

нием его традиционного вида (рис. 2).

Благодаря встроенному усилению ДД EMS122 имеет чувствительность 0,184 В/1000 кг, что существенно повышает помехозащищенность выходного сигнала и улучшает его метрологические характеристики. Все используемые в плате усилителя-стабилизатора электронные компоненты имеют промышленное исполнение и сохраняют свои параметры в диапазоне температур -40...85 °С.

Корпус датчика выполнен из нержавеющей стали, а его внутренний объем заполнен нетвердеющим силиконовым компаундом.

Датчик устойчив к воздействию влаги, солей, агрессивных веществ (растворителей, кислот), к механическим повреждениям и может эксплуатироваться во взрывоопасных зонах. Технические характеристики ДД EMS122 приведены в таблице.

Конструкция прошла всесторонние испытания, которые подтвердили высокую надежность датчика и стабильность его параметров во всем заявленном диапазоне условий эксплуатации.

И это еще не все. В дополнение к каналу измерения силы в ДД EMS122 встроен акселерометр, наличие ко-



Рис. 2 Новый датчик динамометрирования EMS122

торого позволяет осуществлять построение динамограммы без применения дополнительных датчиков, традиционно используемых для определения закона движения полированного штока. Акселерометр позволяет также выявлять удары и вибрации, которые свидетельствуют о неисправности редуктора и другого наземного оборудования УШГН. Такая дополнительная диагностика позволяет обнаруживать подобные проблемы на ранних стадиях и создает предпосылки к предотвращению более серьезных повреждений оборудования.

Датчик разработан по техническому заданию фирмы ООО «Нафтаматика» и предназначен, прежде всего, для российского рынка. Производство датчиков осуществляется в Словакии.

#### Список литературы

1. Шибков А.В., Кучерявых И.А., Севастьянов А.Ю. Станция управления УШГН WellSim // Нефть. Газ. Новации. 2014. №6.
2. Хакимьянов М.И., Ковшов В.Д., Чикишев А.М., Максимова Н.С., Почуев А.И. Контроллеры автоматизации установок штанговых глубинных насосов // Электронный журнал "Нефтегазовое дело". Уфа. 2007. <http://ogbus.ru>

*Шибков Александр Владимирович — ген. директор ООО «Нафтаматика».  
Контактный телефон (499) 653-73-24.  
[Http://www.naftamatika.com](http://www.naftamatika.com)*

## ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МАССОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

ООО "КРОНЕ Инжиниринг"

*Отмечено, что современные кориолисовые массовые расходомеры представляют собой комплексную измерительную систему, способную измерять не только массовый расход, но и другие параметры. Приведены примеры практического применения расходомеров OPTIMASS для измерения плотности и концентрации вещества.*

*Ключевые слова: кориолисовые массовые расходомеры, измерительная система, массовый расход, плотность, концентрация.*

После появления на рынке кориолисовых массовых расходомеров в начале 80-х годов XX века заложенный в них инновационный метод измерения расхода жидкостей и газа очень быстро закрепил за собой значимую долю рынка. Сегодня массовые расходомеры занимают второе место после электромагнитных расходомеров среди современных методов измерения и наряду с ультразвуковым методом измерения проявляют наибольший темп роста [1, 2].

Причиной быстрого распространения кориолисовой техники является их универсальность, так как речь идет не только о классическом расходомере, а скорее о комплексной системе измерения. Наряду с измерением массового расхода большинство про-

изводителей на сегодняшний день предлагают возможность измерения дополнительных параметров: плотность, температура, объем, концентрация двухкомпонентных и двухфазных смесей.

Массовые кориолисовые расходомеры имеют множество применений в нефтегазовой отрасли, химической и пищевой промышленности. Рассмотрим несколько практических примеров применения расходомеров для измерения дополнительных параметров.

#### Измерение объемного расхода

Главное и наиболее частое применение массовых расходомеров связано с измерением объемного расхода. Массовые расходомеры напрямую измеряют



Рис. 1. Установка измерения объемного расхода и плотности в красильном цехе фирмы «Бауер Технологии» (г. Грайфенберг)

массу, плотность и температуру продукта, а объемный расход при этом рассчитывается, исходя из значений массового расхода и плотности. Это означает, что объемное измерение расхода может быть настолько точным, насколько точно будет выполнено измерение плотности.

Типичным представителем массовых расходомеров является OPTIMASS 7000 — T80. Приборы устанавливаются на трубопровод с интервалом в 100 км, показывают воспроизводимые и конгруэнтные результаты измерений объемного расхода.

Массовый расходомер OPTIMASS 7000 также имеет допуск к применению в области коммерческого учета и обеспечивает точность до 0,3% для массового и объемного расхода, что служит убедительным доказательством точного измерения плотности.

Интересное применение массовых расходомеров для измерения объемного расхода реализовано фирмой «Бауер Технологии» (г. Грайфенберг), разрабатывающей и производящей оборудование для бумажной промышленности. В красильном цехе бумажной фабрики используют циклические процессы и применяют 19 массовых расходомеров OPTIMASS диаметром T10...T40 для измерения различных элементов и наполнителей для цвета краски, которая наносится на бумагу (рис. 1). Дозирование осуществляется объемно, а при некоторых критических точках измерения высоковязких измерительных сред сигнал плотности оценивается отдельно.

#### Измерение плотности в металлургической промышленности

В доменной печи во время изготовления чугуна находится большое количество колошникового газа, содержащего 30...100 г/м<sup>3</sup> пыли. Газ очищается посредством впрыскивания воды и образовавшийся в результате шлам проводится через отстойный бассейн и затем подается через сгуститель в сепаратор.

Для оптимального регулирования процесса важно точно зафиксировать плотность шлама перед сгустителем и сепаратором. Ранее на металлургическом заводе для решения описанных задач применялись радиоактивные расходомеры плотности. Но по причине затрат, связанных с проверкой, допуском и текущим ремонтом, они были заменены на восемь массовых расходомеров диаметром T40 и T50.

Несмотря на сложные окружающие условия, которые видны на рис. 2, измерительные приборы в диапазоне плотности 1200...1600 кг/м<sup>3</sup> работают надежно и точно.

#### Измерение концентрации раствора едкого натрия

Измерение концентрации раствора едкого натрия — типичное применение кориолисовых расходомеров. Промежуточный продавец химикатов как правило получает раствор едкого натрия в 50% концентрации, однако его клиенты часто нуждаются в растворе едкого натрия в меньших концентрациях. С этой целью часть 50%-го раствора подается в отдельный бак. Количество фиксируется массовым расходомером. После этого трубопровод, ведущий к основному баку, перекрывают и заставляют раствор из отдельного бака через обводную трубу циркулировать через массовые расходомеры, причем



Рис. 2 Измерение плотности шлама при сложных производственных условиях в металлургической промышленности двумя приборами OPTIMASS 7000 – T40

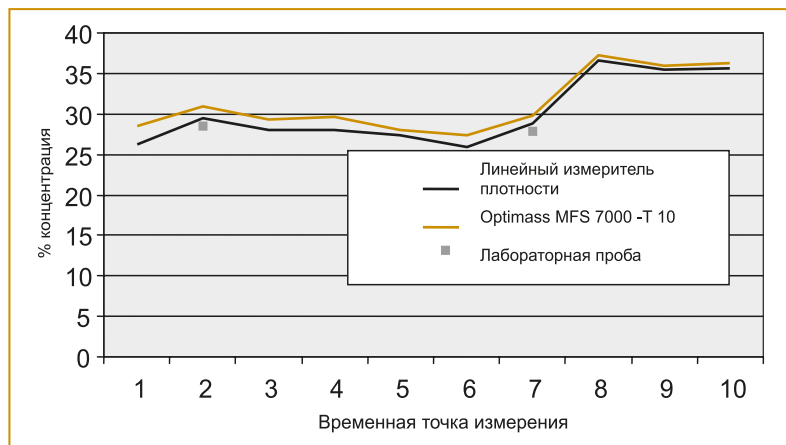


Рис. 3. Измерение концентрации сухой субстанции в диапазоне 20... 40 % без калибровки плотности по месту

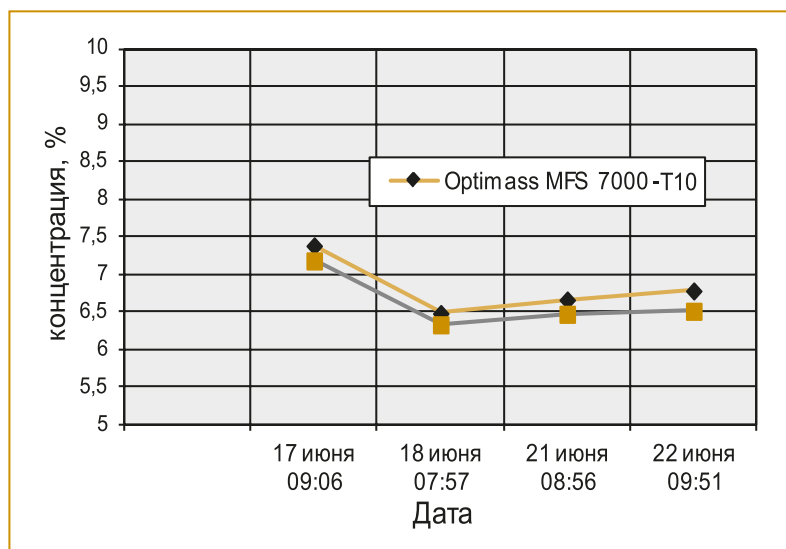


Рис. 4. Измерение концентрации сухой субстанции в диапазоне 5...10%

раствор непрерывно разжижается водой. Массовый расходомер измеряет концентрацию, пока не будет достигнута желаемая величина, например, в 25%. После этого процесс разжижения завершается и продукт (также через кориолисовый расходомер) отгружается клиенту.

В данном случае массовый расходомер последовательно выполняет три измерительных задачи: отделение определенного количества, разжижение и отгрузка.

Задачи по измерению концентрации раствора едкого натрия часто требуют решения на больших химических предприятиях.

#### Измерение экстракта кофе в производстве продуктов питания и напитков

При производстве продуктов питания и напитков можно выделить множество задач по измерению плотности и концентрации, которые удобно решать с помощью массовых расходомеров. Измерение кон-

центрации Brix при производстве соков, а также молассы на сахарных фабриках, картофельного крахмала, дозирование экстракта хмеля или измерение концентрации на пивоваренных заводах — все это является типичным применением кориолисовых массовых расходомеров.

В данном случае используется мультифункциональность измерительной техники — параллельное измерение массы, плотности или концентрации. Кроме этого, измерительные приборы типа OPTIMASS 7000 предлагают широкий спектр гигиенических присоединений, например, адаптер или полностью сварные конструкции.

Например, для измерения сухого содержания субстанции экстракта кофе применяют OPTIMASS 7000 — T10 с полированными измерительными трубами  $Ra < 0,5 \mu m$ . Перед внедрением в производственный процесс прибор тестировали на двух разных участках производства различных продуктов.

На первом производственном участке, характеризующемся большим содержанием сухой субстанции, работа прибора OPTIMASS сравнивалась с результатами линейных замеров плотности и лабораторными испытаниями. Как видно из рис. 3, показания OPTIMASS совпадают с данными альтернативных методов измерения.

На втором производственном участке концентрация сухого вещества находилась в диапазоне всего 5...10%. Сравнение лабораторных измерений и замеров с помощью расходомера показали возможность применения последнего на данном технологическом участке, так как точность лабораторных измерений лучше на  $\pm 0,3\%$  (рис. 4).

#### Выводы

Массовые расходомеры на сегодняшний день являются мультифункциональными измерительными системами, способными измерять значения плотности и концентрации и на их основе рассчитывать объемный расход вещества. Системный характер измерений позволяет осваивать этими измерительными приборами новые сферы применения.

#### Список литературы

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ. Книга 2. Изд. Машиностроение. 2004.
2. Журав А.А. Расходомеры, датчики и реле потока в промышленности. Обзор новинок российского рынка // Автоматизация в промышленности. 2008. №11.

Контактный телефон (846) 230-04-70.  
[Http://www.krohne.ru](http://www.krohne.ru)