

Мэтт Мориссей, Продакт менеджер, Технологии взвешивания

# Вы можете плыть по течению? Расходомеры сыпучих веществ для промышленных применений

Расходомеры сыпучих веществ - интересное решение для учета величины расхода в потоке. Я говорю "интересное", потому что они являются в меру точными, дорогостоящими, требуют детальной настройки после установки и, как и весь процесс вокруг них. Одна из причин существования данной технологии - в том, что нет ничего, что могло бы выполнить эту задачу.

Как говорил мой отец, когда я давал ему резиновый молоток вместо настоящего молотка: "Ты должен иметь правильный инструмент для правильной работы". А для измерения расхода сыпучих веществ, расходомер - именно тот инструмент.

Этот простой факт привел к разработке нескольких типов расходомеров сыпучих веществ. Мы будем обсуждать и оценивать их здесь, так что вы тоже будете иметь правильный инструмент для измерения расхода в вашем применении.

Есть несколько технологий измерения расхода сыпучих веществ:

1. **Ударный** – наиболее популярный тип расходомера сыпучих веществ, как их часто называют. С помощью

труб или желобов создается специальная траектория движения материала, которая направляется на плоскую чувствительную пластину и ударяется об неё.

Сила удара создает воздействие, измеряемое с помощью датчиков веса или LVDT (линейно - дифференциальный преобразователь). Насколько отклоняется пластина под действием потока вещества, настолько датчик веса или LVDT изменяет сигнал, который преобразуется в расход в интеграторе (рис. 1).

2. **Центробежный** – измененный вид ударного расходомера. Центробежный расходомер сыпучих веществ измеряет расход через измерения силы

# Вы можете плыть по течению? Расходомеры сыпучих веществ для промышленных применений

воздействия среды на изогнутую пластину, к которой присоединены датчики веса. Поток вещества должен быть направлен параллельно пластине, и когда материал начинает двигаться по кривой, то начинает действовать тангенциальная сила, которая передается на интегратор, позволяя перевести силу воздействия в расход (рис. 2).

3. **Кориолисовый** – кориолисовый расходомер сыпучих веществ не использует тот же принцип, что и для жидкости. Для измерения сыпучих тел, вещество, попадая в расходомер, падает на лопасти, вращаемые электродвигателем. Двигатель подключен к удерживающему рычагу, на который установлен датчик веса. Подача материала изменяет силу кориолиса, соответственно меняя крутящий момент двигателя. Датчик веса обнаруживает это и посылает сигнал на интегратор, который переводит его в расход (рис. 3).

4. **Микроволновый** – одна из самых малоиспользуемых технологий, микроволновые расходомеры, излучают частоту 24 - 125 ГГц в поток материала в трубе или желобе. Используя принцип Доплера, изменение отраженных микроволн передается сенсором, как сигнал 4-20 мА в контроллер для преобразования в расход. Микроволновые расходомеры можно использовать в пневматических системах подачи, т.к. дополнительная сила потока не влияет на измерение расхода, как в трех предыдущих типах расходомеров (рис. 4).

5. **Емкостной** – измерение основано на двух независимых измерениях. Одним из них является измерение емкости пустой трубы к полной трубе, которое пропорционально концентрации материала. Другое - измерение скорости, в котором используются 2 датчика, чтобы измерить время, которое потребуется, чтобы материал перешел от одного датчика до второго. Сигналы этих измерений передаются на интегратор для вычисления расхода. Емкостное измерение также может быть использовано пневматическими системами (рис. 5).

## Технологии измерения: плюсы и минусы

Конечно, есть много преимуществ и недостатков для каждой из технологий. Вот некоторые наиболее важные аспекты, которые помогут вам определить подходит ли данный метод для вашего случая.

	Точн.	Диапазон	Самотеч поток	Пневмо поток
<b>Ударный</b>	± 1%	0.2-900 т/ час	Хорошо	Не рекомен.
<b>Центробежн</b>	± 0.5%	1-35 т/час	Хорошо	Не рекомен.
<b>Кориол-ый</b>	± 0.5-1%	4-600 т/час	Хорошо	Не рекомен.
<b>Микроволн</b>	± 5%	0.1-20 т/час	Умерен. хорошо	Умерен. хорошо
<b>Емкостной</b>	± 3-5%	20-50 т/час	Умерен. хорошо	Умерен. хорошо

### Ударные расходомеры: 2 преимущества

Во-первых, они могут работать как с малым, так и с большим диапазоном расхода. Во-вторых, отложение материала на чувствительной пластине не повлияет на точность или повторяемость измерения, т.к. только горизонтальная сила удара вызывает изменение сигнала на датчике. Любой дополнительный вес, налипающий на поверхность сенсора, не влияет на выходной сигнал системы.

Это самая старая из всех технологий, используемая более 60 лет. Ударные расходомеры сыпучих веществ могут быть очень компактными - некоторые всего 650 мм в высоту, а другие подходят для большой нагрузки и 2500 мм в высоту. С размером расходомера меняется и стоимость, при этом все расходомеры изготовлены с защитой от пыли, легко очищаются и калибруются.

### Центробежные расходомеры: высокая точность

Центробежные расходомеры сыпучих материалов могли бы взять приз за точность, но следует проявлять осторожность при

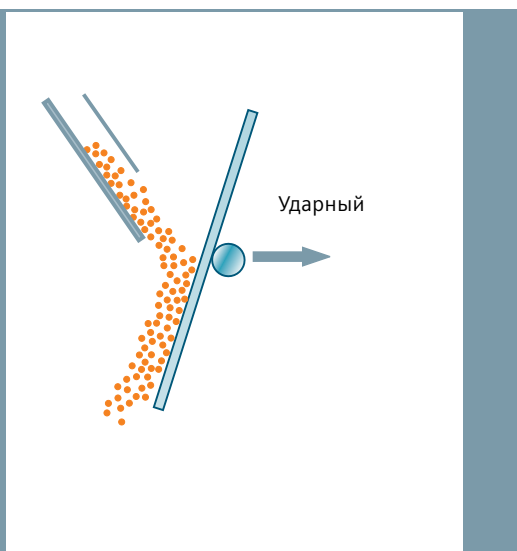


Рис. 1: Ударный расходомер через устройство подачи направляет материал и материал ударяется о плоскую чувствительную пластину.

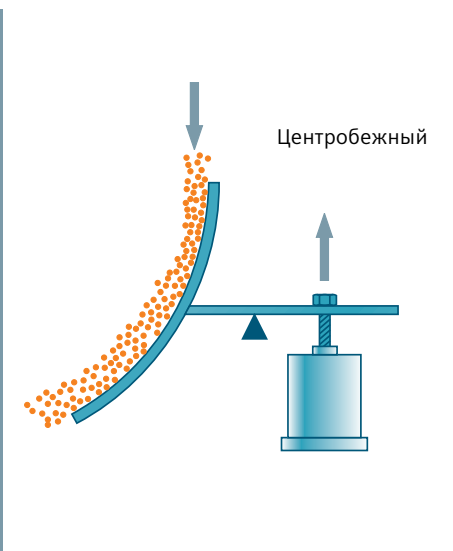


Рис. 2: Как и ударные расходомеры, центробежные расходомеры направляют материал на изогнутую чувствительную пластину.

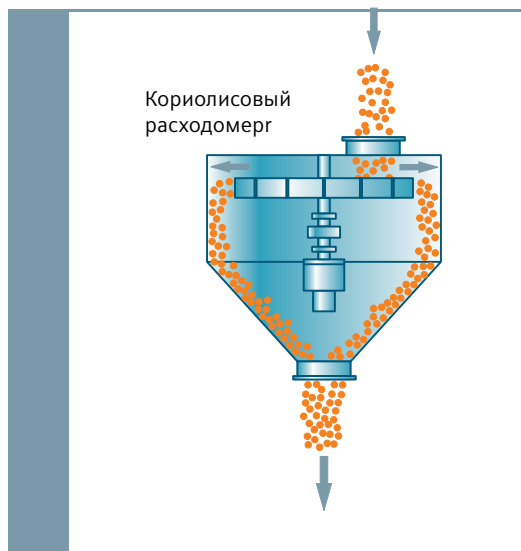


Рис. 3: Материал, поступающий в кориолисовый расходомер, попадает на лопасти, приводимые в движение электродвигателем.

# А для измерения расхода многих сыпучих материалов, расходомеры - точно тот инструмент.

применении данного вида продукции. С характеристиками и правильным потоком материала, центробежные решения могут быть чрезвычайно точны. Тем не менее, если материал липкий и каким либо образом начинает налипать на чувствительную пластину, сигнал с центробежных расходомеров начинает смещаться и измеряется как тангенциальное усилие. Предел расхода также ограничивается конструкцией данного расходомера, но эта технология также предлагает пыленепроницаемые корпуса и легкую калибровку.

## Кориолисовые расходомеры: высокий расход и точность, нужно много энергии

Кориолисовые расходомеры сыпучих веществ - хорошая альтернатива при высокой скорости потока и высокоточных применениях. Высокие скорости потока и требования к точности кажется нормой в процессе развития измерительных приборов. Конструкция кориолиса также опробована и точность верна, но она имеет некоторые недостатки. Материал, который является абразивным, может преждевременно изнашивать лопасти расходомера, требуется замена. Большие размеры частиц могут стать проблемой забивки или засорения выгрузки. Еще один недостаток кориолисового расходомера - то, что устройство приводится в движение двигателем высокого напряжения. Для всех других типов расходомеров требуется стандартное питание, в тоже время двигателям переменного тока нужно от 120 до 600 В.

## Микроволновые расходомеры: низкая стоимость, низкая точность

Микроволновый расходомер подкупает своей низкой стоимостью, низкая точность - это альтернатива большим громоздким расходомерам, об этом уже говорилось. Продукт, который помещается у Вас в руке и может быть

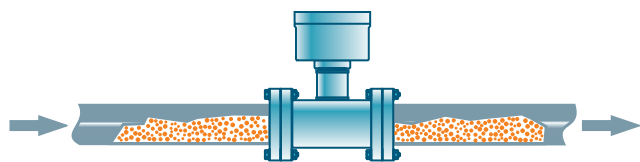
установлен менее, чем за час, в сравнении необходимости крана с блоком выше тебя, имеет свои преимущества. Калибровка выполняется быстро и просто, и нет вращающихся или контактирующих с материалом частей, это делает его весьма привлекательным. Однако любой процесс, где требуется точность, не выиграет от этого вида продукта. Микроволновые расходомеры также можно использовать с любым типом системы, будь то самотечный поток или пневматические транспортеры. Микроволновые расходомеры сыпучих продуктов примерно выглядят как микроволновые датчики уровня.

## Емкостные расходомеры: простая установка, низкая точность

Емкостные расходомеры сыпучих продуктов также были на рынке в течении некоторого времени. Использование двух измерительных принципов помогает повысить точность общего измерения расхода, но это устройство не может работать с большими объемами материала. Установка проста и понятна, как установка обычного расходомера для жидкостей. Калибровать также легко, но точность не очень хороша по сравнению с большими устройствами. Емкостные расходомеры могут использоваться в самотечных и пневматических системах, и также - очень конкурентоспособное решение по сравнению с большими механическими устройствами. Емкостные расходомеры сыпучих продуктов похожи на расходомеры для жидкостей и выглядят как электромагнитные расходомеры.

## Выбор, выбор: как решить?

Выбор правильного продукта сводится к извечным тройным ограничениям: цена, точность и соответствие. Если вы можете потратить деньги, вы не должны жертвовать тем, в чем вы нуждаетесь за то, что вы можете себе позволить.



Микроволновый расходомер



Емкостной расходомер

Рис. 4: Микроимпульсный расходомер имеет радарный преобразователь, измеряющий материал в желобе или трубе.

Рис. 5: Емкостной расходомер работает на основе двух измерений - изменение емкости в трубе и скорости материала.

# Вы можете плыть по течению? Расходомеры сыпучих веществ для промышленных применений



Одним из самых больших преимуществ расходомеров сыпучих веществ является то, что он встроен в линию потока материала, что не могут сделать дозаторы и весы.



Расходомеры сыпучих продуктов используются в различных отраслях от пищевой до энергетической.



St. Ilarys - производитель цемента в Канаде использует расходомер E-300 от Siemens на протяжении 20 лет! Теперь называется SITRANS WF330, этот расходомер до сих пор обеспечивает точные и надежные измерения.

Точность основана на том, что требуется для вашего процесса. Соответствие требованиям сводится к тому, что расходомер будет работать на переменной плотности материала, расхода, температуре, влажности, размере частиц, пространству для установки, питающем устройстве, совместимости материалов и не стоит забывать об опасных зонах!

## Быть экспертом или не быть экспертом

Я работаю с расходомерами в течение восьми лет, и я считаю, что я хорошо разбираюсь. У меня есть коллеги, которые работают с этой технологией 35 лет, и они считают себя более опытными. Тем не менее, я еще не встречал никого, кто считает самого себя экспертом в расходомерах!

Есть множество переменных, которые следует учитывать, многие из которых могут меняться с изменением сезонов или даже с повседневным изменением погоды. К сожалению, не существует быстрых и простых ответов. Понимание применения в мельчайших подробностях позволяет применить правильный продукт и опции.

Мои рекомендации: поговорить с поставщиком продукции и предоставить как можно больше информации, насколько это возможно. В Siemens мы предлагаем опросный лист, который собирает все необходимые данные для нас. После этого шага, мы можем предоставить наше предложение по применению, а так же выделить что-либо для проведения дополнительной оценки. Наша цель всегда состоит в обеспечении максимальной производительности продукции в Вашем применении.

## Иногда нужен просто молоток

Как я сказал ранее, расходомеры сыпучих продуктов не могут быть самой удивительной частью технологии в мире. Тем не менее, они являются неотъемлемой частью многих промышленных применений, по причине, что ничего другое не может выполнить эту работу.

Конечно, для ремонта Вашего дома изо дня в день, вы можете приобрести пистолет для гвоздей с лазерным прицелом и его

мощности будет достаточно, чтобы стрелять гвоздями с сотни метров в секунду. Реально, иногда нужен просто молоток. Точно также, иногда Вам нужен просто расходомер сыпучих продуктов – правильный инструмент для работы.

ООО «Сименс»  
Сектор Индустрия  
Департамент «Промышленная автоматизация»  
Отдел «Сенсоры и коммуникации»

115184, Россия, Москва, ул. Большая Татарская, д. 9  
тел.: +7 (495) 737-1-737  
факс: +7 (495) 737-23-99  
sc.ru@siemens.com

Информация, представленная в настоящей брошюре, включает общее описание и основные эксплуатационные характеристики, которые в случае применения на практике не всегда соответствуют фактическим характеристикам и могут измениться в результате последующего обновления продукции. Обязательство о предоставлении соответствующих характеристик возникает только в том случае, если оно недвусмысленно предусмотрено условиями соглашения.

Все обозначения продуктов могут являться торговыми марками или наименованиями, принадлежащими Siemens AG или компаниям-поставщикам, таким образом, их использование третьими лицами в личных целях может стать нарушением прав владельцев.