

Рост в использовании многофазных измерителей и ключевые проблемы, которые они помогают решать

The Growth of Multiphase Meters and the Key Challenges They Are Addressing

Винсент Вьег,
Эмерсон Управление Процессами

Vincent Vieugue,
Emerson Process Management

Современный рынок многофазных измерителей

Без всякого сомнения, рынок многофазных измерителей в нефтегазовом секторе продолжает расти.

Например, Дуглас Вествуд (Douglas Westwood) полагает, что около тысячи подводных многофазных измерителей будут введены в эксплуатацию к 2015 году, а также большое количество компаний продолжает интенсивный ввод в эксплуатацию как подводных, так и поверхностных многофазных измерителей. Примеры включают компанию Петробраз (Petrobras), которая заявила, что намерена использовать многофазные измерители на каждой подводной скважине и компанию Статоил (Statoil), начавшую одной из первых использовать данную технологию и в настоящее время эксплуатирует свыше 150 многофазных и мокрых газовых измерителей.

На сегодня многофазные измерители являются критическим компонентом, обуславливающим рост компаний и разработку их месторождений. Они могут использоваться как для мониторинга производства, так и для пробной эксплуатации отдельных скважин, а также для планирования отбора и мониторинга продуктивных пластов. Они так же в состоянии предоставить критическую информацию о характеристиках скважины, например, о водонасыщении и сбоях, прорывах газа, характеристик проницаемости и распыливания.

The Multiphase Meter Market Today

There is no doubt that the market for multiphase meters within the oil and gas industry is continuing to grow.

Douglas Westwood, for example, predicts that there will be one thousand additional subsea multiphase meters deployed by 2015 and many operators are continuing the rapid deployment of such meters – both subsea and topside. Examples include Petrobras, who have indicated that they would like to see a multiphase meter on each of their subsea wells and trees; and Statoil, one of the first users of the technology, which today has more than 150 multiphase and wet gas meters in operation.

Multiphase meters are today a vital component of operators' development and field production plans. They can be used for production monitoring, individual well testing, production allocation and reservoir monitoring and they provide the operator with critical information on a well's capabilities – information such as water saturation and break through, gas coning, permeability and flow characteristics.

Yet, there is plenty more room for growth. According to Rystad Energy Global, just 12% of global oil & gas production is currently facilitated by multiphase meters.

From 1st to 3rd Generation

In order to understand the current adoption of multiphase meters and their future potential, it is necessary to examine how they have developed.

Нужно отметить, что возможности развития этого направления далеко не исчерпаны. В настоящее время, согласно исследованию Ристад Энерджи Глобал (Rystad Energy Global), только 12 % мировой нефтегазовой индустрии эксплуатируют многофазные измерители.

Перемены от первого к третьему поколению

Для того, что бы понять процесс внедрения многофазных измерителей и их потенциал необходимо провести анализ процесса их развития.

Многофазные измерители прошли значительный путь развития со времён, когда они впервые появились на потребительском рынке в начале девяностых годов прошлого столетия.

Первые коммерческие поверхностные многофазные измерители, например Роксар (Roxar's), появившийся на рынке в 1992 году, базировались на микроволновой технологии, учитывая единую скорость, подразумевая, что в гомогенном потоке жидкость и газ движутся с одинаковой скоростью.

В начале этого века было внедрено второе поколение многофазных измерителей (схема 1 показывает подводный измеритель Роксар (Roxar) второго поколения). Этот измеритель впервые позволил измерять скорости жидкости и газа отдельно друг от друга. Он включал в себя метод Дьюал Велосити™ (Dual Velocity™), который основывался на расчёте базовых компонентов, базируясь на ёмкостных и проводниковых измерениях. Этот измеритель также комплектовался однозарядным гамма плотномером и блоком вентури.

Другими отличительными свойствами измерителей второго поколения, включая то, что они были рассчитаны на тридцатилетний срок службы в тяжелых условиях эксплуатации, было энергопотребление в четыре раза меньше по сравнению с измерителями первого поколения. А также в подводных измерителях была применена извлекаемая канистра.

На этой стадии были ясны преимущества с точки зрения эксплуатации. Они включали в себя отсутствие нужды в сепарации и дорогих контрольных сепараторов, моментальный и непрерывный процесс измерения в трёх фазном темпе – не только в дискретный момент времени и не только для отдельной скважины. Кроме того,

Multiphase meters have undergone a significant evolution since they first came on the market in the early 1990's. The first commercial Roxar topside multiphase meter, for example, (launched in 1992) was based on microwave technology, operated on a single velocity basis, and assumed that homogenous flow and liquid and gas were travelling at the same speed.



Схема 1
Figure 1

In the early 2000's, the second generation multiphase meters came to market (figure 1 shows a subsea version of the Roxar second generation meter). The meter allowed, for the first time, measurement of both liquid and gas velocities. The meter incorporated a Dual Velocity™ method with calculated phase fractions based on capacitance and conductivity measurements. The meter also came in combination with a single energy gamma densitometer and venturi section.

Other highlights of the second generation meter included parts designed to withstand more than 30 years of operating in harsh environments, power consumption at less than four times that of the first generation meter, and for subsea meters, a retrievable canister.

By this stage, the benefits to the operator were also clear. This included no separation requirements; no need for costly test separators; the instantaneous and continuous measurement of three phase rates - not just at a discrete point in time and not just for one well; and limited maintenance requirements. The result was substantial CAPEX/OPEX savings, increased well control, and enhanced production from the fields.

измерители второго поколения требовали гораздо меньшего техобслуживания.

Как результат вышеперечисленного, наблюдалось снижение капитальных и операционных затрат, улучшение контроля за работой скважин и рост дебита месторождений.

Изменение требований эксплуатации

В то время как многофазные измерители увеличивали своё присутствие на рынке, происходили изменения спроса и требований к ним.

Большое количество современных нефтегазовых месторождений является гораздо более сложными с геологической точки зрения, более удалёнными и неоднородными. Это поднимает спрос на многофазные измерители, позволяющие производить точные и надёжные измерения в реальном времени, помогающие в диагностике и оптимизации работы скважин и предотвращать погрешности в измерениях добычи.

Необходимость в удовлетворении этих новых потребностей не могла быть обеспечена многофазными измерителями второго поколения, которые в основе своей применяли принцип упрощения сложных моделей потоков и зависели от того факта, что резервуар был относительно однородным.

Во-вторых, за последние годы наблюдался рост разработки относительно малых месторождений (в среднем от 200 до 300 миллионов баррелей), а также старых месторождений. Только недавно компания Statoil объявила об активизации работ, направленных на разработку старых месторождений для поддержания производства на Норвежском континентальном шельфе.

Многофазные измерители играют важную роль в разработке старых месторождений, в сфере улучшения качества измерения среды скважин, зачастую сложных зависимостей сроков эксплуатации и современных технологий.

Наконец существует необходимость удовлетворять требования по охране окружающей среды и технике безопасности, особенно там, где использование ядерных технологий запрещено законодательством или стандартами компании. Возможность эксплуатации многофазных измерителей без привлечения ядерных технологий и в то же время обеспечение точности измерений требуют достаточно сложных технических решений.

Changing Operator Needs

However, as multiphase meters continue to increase their market penetration, so do the challenges increase. Many oil & gas fields, for example, are more geologically complex, remote and heterogeneous than ever before. There is an even greater need for multiphase meters to generate accurate and reliable, real-time data from the wells to help diagnose and optimize the well's performance and fend off flow assurance threats.

Such a need can't necessarily be met by the second generation multiphase meter's measurement principle which provides a simplification of complex flow patterns and is dependent on the reservoir being relatively homogeneous.

Secondly, the last few years have seen a growth in smaller fields (on average 200 to 300 million bbl) as well as brownfields. Only recently, Statoil announced that it is to focus further on brownfields to sustain production on the Norwegian Continental Shelf (NCS) at current levels.

Multiphase meters have an important role to play in brownfield developments in improving well testing in environments characterized by often complex interdependencies between aging and new technologies. There is also a subsequent need for an even simpler and compact meter design, which helps widen the operating envelope, increase flexibility, and lower the cost per meter.

Finally, there is the need to meet environmental and HSE requirements, particularly where the use of nucleonic sources is unacceptable, due to legislation or company policy. The ability for operators to forgo the nucleonic source within multiphase meters without forgoing accuracy remains a continuing challenge.

In summary, while second generation meters continue to be successful and effective, there is an increased onus on multiphase meters for even greater accuracy and a measurement principle that enables the operator to better handle complex, flow regimes and achieve maximum production rates.

There is also a need for multiphase meters to take on board environmental implications, widen the operating envelope, and operate at lower costs and in previously inaccessible locations.

The Third Generation Multiphase Meter

So how can the third generation multiphase meter (see figure 2) address these challenges?

The development of a new electrode geometry sensor for the meter, for example, can allow for measurements in separate sectors in addition to the

Под покровительством Президента Объединенных Арабских Эмиратов **Х.Х. Шейха Халифы бен Зайеда Аль Наияна**

ADIPEC 2010
www.adipec.com 1-4 November



**ЭНЕРГИЯ – МИРУ,
ТОПЛИВО – БУДУЩЕМУ**

**ABU DHABI INTERNATIONAL PETROLEUM
EXHIBITION & CONFERENCE**
ABU DHABI NATIONAL EXHIBITION CENTRE - UAE

Самая престижная в мире выставка нефти и газа вновь открывает двери! ADIPEC имеет множество новых особенностей, способствующих деловому сотрудничеству и получению информации, что позволит отметить самые передовые события отрасли этого года.

ADIPEC Вакансии

Присоединитесь к 40000 гостей всемирной выставки нефти и газа, где 1500 компаний из 59 стран представят свою продукцию.

ADIPEC Награды

Поставка энергоносителей в низко-углеродную эпоху: перспективы и возможности – 3 технических вопроса: поверхностные и глубокие разработки, концепция развития. Воспользуйтесь возможностью участвовать и делиться знаниями со свыше 2500 старших специалистов энергетического сектора на встрече, посвященной самым насущным дебатам в этой отрасли.

ADIPEC Конференция

Будьте в курсе всех инноваций в отрасли, посетив ADIPEC, где впервые будет отмечено совершенство решений в энергетическом секторе.

ADIPEC Выставка

Возможно Вы заинтересованы в поиске новой должности в нефтегазовой промышленности? Проведите поиск работ от Хьюстона до Абу-Даби в нашей базе данных на Интернете, где включены самые последние предлагаемые должности по всему миру.

ADIPEC Саммит ВДЛ

Будьте свидетелем дискуссий 500 признанных высших должностных лиц (ВДЛ) отрасли о перспективах стратегии и политики в отрасли по всему миру.

MyADIPEC

Чтобы помочь Вам эффективно подготовиться к этой выставке и с максимальной отдачей провести 4 дня, мы разработали совершенно новый персонализированный профессиональный устроитель мероприятий MyADIPEC

**Начните подготовку сейчас.
Зарегистрируйтесь через Интернет сегодня!**

www.adipec.com/rotec



Схема 2 - Figure 2

Обобщая вышесказанное, в то время как второе поколение многофазных измерителей продолжает успешно эксплуатироваться, увеличиваются и требования к ним, как с точки зрения прецизионности, так и принципов измерений. Это должно улучшить возможности эксплуатации управлять сложными режимами и увеличить производительность.

full cross sectional area. This results in more combinations and more accurate fraction measurements and velocities for each segment.

Rather than being able to perform cross sectional measurements, the new measurement principle will allow the meter to perform both rotational near wall measurements and cross-volume measurements, thereby providing a comprehensive mapping of the flow regimes. Asymmetrical flow and less-than-perfect mixtures of the gas and dispersed phase can also be handled in a manner that was impossible with previous meters. The measurement principle is shown below in figures 3a and 3b (red indicates high sensitivity, blue indicates low sensitivity).

In this way, the operator can benefit from an accurate understanding of flow regimes, mixing effects and velocity profiles, and can detect rapid changes in composition, thereby making the measurements more accurate and consistent than with other available technology.

There is also the potential for widening the operating envelope with the next generation of multiphase meters. This can be achieved through reduced height and weight, opening up substantial potential cost savings in terms of installation, maintenance and deck space.

Field Replaceable Insert Venturis also allow for extended service life and operating range, and can remove uncertainties in sizing meters based on uncertain production forecasts.

A meter with several Field Replaceable Insert Venturi sizes, for example, means that the optimal size can be selected for early life and replaced later with a

В добавок ко всему, необходимость внедрения многофазных измерителей должна учитывать последствия для окружающей среды, расширения рабочего диапазона, снижение операционных затрат и необходимость работы в прежде труднодоступных условиях.

Многофазные измерители третьего поколения

Итак, как многофазные измерители третьего поколения (см. схему 2) могут ответить вызову рынка?

Например, применение новой конфигурации электрода сенсора может позволить производить измерения в отдельных секторах, вдобавок к измерениям по всему сечению. В результате может быть достигнуто большее количество комбинаций, более точные измерения фракций, скоростей в каждом сегменте.

Вместо осуществления измерений по всему сечению, новые принципы позволят измерителю производить измерения как вращательные у стенок, так и объёмные измерения. Тем самым обеспечивая подробную картину потока. Ассиметричные потоки и не совершенные смеси газа и дисперсной среды так же могут успешно обрабатываться, что не позволяли измерители прошлых конструкций. Принципы измерений показаны на схемах 3а и 3б (красный цвет представляет зону высокой чувствительности, синий цвет представляет зону низкой чувствительности)

Таким образом оператор может получить возможность точного понимания режимов потока, эффектов смешивания и профилей скорости. Также возможны обнаружения моментальных изменений в смеси, тем самым делая измерения более точными и стабильными по сравнению с другими технологиями.

Следует отметить потенциальное расширение рабочей среды в случае применения многофазных

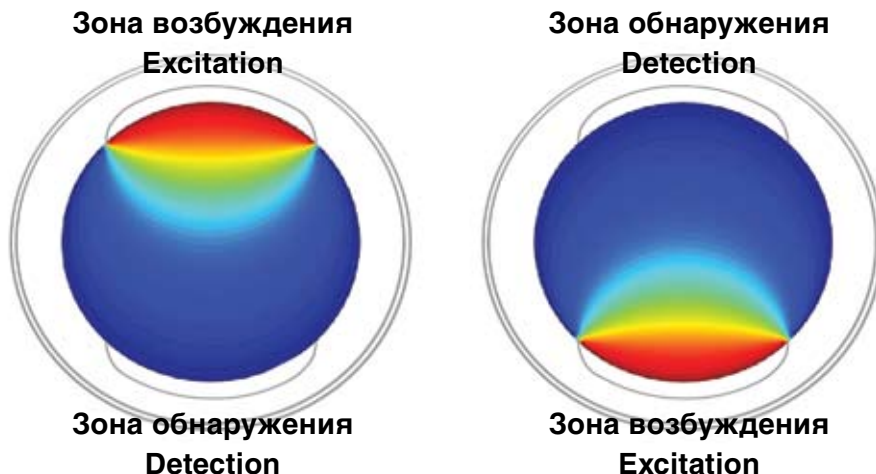


Схема 3а -Срез при измерении с использованием 2 электродов (первая плоскость измерений)

Figure 3a -Cross sectional measurement using 2 electrodes (first measurement plate)

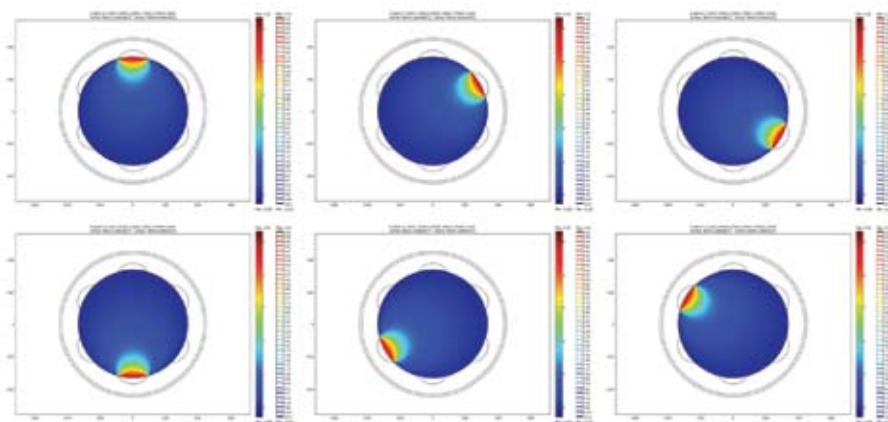


Схема 3б - Поворотные измерения у стенок с использованием 6 электродов (вторая плоскость измерений) Один электрод со стадии возбуждения, соседствующий электрод обнаружен.

Figure 3b - Rational near-wall measurements using 6 electrodes (second measurement plane). One electrode is excited and the neighbour electrode is detected.

different size in late production life. In this way, optimal performance from the venturi can be achieved.

Finally, there is the challenge of alleviating environmental concerns. To counteract concerns over nucleonic sources, non-radioactive meters can today cover the full operating range 0 -100% watercut and 0 - 95% GVF (gas volume fraction).

However, for those operators who are concerned with the limitations over the maximum GVF range or the slightly higher uncertainty than the gamma version, developments are underway in Emerson's case to

измерителей следующего поколения. Это может быть достигнуто путём уменьшения размеров и веса, в свою очередь снижая затраты на монтаж, техобслуживание и производственные площади.

Заменяемые на рабочем месте вставки вентури позволяют увеличить время эксплуатации и операционные режимы, также снижают необходимость подгонять параметры измерителя под неопределённые размеры производства. Например, измеритель с несколькими разными по размеру вставками вентури позволит подогнать оптимальный размер на разных стадиях эксплуатации. Таким образом будет достигнута оптимальная производительность вентури.

Наконец, проблемы отрицательного воздействия на окружающую среду также требуют решения. Применение безядерных измерителей вместо ядерных, позволяет работать в диапазоне 0-100% обводнения и 0-95% газовой фракции.

Однако для тех операторов, которые не могут допустить ограничения по максимальной границе газовой фракции, Емерсон (Emerson) разрабатывает плотномер, основанный на рентгеновском излучении, как альтернатива ядерным измерителям.

Плотномер, основанный на рентгеновском излучении, известный как Флюор-Экс (FluorX) был разработан в сотрудничестве с ПАНалитика (PANalytica), применяет демпфированные измерения протонами с идентичной энергией, что и слабо энергетическое гамма излучение при идентичной точности измерений. Включение Флюор-Экс (FluorX) компонента в нерадиоактивный измеритель позволяет достичь полного 0-100% диапазона в измерении газовой фракции и повышения точности измерений, что и доказали наши испытания.

Дальше – лучше!

В связи с тем, что спрос на многофазные измерители продолжает расти, как и потребность в точном измерении потоков с расширенной операционной средой, как никогда необходимо удостовериться, что современные измерители удовлетворяют запросам Заказчика.

Новый принцип измерений, новая геометрия электрода, также как и околостенные измерения подтверждают, что многофазные измерители последнего поколения отвечают требованиям современного рынка.

Такое техническое развитие, в совокупности с заботой об окружающей среде, имея в

develop a densitometer based on X-rays as an alternative to the nucleonic gauge.

The X-ray based densitometer, known as FluorX and developed in conjunction with PANalytica, utilizes attenuation measurements of the same photon energies as a low energy gamma-ray source, and provides the same measurement accuracy. Adding a FluorX system to the non-gamma meter version means that the meter can be used in the full 0-100% GVF range and also ensures improved accuracy, as our tests have shown.

Much More to Come!

With the market for multiphase meters continuing to grow and the need for accurate flow measurement and a wider operating envelope as important as ever, it is imperative that today's multiphase meters are able to meet operator challenges.

A new measurement principle, new electrode geometry and near wall measurements are ensuring that multiphase meters continue to evolve to meet such demands.

Such technical developments, as well as meeting environmental concerns through developments, such as the x-ray based densitometer, will ensure that multiphase metering becomes ever more prevalent - not just in well testing but in reservoir monitoring, flow assurance calculations, and production optimization.

Vincent Vieugue is Vice President of Sales & Marketing at Roxar Flow Measurement, part of Emerson Process Management.

виду разработку плотномера основанного на рентгеновском излучении, позволяет надеяться, что использование многофазных измерителей становится всё более распространённым. Они используются не только для измерений, но и для мониторинга резервуаров, достоверного расчета потоков и оптимизации производства.

Винсент Вьег (Vincent Vieugue) является Вице Президентом отдела Маркетинга и Продаж компании Роксар Флоу Мезуремент (Roxar Flow Measurement), которая является частью Эмерсон Процесс Манаджмент (Emerson Process Management).