многофазный расходомер - устройство для бессепарационного измерения дебита многофазной продукции нефтегазодобывающей скважины.

Жидкость, поступающая из нефтедобывающей скважины, в чистом виде не является нефтью. Она представляет собой смесь нефти, воды и газа. В зависимости от скорости течения смесь может образовывать различные виды потоков, в которых встречаются пузырьки, пробки и даже разнонаправленные течения. Измерить объем такой жидкости традиционными методами невозможно в связи с недостаточной адекватностью и точностью измерений.

Но, в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005 учет сырой нефти должен вестись на постоянной основе, на каждой из скважин, с точностью от 2,5 до 15% в зависимости от обводненности. Существует два способа учета нефти - сепарируя или не сепарируя дебит скважины. Сепарационные расходомеры имеют значительные ограничения по объему, вязкости, скорости и другим физическим свойствам потока и не могут проводить измерения в режиме реального времени. Также они требуют врезки в трубопровод и имеют движущиеся части и сужения внутри трубы, а следовательно имеют необходимость их периодического обслуживания, очистки и проверки, что сказывается на точности измерений.

В связи с такими проблемами существующего метода измерения многофазной смеси и возникла необходимость в создании многофазных расходомеров, не требующих больших пространственных размеров и обладающих высокой скоростью и точностью измерений на устье скважины.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость в углубленном изучении данной проблемы, так как единой точки зрения на ее решение нет. Одни предлагают радиоактивный метод измерения, другие – акустический, предлагают еще различные виды электромагнитные методы. Также вдобавок применяют различные способы для стабилизации потока путем установки разных сужающих устройств.

Сложность возникающих при этом проблем огромна. Но к настоящему времени многие из существующих проблем преодолены. Получены конкретные научно-практические решения, позволившие создать образцы многофазных расходомеров, не имеющих перечисленных недостатков.

В настоящее время разработаны и даже внедрены в производство несколько типов многофазных расходомеров, работающих на самых разных физических эффектах. Например, компании Schlumberger и Framo Engineering совместно разработали многофазный расходомер, построенный на сочетании трубы Вентури и гамма-фракциомера. Данная технология получила название Vx. А метод стал называться денситометрией. Так как поток многофазной смеси, проходя через трубу Вентури, излучается гамма-лучами для определения спектрального состава потока (в зависимости от количества поглощенного излучения строится модель потока, которая затем обрабатывается в информационно-вычислительном комплексе).

В России многофазные расходомеры используются для нескольких целей. Со времени их появления в России более чем двенадцать лет назад, передвижные расходомеры эффективно использовались для таких целей, как:

- Опробирование скважин в тех случаях, когда имеющиеся расходомеры были неисправны или имели другой размер.
- Калибровка имеющихся расходомеров.
- Ревизия промыслового оборудования, включающего расходомеры, сепараторы и задвижки, с целью составления перечней работ по техническому обслуживанию.
- Оптимизация режима работы электрических погружных насосов.
- Распределение по скважинам добываемых количеств воды, нефти и газа.

Другим методом определения покомпонентного расхода многофазной смеси, основанного на акустических принципах измерения концентрации и скорости течения потока [3]. То есть в зависимости от режима течения потока, мельчайшие частицы отражают акустические колебания от излучателя и регистрируют на приемном устройстве. И от того на сколько продолжителен сдвиг по времени у излученного сигнала по отношению к полученному и вычисляется скорость потока, которая используется для вычисления характеристик модели потока в трубопроводе. А частота самих колебаний и служит фактором индикации определенного компонента в смеси, так как определенный компонент (нефть, вода, газ) поглощают свои полосы частот в потоке, что и используется в данном методе.

Существует также еще несколько многофазных расходомеров, использующих различных эффекты (эффект Доплера). Но хотелось бы проанализировать особенности вышеперечисленных приборов. Прибор с технологией Vx точен, но работает с радиоактивными элементами, которые в условиях производства с большим количеством персонала мало приемлемы. Акустический принцип очень сильно зависит от режима течения потока, не обладает необходимой точностью для эффективного измерения потока на скважине. Прибор с сужающими устройствами хоть и прост в конструкции, не позволяет точно судить о всех компонентах смеси, так как лишь косвенно судит о составе многофазного потока.

Все перечисленные и неописанные примеры не являются полным решением проблемы создания эффективного и точного многофазного расходомера. Каждый имеет свои недостатки и достоинства. Из-за огромного количества эксплуатируемых сепараторов, не позволяющих внедрять новые приборы, мало внедрены такие расходомеры и это позволяет еще глубже окунуться в исследования данной проблемы.

Однако как показывает практика и чисто теоретически мы приходим к выводу о том, что, используя всего лишь один физический эффект, невозможно добиться адекватности измерений и к тому же абсолютно точно не существует уникального эффекта, позволяющего всецело судить

о количественных и качественных характеристик потока дебита нефтяной скважины.

В связи с предыдущим утверждением, делаем вывод, что использование комбинацию из нескольких используемых физических эффектов, а также различных конструктивных узлов, позволит существенно продвинуться в деле изучения концепции построения многофазного расходомера.

В многофазных расходомерах «МФРМ», предназначенных для измерения объема и массы сырой нефти (водонефтяной смеси), объема нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ Р 8.615-2005, объемной доли воды в сырой нефти на устье нефтяных скважин и в напорных трубопроводах, принцип действия основан на одновременном использовании методов измерений расходных характеристик (перепад давлений, ультразвуковой доплеровский, радиочастотный) с обработкой сигналов датчиков в режиме реального времени [1].

В статье В.Х. Ясоеева, А.Е. Уразаева «Метод и особенности технической реализации информационно-измерительной системы определения расхода, фазового состава и структуры течения многофазной смеси» предлагают метод определения покомпонентного расхода многофазной смеси, основанный на акустических принципах измерения концентрации и скорости течения потока. А также дается описание метода, обоснование выбора средств и алгоритмов определения измеряемых величин, представлены варианты установки датчиков в измерительных каналах трубопровода [2].

В основе многофазных расходомеров PhaseTester лежит технология Vx, сочетающая в себе многочисленные преимущества по сравнению с традиционными методами исследований, особенно когда встает вопрос об эффективности её применения в промышленных условиях. Главным элементом этой системы измерений является секция трубки Вентури с гамма-измерителем фракций. Элементы узла измерительной секции установки герметично изолированы от скважинных флюидов. Высокочастотные измерения в секции трубки Вентури дают возможность исследовать многофазные потоки практически на любых режимах течения флюида и получать достоверные данные с высокой степенью воспроизводимости. Принцип работы расходомера заключается в измерении массового дебита газожидкостной смеси и фазового соотношения фракций газа, нефти и воды в рабочих условиях, которые в дальнейшем преобразуются в объемные значения дебитов и, с применением PVT модели, приводятся к стандартным условиям. Отсутствие подвижных частей в измерительной секции прибора повышает его надежность и значительно сокращает вероятность возникновения ошибок в измерениях [5].

Вышеизложенное выше подтверждает наше предположение об использовании комбинации физических эффектов и различных инженерных конструкторских решений в построении оптимального многофазного расходомера. И найдя экспериментально такую оптимальную комбинацию эффектов с соответствующей инженерной конструкцией прибора, внедряя в производство и одновременно усовершенствуя такой многофазный расходомер, можно добиться очень высокой эффективности в работе, что будет очень востребовано промышленностью на рынке высокоточных приборов, так как позволяет с достаточной точностью судить в режиме реального времени о текущем состоянии скважины и качества дебита.

Литература

1. Расходомеры многофазные «МФРМ» №44908-10, - 2009, 6 с.
<http://reestr.si.ru/pdf/44908-10.pdf>
2. Эволюция измерений многофазных потоков и их влияние на управление эксплуатацией// Э. Тоски, Э. Окугбайе, Б. Тювени, Б.В. Ханссен, Д. Смит; журнал Нефтегазовое обозрение, 2003, с.68-77
<http://www.slb.ru/userfiles/file/Oilfield%20Review/2003/spring/4%20multiphase.pdf>
3. Метод и особенности технической реализации информационно-измерительной системы определения расхода, фазового состава и структуры течения многофазной смеси// Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16, № 1 (46). С. 172–180.
<http://www.journal.ugatu.ac.ru/index.php/vestnik/article/viewFile/197/190>
4. Многофазный расходомер PhaseTester – 2009, 2 с.
http://www.slb.com/~media/Files/testing/product_sheets/multiphase/phasetester_ps_rus.pdf