



# Micro Motion

**Измерение  
расхода  
и плотности  
в нефтепере-  
рабатывающей  
промышленности  
кориолисовыми  
расходомерами**





## ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ КОРИОЛИСОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ MICRO MOTION

Обширная линейка кориолисовых продуктов Micro Motion® корпорации Emerson идеальна для измерения жидкостей, газов и суспензий на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ). Один расходомер способен измерять:

- Массовый и общий расход
- Объемный и общий расход
- Плотность жидкости
- Температуру

Прямое измерение массового расхода является весьма выгодными, поскольку на точность измерений фактически не оказывают влияния ни условия процесса, ни свойства среды. Обычно большинство непрерывных измерений расхода среды выполняются на основе измерения объема, с использованием технологий перепада давления, объемного вытеснения, турбинных и прочих. Для того, чтобы получить массовый расход или приведенный к стандартным условиям объемный расход, эти технологии требуют компенсации по температуре, давлению или удельному весу. Во всех этих видах компенсации присутствует потенциальная погрешность. Поскольку расходомеры Micro Motion измеряют непосредственно массу, то такие погрешности исключаются. К тому же, расходомеры Micro Motion не нужно повторно калибровать при смене среды или при изменении условий технологического процесса. Многочисленные изменения состава, наблюдаемые на этапах нефтепереработки, не будут оказывать влияния на точность измерений кориолисового расходомера.



Рисунок 1

Преимущества использования расходомеров Micro Motion для одновременного измерения массы и плотности множество. Кроме обеспечения необходимых измерений для расчета объемного расхода, измерения плотности могут использоваться для обеспечения постоянного контроля качества. Плотность может также использоваться для определения процентной концентрации или содержания твердого вещества в двухкомпонентных потоках. Возможность измерения процентной концентрации и прямого массового расхода позволяет кориолисовым датчикам измерять и дозировать объем чистого продукта, такого, например, как катализаторная суспензия.

Датчики Micro Motion имеют полые сенсорные трубки, являются высоконадежными и не имеют движущихся частей. Расходомеры Micro Motion предоставляют точность измерения расхода  $\pm 0,10\%$  и плотности  $\pm 0,0005 \text{ г/см}^3$ , или  $0,1^\circ \text{API}$ . Конструкция датчика с возможностью очистки на месте хорошо подходит для применений с тяжелыми полимерами и суспензиями. Не требуется прямых участков до или после установки расходомера. Датчик может быть установлен так, чтобы иметь возможность самодрена, может иметь изоляцию и электрообогрев. Диапазон перенастройки больше, чем 100:1 возможен для применений, где требуется обеспечение работоспособности при различных условиях расхода. Micro Motion предлагает широкую линейку кориолисовых сенсоров, способных измерять расход от 1 г/ч до 150000 баррелей в сутки ( $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

## Превосходные решения для всех требуемых вам применений

### Баланс продуктов на НПЗ • Борьба с потерями на НПЗ • Коммерческий учет

Точные и надежные измерения всех входящих и исходящих на НПЗ потоков являются ключевыми для учета и прибыльности. Потеря продукта является основной проблемой на НПЗ. Потери могут быть связаны с расхождениями в измерениях, при которых нет реальной потери продукта, но финансовые потери следуют. В таких случаях ошибка в измерениях может привести к тому, что нефтепереработчик выдаст гораздо больше продуктов, чем получит денег за них. В других случаях финансовые потери могут возникнуть из-за реальной потери продуктов. Нефтепереработчики должны понимать различия этих двух типов потерь. Как только будет определена степень реальных потерь, можно начинать работу по их сокращению. Законодательство некоторых стран требует от нефтепереработчиков показывать эффективность их процедур контроля баланса и борьбы с потерями. Подобные юридические требования, вероятнее всего, будут расширяться в будущем.

Точные измерения параметров техпроцессов особенно важны для установления реальной производительности технологических установок и определения критичных точек в процессах. Для создания действительно валидной модели НПЗ, данные полевых измерений должны иметь высокую точность. Эти данные также должны корректно отражаться в программах управления НПЗ.

Несмотря на то, что баланс продуктов должен сводиться на основе данных массового расхода, большинство измерительных устройств, используемых нефтепереработчиками, измеряют объем. Когда нефтепереработчик выполняет необходимый пересчет объема в массу, возникают большие погрешности. Наилучшим способом исключить погрешности измерений является измерение непосредственно массы с использованием кориолисовых массовых расходомеров Micro Motion. Используя кориолисовые расходомеры, нефтепереработчик имеет возможность измерять с большой точностью массовый, а также объемный расход. **Рисунок 1** на предыдущей странице показывает применение для борьбы с потерями на НПЗ, где большое количество датчиков Micro Motion модели D и ELITE® используются для измерения продуктов НПЗ в трубопроводах с несколькими нефтепродуктами. Установив кориолисовые массовые расходомеры на всех потоках, данный НПЗ значительно снизил количество потерь. Датчики Micro Motion все шире и шире используются в коммерческом учете, с тех пор как Стандарт API MPMS (Глава 5.6) заявил о предпочтительности использования кориолисовых расходомеров для коммерческого учета.



Рисунок 2

В других регионах мира расходомеры Micro Motion получили сертификаты на использование в узлах коммерческого учета на многие годы и широко используются в нефтепереработке и на терминалах отгрузки для коммерческого учета, включая загрузку в автоцистерны и вагоноцистерны, погрузку и разгрузку судов, перемещение продуктов на склад и на нефтехимические заводы. Установка нескольких расходомеров параллельно на узле учета - распространенная практика для работы в условиях с высокой скоростью потока, и одним из преимуществ данного метода является снижение общей погрешности измерений. Подобная установка приведена на **Рисунке 2**, где пять расходомеров Micro Motion ELITE CMF400, установленные параллельно, используются для разгрузки баржи с неочищенной нефтью для НПЗ на территории США.

Расходомеры Micro Motion также используются на причалах для загрузки/разгрузки танкеров при импорте и экспорте нефтепродуктов. Расходомер Micro Motion может использоваться практически для всех применений, поскольку он может измерять поток как в прямом, так и в обратном направлениях. Выбрав кориолисовые массовые расходомеры, один конструктор причала смог исключить двунаправленную подачу продукта, необходимость наличия прямых участков трубопроводов, клапанов с электроприводом, фильтров предварительной очистки и воздухоотводчиков. Заказчик сэкономил 2,7 миллиона долларов США, используя кориолисовую технологию Micro Motion.

## Разработаны для Вашего успеха

### Оценка и оптимизация технологического процесса

Точный баланс масс является важным для многих технологических применений. Четкий баланс массы дает возможность анализировать и оптимизировать выход продукта, решать какой катализатор и в каком количестве использовать, определять конверсию и выбирать подходящее исходное сырье для процесса. Более того, точные данные необходимы для всеобъемлющего изучения процесса, для принятия инвестиционных решений по проекту, а также для анализа окупаемости затрат.

Работа сложных современных систем контроля и оптимизации является эффективной только тогда, когда они получают точную информацию. Нефтепереработчики часто рассчитывают выход продукта до второго десятичного знака, однако полевые средства измерений, которые они используют, имеют погрешность не менее  $\pm 2-3\%$ . Зачастую для синхронизации неточных данных, полученных от полевых приборов, используется программное обеспечение сверки данных. Чем меньше погрешность при начальных измерениях, тем лучше сверка. Таким образом, эффективность производства значительно повышается с наличием точных данных полевых измерений, поступающих в ПО сверки данных, системы расширенного контроля и системы оптимизации технологического процесса.

На *рисунке 3* показаны два расходомера Micro Motion модели D300, установленные параллельно, измеряющие продукт флюид-каталитического крекинга как часть баланса массы. После замены существующих измерительных диафрагм на кориолисовые расходомеры Micro Motion Coriolis, погрешность баланса массы НПЗ снизилась с  $\pm 4,0\%$  до  $\pm 0,6\%$ .



Рисунок 3



### Контроль сырья и качества продукта

Способность приборов Micro Motion измерять непосредственно плотность сырья и качества продукта в реальном времени. Отслеживая плотность сырья, такого как сырая нефть, идущего к дистилляционной колонне, нефтепереработчик может предвидеть изменения в составе сырой нефти и исключить возможные сбои в работе завода. При работе с множеством типов сырой нефти, измерения плотности являются очень полезными в обеспечении бесперебойной работы. В дистилляционных и экстракционных установках, он-лайн мониторинг плотностей продуктов может свести к минимуму возможность производства продукта, несоответствующего техническим требованиям.

Расходомер Micro Motion измеряет плотность при существующих условиях, но наиболее часто пользователь заинтересован в данных о плотности сырой нефти в градусах АНИ или относительной плотности, приведенных к стандартным условиям. Эти данные также может выдавать преобразователь расходомера. Плотность сырой нефти в градусах АНИ рассчитывается на основе таблиц API MPMS (Глава 11.1) для расчета коэффициента температурной коррекции для различных влияющих факторов. Расчеты в Главе 11.1 даны для:

- Сырой нефти от 0 до 100° API
- Очищенных нефтепродуктов от 0 до 84° API
- Температуры от 0 до 300°F

### Измерение концентрации

Точные измерения плотности позволяют использовать дополнительные возможности измерений, включая измерения концентрации кислоты или едкой щелочи. Например, датчики Micro Motion широко используются для мониторинга и отслеживания тенденций концентрации серной кислоты в установках алкилирования в промежуточных резервуарах, а также в емкостях с отработанной кислотой. Расходомеры Micro Motion используются также для определения соотношения кислота / углеводороды, заменяя неэффективный способ визуального определения. Расходомеры Micro Motion, используемые в установках по алкилированию, значительно снизили затраты на потребление кислоты и позволили оптимизировать работу оборудования.

Кориолисовые расходомеры также используются для измерения концентрации каустика и имеют погрешность от  $\pm 0,1$  до  $\pm 0,2\%$ . Все больше нефтепереработчиков предпочитают кориолисовые расходомеры Micro Motion он-лайн анализаторам или ручной комбинации взятия пробы/ расходомер, поскольку они очень точные, надежные, практически не требуют обслуживания и имеют множество выходных сигналов.



## Предоставление высокоэффективных решений по измерениям

### Измерение газовой фазы

Традиционно кориолисовые расходомеры Micro Motion известны высокой точностью в измерении расхода жидкостей. Тестовые испытания измерения газа этими расходомерами, проведенные третьей стороной, подтвердили, что расходомеры Micro Motion также имеют высокую точность при измерении жидкостей с газовой фазой. Кориолисовые расходомеры являются особенно эффективными, поскольку они практически не подвержены влиянию изменения давления, температуры или состава газа.

Одним из нужных применений является измерение газового топлива. Когда у нефтепереработчика присутствуют колебания в составе газового топлива, вызывающие нестабильность работы бойлера или печи, установка датчика Micro Motion для измерения массового расхода газового топлива может повысить стабильность, а также улучшить контроль выбросов в атмосферу. Массовый расход газа примерно пропорционален энергоемкости, а соотношение топливо/воздух определяется молярной концентрацией, таким образом, измеряя массу, можно улучшить контроль.

Наиболее распространенным применением, показанным на **Рисунке 4**, является транспортировка этилена. Расходомеры Micro Motion используются также для измерения водорода в производстве водорода, гидроочистке, крекинге нефтепродукта и процессах очистки.

Другим интересным применением технологии Micro Motion является система питания установки парового реформинга метана. Использование расходомеров Micro Motion для повышения эффективности контроля соотношения пара/углерод в данной установке, повысит эффективность, надежность и безопасность производства.



### Измерение химических присадок

Технологические химические присадки, такие как присадки, предохраняющие нефтепродукты от порчи, деэмульгаторы, каталитические активаторы, пеногасители, красители и одоранты, можно измерять с высокой точностью при низких скоростях расхода, менее 10 см<sup>3</sup>/мин. Во многих случаях для добавления химикатов используются пульсирующие инжекторные насосы. Немногие приборы могут точно измерять пульсирующий поток. Расходомер Micro Motion – один из таких приборов. Поскольку преобразователь Micro Motion может усреднять значение выходного сигнала в течение определенного периода, то имеется возможность точного измерения такого нерегулярного потока. Это дает точное введение химических реагентов, лучшие показатели производственного процесса и меньшую потерю присадок.



Рисунок 4

### **Измерение тяжелого газойля, битума, нефтяных осадков**

Расходомеры Micro Motion устанавливаются для измерений потоков тяжелой и вязкой нефти. Датчики Micro Motion для высоких температур могут измерять жидкости при температурах до 650°F для некоторых моделей и до 800°F для других моделей. Также есть возможность измерений расхода сред, содержащих твердые частицы, такие как кокс и катализаторная пыль. Расходомеры Micro Motion измеряют мазут, кубовые остатки, битум, асфальт и отходы флюид-каталитического крекинга, - это лишь некоторые из применений. Использование кориолисовых расходомеров значительно увеличило надежность измерений, а также снизило затраты на обслуживание, которые приходилось нести при способе измерения по перепаду давления из-за засорения импульсных линий.

### **Определение утечек**

Определение утечек в трубопроводе – еще одно известное применение кориолисовых расходомеров. Большому количеству государственных учреждений необходима опция определения утечек, или, по крайней мере, системы сверки расхода в трубопроводах во избежание случайной утечки материалов в окружающую среду. Независимо от того, установлен ли программный комплекс по определению утечек, или же простая система сверки расхода с компенсацией по емкости трубопроводной системы, точность измерения расхода и надежность являются важными для успешной работы такой системы. Измерение массового расхода имеет очевидные преимущества над измерением объемного расхода в условиях часто изменяющейся температуры и давления.

### **Смешивание**

Многие нефтепереработчики пришли к выводу, что модернизация установки смешивания бензина может значительно повысить прибыльность.

Недавние исследования одного из ведущих поставщиков средств и систем управления технологическими процессами показали, какой эффект оказывает точное измерение составляющих на качество продукта смешивания. При изучении было выявлено, что даже небольшие погрешности в измерении оказывают серьезный эффект на результат. Это действительно так, независимо от того, определяете ли вы оптимальный состав, используя автономные устройства планирования, или же он-лайн оптимизаторы.

Поддержание точности расходомера является основным моментом в оптимизации непрерывного смешивания. Внутренние части расходомеров механического измерения объемного расхода снижают точность дозирования, таким образом, получаются менее оптимальные смеси. В отличие от этого, расходомер Micro Motion имеет полые сенсорные трубки, у него нет движущихся частей, и для обеспечения точности ему не нужна повторная калибровка. На **Рисунке 5** показан расходомер Micro Motion ELITE CMF400, используемый в установке смешивания бензина, где объем перерабатываемых отходов был снижен на 40% заменой турбинных расходомеров на расходомеры Micro Motion.

Кориолисовые расходомеры Micro Motion также повышают гибкость системы смешивания. Кориолисовые расходомеры имеют очень широкий диапазон перенастройки и могут измерять различные жидкости без необходимости повторной калибровки. При необходимости состав бензина может быть легко изменен для соответствия различным географическим или сезонным техническим требованиям.



**Рисунок 5**



Продукция Micro Motion компании Emerson основывается на таких требованиях заказчика, как соблюдение требований стандартов для опасных сред, низкие потери давления в трубопроводе или устойчивость к воздействию факторов окружающей среды. Различные модели расходомеров предлагают уникальные решения, которые удовлетворяют требованиям заказчиков к измерению расхода и плотности.

Например расходомеры Micro Motion серии ELITE были спроектированы специально по требованиям заказчиков прочными, устойчивыми к воздействию вибрации, пригодными для использования в опасных средах.

Проще говоря, расходомеры Micro Motion ELITE являются самыми точными и надежными расходомерами из имеющихся на рынке. Стандартные опции имеют корпус взрывозащищенного исполнения, выдерживающий давление измеряемой среды (в случае разрушения сенсорных трубок). Сенсоры Micro Motion ELITE могут поставляться с фланцами из нержавеющей стали или контактирующими со средой деталями из Hastelloy® C22.

Расходомеры Micro Motion серии T имеют оптимальный набор характеристик, являются единственными прямоотрубными расходомерами на рынке. Эти расходомеры имеют возможность самоочистки и контроля, обладают стандартным корпусом и коррозионностойкими контактирующими со средой деталями из титана.

Расходомеры Micro Motion серии F являются более точными и зачастую наиболее экономически выгодными, чем расходомеры с технологией объемного расхода. Данная модель имеет компактную конструкцию и возможность установки интегрального или удаленного монтажа преобразователя.

### Заключение

В перерабатывающих отраслях по всему миру кориолисовая технология Micro Motion продолжает оставаться стандартом измерений расхода и плотности. Независимо от того, используются ли они для улучшения баланса масс, отслеживания плотности, коммерческого учета или для снижения затрат на обслуживание, расходомеры Micro Motion повышают производительность нефтеперерабатывающих заводов. Продукты компании Emerson реально решают проблемы, которые ранее не позволяли НПЗ выйти на пик своей мощности и эффективности.

[www.micromotion.com/refining](http://www.micromotion.com/refining)

©2006. Micro Motion, Inc. Все права защищены.

Emerson Process Management, Micro Motion, MDV и PlantWeb являются зарегистрированными торговыми марками группы компаний Emerson Process Management. Логотипы Micro Motion и Emerson являются торговыми марками и знаками компании Emerson Electric Co. Все остальные марки являются собственностью соответствующих компаний.

Содержание данной брошюры предназначено только для ознакомления. Приняты все меры для обеспечения точности информации, приведенной в данном документе, однако, никакая часть данного документа не может рассматриваться как выраженные или подразумеваемые гарантии в отношении продукции или услуг, описываемых в данном документе, или их использования и применимости для конкретных задач. Все продажи регламентируются нашими условиями, которые предоставляются по запросу. Мы оставляем за собой право изменения конструкции и характеристик наших изделий в любое время и без предварительного уведомления.

#### Emerson Process Management

##### Россия

115114, г. Москва,  
ул. Летниковская, д. 10, стр. 2, этаж 5  
Телефон: +7 (495) 981-981-1  
Факс: +7 (495) 981-981-0  
e-mail: Info.Ru@EmersonProcess.ru  
[www.emersonprocess.ru](http://www.emersonprocess.ru)

##### Азербайджан

AZ-1065, г. Баку  
"Каспийский Бизнес Центр"  
ул. Джаббарлы, 40, эт. 9  
Телефон: +994 (12) 98-2448  
Факс: +994 (12) 98-2449  
e-mail: Info.Az@EmersonProcess.com

##### Казахстан

050057, г. Алматы  
ул. Тимирязева, 42  
ЦДС "Атакент", Павильон 17  
Телефон: +7 (727) 250-09-03, 250-09-37  
Факс: +7 (727) 250-09-36  
e-mail: Info.Kz@EmersonProcess.com

##### Украина

01054, г. Киев  
ул. Тургеневская, д. 15, офис 33  
Телефон: +38 (044) 4-929-929  
Факс: +38 (044) 4-929-928  
e-mail: Info.Ua@EmersonProcess.com

#### Промышленная группа "Метран"

Россия, 454138, г. Челябинск  
Комсомольский проспект, 29  
Приемная, служба маркетинга:  
Телефон: +7 (351) 798-85-10  
Факс: +7 (351) 741-84-32  
e-mail: Info.Metran@Emerson.com  
[www.metran.ru](http://www.metran.ru)

#### Контакты региональных представительств ПГ "Метран"

для размещения заказов – на [www.metran.ru](http://www.metran.ru)

#### Технические консультации по выбору и применению продукции

осуществляет Центр поддержки Заказчиков  
Телефон: +7 (351) 247-16-02, 247-1-555  
Факс: +7 (351) 247-16-67

