

## ИННОВАЦИОННЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ В АЭРОЖЕЛОБАХ

А.В. Степанов (ООО "МетраТек")

Отличительной особенностью компании SWR engineering (Германия) является ее ориентация на разработку нетрадиционных инновационных технологий измерения и обработки сигналов, в ряде случаев меняющих сложившиеся представления о процессе измерения параметров сыпучих материалов и пыли<sup>1</sup>. Ранее уже были рассмотрены возможности микроволновых приборов компании SWR engineering, предназначенных для работы с сыпучими веществами и пылью. Используемые бесконтактные методы измерений обеспечивают отличные метрологические характеристики, устойчивость к агрессивным средам и высокую надежность приборов.

В очередной статье рассказывается о последней разработке компании – микроволновом измерителе расхода сыпучих веществ в аэрожелобах SlideControl, впервые продемонстрированном в сентябре 2008 г. на выставке POWTECH 2008, прошедшей в г. Нюрнберге (Германия).

Ключевые слова: расходомеры, сыпучие материалы, аэрожелоб, микроволновые измерения.

В настоящее время для транспортировки разнообразных сыпучих материалов (цемента, гипса, извести, золы, зерна и т.п.) широко применяются аэрожелоба, представляющие собой трубопровод из двух коробов, разделенных воздухопроницаемой микропористой перегородкой (например, из текстильной ткани), при этом нижний короб служит воздухопроводом, а верхний является транспортным лотком. Сыпучий материал, насыщенный проходящим через пористую перегородку воздухом, приобретает свойства текучести и перемещается с достаточно высокой скоростью по транспортному лотку аэрожелоба, который устанавливается с незначительным уклоном (4...10°). Благодаря использованию аэрожелобов эффективно решается задача горизонтального перемещения сыпучего материала на любые расстояния в пределах производства и его распределения по производственным участкам с точки зрения минимизации энергозатрат и механического износа оборудования.

Еще совсем недавно измерить расход сыпучих веществ, перемещаемых в аэрожелобах, непосредственно во время процесса транспортировки, выполняя измерения в масштабе РВ, было невозможно. В настоящее время предлагаются решения данной проблемы, например, путем использования специальных измерительных желобов, формирующих определенным образом поток сыпучего материала, усилие воздействия которого воспринимается датчиком нагрузки; или же для этих целей применяются специальные встроенные измерители веса. Подобные измерительные системы являются электромеханическими, требуют значительного объема дополнительного пространства для инсталляции и практически исключают последующие модернизации или переоборудование.

<sup>1</sup> Крошкин А.Н. Новейшие технологии измерения расхода сыпучих веществ и пыли // Автоматизация в промышленности. 2008. №4.

Компанией SWR engineering разработан уникальный микроволновый прибор SlideControl (рис. 1), предназначенный для измерения в масштабе РВ расхода сыпучих веществ в аэрожелобах.

Данный прибор интегрируется непосредственно в аэрожелоб и практически не требует дополнительного производственного пространства. В основе работы данного прибора лежит новая запатентованная технология, основанная на измерении объемного расхода сыпучего материала, перемещаемого в аэрожелобе (рис. 2), путем измерения высоты перемещаемого материала и его скорости. Плотность материала предварительно вводится в прибор.

Прибор монтируется сверху аэрожелоба, внутрь которого вводится специальная измерительная пластина, помещаемая непосредственно над текстильной перегородкой. Измерительная пластина состоит из двух частей: в первой отдельным датчиком измеряется высота материала в контрольной точке, а во второй – с помощью двух датчиков, расположенных на фиксированном расстоянии друг относительно друга, коррелятором измеряется скорость потока.



Рис. 1. Внешний вид прибора SlideControl

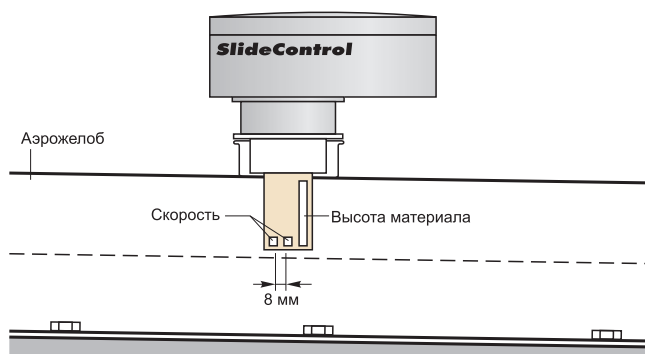


Рис. 2. Принцип действия прибора SlideControl

В результате перемножения измеренных значений скорости (м/с) и высоты материала (м) на известную ширину аэрожелоба (м) получается текущее значение объемного расхода сыпучего материала (м<sup>3</sup>/с). В приборе имеются два аналоговых выхода 4...20 мА для выдачи измерительных сигналов, пропорциональных объемному расходу и скорости материала в аэрожелобе.

Произведение рассчитанного объемного расхода (м<sup>3</sup>/с) на известную плотность материала (кг/м<sup>3</sup>) позволяет получить текущий массовый расход сыпучего материала (кг/с).

Прибор SlideControl легко монтируется на верхней поверхности аэрожелоба (рис. 3) с помощью специального монтажного узла и фиксируется хомутом, что позволяет легко проводить обслуживание, технологические осмотры и ремонт прибора.

В зависимости от геометрических размеров аэрожелоба используются измерительные пластины трех размеров 150, 200 и 250 мм, длина которых регулируется при монтаже в пределах ± 25 мм. Данные пластины являются сменными и легко заменяемыми.

Прибор позволяет проводить измерения мгновенного расхода сыпучего материала в аэрожелобе с погрешностью ± 5 %.

В случае, когда необходимо измерить расход с максимально возможной точностью, вводимая в прибор плотность сыпучего материала уточняется с учетом возникающей при транспортировке текучести материала и при

дальнейших измерениях операции производятся уже с текущей плотностью материала. Для этого измеряется высота слоя материала на текстильной перегородке при подаче воздуха в аэрожелоб и при прекращении подачи воздуха. На основании этих измерений определяется текущая плотность материала, которая вводится в прибор:

$$\delta_{\text{тек}} = \delta \cdot h_{\text{норм}} / h_{\text{тек}},$$

где  $\delta$  — известная плотность материала;  $h_{\text{норм}}$  — высота материала на текстильной перегородке без подачи воздуха;  $h_{\text{тек}}$  — высота материала на текстильной перегородке при подаче воздуха.

Плотность используемого материала, как правило, известна заранее или легко определяется лабораторным путем.

Кроме того, в приборе SlideControl предусмотрена процедура калибровки с помощью встроенной функции тоталайзера, который показывает расход сыпучего материала за определенный интервал времени. При калибровке сравниваются показания тоталайзера за заданный интервал времени и вес материала, собранного на выходе аэрожелоба за это же время, изме-

ренный весами. На основании этих двух замеров рассчитывается поправочный калибровочный коэффициент.

Первый опыт применения расходомеров SlideControl (рис. 4) показал высокую эффективность новой технологии измерения расхода сыпучих материалов в аэрожелобах и широкие перспективы ее дальнейшего внедрения в различных отраслях промышленности.

*Степанов Александр Владиславович — руководитель направления ООО "МетраТек".*

*Контактный телефон (495) 638-54-07.*

## ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК РАСХОДА ГАЗА

**Д.В. Зиновьев (МИЭТ)**

*Проанализированы причины, тормозящие внедрение микроэлектронных датчиков в области термоанемометрического измерения массового расхода газа. Обнаружены и приводятся принципиальные особенности баллистического (свободно молекулярного) режима теплопроводности, который до сих пор считался возможным только в разреженных газах. Разработана математическая модель датчика расхода газа с применением программ, реализующих метод конечных элементов. Представлен цифровой измеритель расхода газа, реализованный с учетом особенностей тепло- и массопереноса в микросистемах.*

*Ключевые слова: датчик расхода газа, термоанемометр, тепловые микросистемы.*

Использование микроэлектронных (МЭМС) датчиков в АСУТП — главная линия развития современных средств автоматизации. Внедрению интеллектуальных датчиков во многом способствует низкая стоимость (благодаря применению высоких технологий при их производстве). Вместе с тем ситуация на рын-

ке датчиков расхода газа, теплопроводности и подобных, использующих в своем составе прецизионные системы контроля температуры подогрева измеряемого газа, остается на уровне 20...30-летней давности. Наибольшее распространение в термоанемометрии приобрели трехэлементные модули, состоящие из на-



Рис. 3. Монтаж прибора SlideControl



Рис. 4. Действующая система измерения расхода SlideControl