

Радарные уровнемеры STREAMLUX

для измерения жидких и твердых сыпучих сред

Преимущество радарных уровнемеров RD8000 – это возможность бесконтактно измерять уровень жидких и твердых сыпучих материалов практически в любых технологических условиях. Они способны работать при сильном парении, запылении и конденсации, измеряют уровень кипящих, вспененных и даже перемешивающихся сред. При этом агрессивность среды не имеет значения, ее температура может достигать от -40 до $+1000$ °С, а давление в емкости – 50 атмосфер. Уровнемеры RD8000 можно устанавливать на емкости любого типа (колонны, силосы, дробилки, мешалки, реакторы, сепараторы, доменные печи), и они практически не подвергаются износу. О технических особенностях этого решения рассказывает [Игорь Анатольевич Ананьин](#), директор по развитию бизнеса ООО «Энергетика» – компании-разработчика радарных уровнемеров RD8000. ■■■■■

ЦИТАТА: Развитие технологий и накопление опыта в бесконтактных измерениях приводят ко все большему совершенствованию уровнемеров радарного типа и их удешевлению. Приятным бонусом здесь всегда выступает независимость распространения радиоволн от температуры, влажности и других параметров.

ИСУП: Игорь Анатольевич! Какова рабочая частота уровнемера STREAMLUX RD8000?

И. А. Ананьин: Уровнемеры STREAMLUX RD8000 относятся к семейству самых современных на сегодня уровнемеров радарного типа, их рабочая частота 80 ГГц. Радарные уровнемеры имеют тенденцию к развитию через повышение рабочей частоты. Еще недавно мы имели дело с рупорными уровнемерами на частотах 6 ГГц, потом 26 ГГц. С переходом на использование в радарных уровнемерах линз-концентраторов из диэлектрика рабочая частота вышла на величину 80 ГГц, и пока это самые отработанные в плане эксплуатации модели.

Разные компании сейчас ведут исследования в направлении повышения

рабочей частоты до 120 ГГц, но пока это больше эксперименты, чем стабильная серийная технология. И мы не спешим поднимать рабочую частоту без уверенности в том, что это действительно имеет смысл и что на данном этапе технологии позволяют нам дать стабильный, уверенный результат с более высоким качеством, чем в проверенном и отработанном диапазоне 80 ГГц.

ИСУП: Планируются ли многолучевые модификации (для работы с сыпучими материалами)?

И. А. Ананьин: Идея сделать многолучевой уровнемер, который сканировал бы поверхность сыпучего материала, отражая рельеф и создавая объемную картинку, выглядит заман-

чиво. Но давайте посмотрим на нее не с точки зрения физики поверхности сыпучего вещества, а с точки зрения физики луча и самого измерения по принципу отражения. Что могут дать нам несколько лучей, испускаемых практически из одной точки под разными углами? Особенно если отражаются они от поверхности со сложной геометрией. Каждый луч придет к поверхности под углом, далеким от 90 градусов, и отразится, согласно законам физики, в сторону от приемопередатчика, образуя многократное и непредсказуемое ложное эхо. Обработать сигнал, который множеством отражений под множеством углов придет обратно, и получить реальную, достоверную картинку – вряд ли вы-



Рис. 1. Радарный уровнемер STREAMLUX RD8000: а – внешний вид базового исполнения; б – отображение измеренных значений на дисплее

полнимая задача, да и сам собой встает вопрос целесообразности.

Напротив, задача измерения сыпучих веществ связана с задачей направления луча максимально перпендикулярно плоскости обрушения вещества для получения четкого и сильного истинного эха. Ее оптимальным решением представляется установка двух-трех отдельных уровнемеров, но с функцией наклона оси излучения, чтобы лучи приходили из разных точек, но под углом, близким к 90° . Это и даст нам искомую точность измерений после суммирования и математической обработки эхосигналов от разных излучателей.

Поэтому мы предлагаем решения на основе однолучевых моделей, но снабженных дополнительными функциями именно для сыпучих веществ.

ИСУП: Расскажите, пожалуйста, об устройствах продувки и поворота для сыпучих продуктов.

И. А. Ананьин: Как я уже говорил, устройство наклона оси излучателя очень важно, если мы собираемся измерять сыпучие вещества бесконтактным способом. При грамотном подходе это позволяет установить уровнемер так, чтобы луч излучателя приходил к поверхности вещества под прямым или почти прямым углом и отражался четко обратно, давая истинный сигнал заметно большей интенсивности, чем возможное ложное эхо.

Хорошим дополнением в этом случае будет оснащение линзы устройством

продувки для очистки от налипающих частиц пыли, которая может ослаблять сигнал и уменьшать контраст между истинным и ложным эхо, обладающим обычно меньшей интенсивностью. Поэтому наша модель RD8002, рекомендуемая для сыпучих веществ, оснащена именно комбинацией устройства наклона с устройством продувки линзы. Это дает заметно лучший результат и позволяет пользователям не тратить время на регулярный демонтаж для очистки поверхности линзы, получая одновременно стабильные измерения постоянной точности.

ИСУП: Какова пиковая точность измерения сыпучки в процентах от максимального объема силоса?

И. А. Ананьин: Это зависит от того, насколько грамотно и исчерпывающе будет построена изначальная модель установки, насколько полно будут учтены все факторы в конкретной задаче. Потому что для каждой конкретной емкости в сочетании с каждым конкретным веществом будет свой угол обрушения материала, с поправкой на интенсивность и точку (или точки) подачи. Очень важно это верно оценить и рассчитать место и угол установки уровнемера, добиваясь оптимального угла прихода луча к плоскости обрушения материала. От этого и будет зависеть конечная точность измерений. Ну и пропорции емкости тоже играют свою роль: в широких емкостях меньшей высоты можно добиться более оптимальных углов, чем в узких и вы-

соких. Поэтому однозначно тут ответить нельзя, каждая ситуация индивидуальна. Главное, грамотно подходить к решению, соблюдая фундаментальные правила и одновременно уходя от шаблонов.

ИСУП: Возможно ли бесконтактное снятие информации с уровнемера RD8000?

И. А. Ананьин: На данный момент такой возможности нет, но мы работаем в этом направлении и, возможно, уже в следующем году представим модели с модулями бесконтактной настройки и снятия информации.

ИСУП: У вас интересное решение по измерению сверхвысоких температур. Расскажите, пожалуйста, об этой технологии.

И. А. Ананьин: Вопрос защиты от высоких температур электронного блока не представляет собой сложности, достаточно оснастить участок присоединения радиатором требуемой теплоемкости. Гораздо сложнее изолировать от избыточного тепла линзу, изготовленную из ПТФЭ, пиролиз которого начинается уже при 200°C . Одновременно с решением проблемы теплозащиты необходимо обеспечить нормальное прохождение радиосигнала и эхосигнала, исключив их искажение, и обеспечить отличимость ложного эха. Мы пошли по пути использования радиопрозрачного стекла, применив некоторые хитрости при его установке. Ну и, разумеется, невозможно было обойтись без массивного радиатора – оправы, которая для особенно «горячих» условий может дополняться воздушным охлаждением.

ИСУП: Какой тип излучения у уровнемеров STREAMLUX RD8000 – непрерывное частотно-модулированное или импульсное?

И. А. Ананьин: Как я уже говорил, уровнемеры STREAMLUX RD8000 относятся к самому современному классу радарных уровнемеров, они работают с использованием принципа частотной модуляции при непрерывном режиме излучения для повышения точности измерений и получения четкой эхограммы, позволяющей точно понимать процессы в измеряемой емкости. Если сформулировать проще, то будущее – за непрерывными измерениями

и модуляцией сигнала, они позволяют упростить обработку эхосигнала и отделение истинного эха от ложного. Мы движемся именно в этом направлении.

ИСУП: Расскажите о программном обеспечении, с помощью которого вы решаете проблему ложного эха, свойственную радарным уровнемерам. Есть ли функция обучения или даже самообучения прибора?

И. А. Ананьин: Вы правы, отделение истинного эха от ложного — это основная задача в обработке сигнала после его получения прибором. Наше программное обеспечение позволяет это делать не только в разных режимах, но и в разных диапазонах измерений, включая или исключая определенные отрезки дистанции в процессе обработки. При установке прибор можно обучить на пустой емкости, возможно использование специальных функций подавления для зон, в которых расположены препятствия, обусловленные формой емкости или встроенным оборудованием.

Кроме того, принцип частотной модуляции, используемый в наших уровнемерах, уже служит, если можно так сказать, фильтром грубой очистки, отсекающим основную часть ложных сигналов. А остальное дорабатывается в рамках включения и настройки дополнительных функций, если в этом остается потребность в силу особенно сложной внутренней геометрии.

ИСУП: Какова погрешность при измерении кипящей и парящей среды?

И. А. Ананьин: Тут все зависит от конкретных условий и правильности подбора решения для каждого случая в отдельности. В целом можно однозначно сказать, что парение не является проблемой для радарных уровнемеров как класса, вне зависимости от модификации. Модели с линзой имеют достаточно мощное излучение для пробивания любого тумана, а модели с волноводами измеряют границу раздела газовой среды и жидкости, которая достаточно четко определяется на эхограмме.

Чуть сложнее дело обстоит с условиями кипения, которые подразумевают значительное бурление на поверхности жидкости. Но и тут есть возможность снизить погрешность до минимальных значений. Для моделей с линзой это

решается программно через коэффициенты сглаживания и некоторые другие настройки. Для волноводных моделей у нас есть решение, позволяющее достигать очень высокой точности, — это коаксиальный волновод, который способен свести погрешности от бурления до несущественных величин.

ИСУП: Расскажите, пожалуйста, подробнее о такой новинке, как коаксиальный волновод.

И. А. Ананьин: В связи с особенностями распространения радиоволны вдоль волновода волноводные уровнемеры часто используют во всевозможных байпасах и внутренних мерных трубах. Так что решение сделать коаксиальный волновод, сразу совместив измеряющий стержень с точно рассчитанной под него мерной трубкой, можно сказать, лежало на поверхности. В результате мы получили готовое заводское решение не только для жидкостей с малой диэлектрической проницаемостью, но и для условий вспенивания, перемешивания или емкости со сложной внутренней геометрией.

ИСУП: Почему сегодня радарные уровнемеры приобретают большее преимущество, чем ультразвук?

И. А. Ананьин: Сейчас большинству предприятий уже недостаточно измерять параметры производства на глазок, технологии усложняются, растет производительность, увеличиваются объемы. Все это требует более точного и стабильного учета, на предприятии приходит более совершенная техника и более точные средства измерения.

Главным преимуществом ультразвуковых уровнемеров является их цена, она ниже, чем у радарных уровнемеров. В то же время для точной работы приборов на ультразвуке необходимо учитывать множество параметров, которые нужно вовремя измерять и вводить поправки, чтобы показания были стабильными и точными. Это усложняет процесс измерений, плотно завязанный на свойствах среды, в которой распространяется ультразвук, и вынуждает больше тратить такой ценный ресурс, как время.

Одновременно с этим развитие технологий и накопление опыта в бесконтактных измерениях способствуют

все большему совершенствованию уровнемеров радарного типа и их удешевлению. Приятным бонусом здесь всегда выступает независимость распространения радиоволн от температуры, влажности и других параметров, принципиально важных для ультразвука. Если добавить к этому список специальных возможностей (работа при сверхвысоких температурах, нечувствительность к пару и пыли, возможность работы в очень узких пространствах), то разница в цене между ультразвуковыми и радарными уровнемерами перестает быть столь существенной.

ИСУП: Если не ошибаюсь, вы работаете над очень перспективным направлением по разделению сред. Расскажите об этом подробнее.

И. А. Ананьин: Да, действительно, современное развитие радарно-волноводных уровнемеров выводит нас на возможность решения такой интересной и востребованной задачи, как разделение сред. Вернее, нахождение и измерение их границ, когда сред у нас оказывается больше двух. Например, в ситуации, когда имеется пленка или слой нефтепродуктов на воде, которую необходимо очистить.

Бесконтактный радарный уровнемер с такой задачей не справится, он просто не увидит границ. Но радарно-волноводный способен детектировать не только границу «воздух — жидкость», но и границу «жидкость — жидкость», причем одновременно выделяя границу «верхняя жидкость — воздух». Дело за малым: разработать программное обеспечение, которое позволит корректно обработать сигнал и вычислить нужные данные.

Надеюсь, что скоро мы сможем поделиться с вами результатами наших исследований в этой области.

Беседовали: С. В. Бодрышев,
главный редактор журнала «ИСУП»;

 ENERGETIKA LTD.

И. А. Ананьин, директор
по развитию бизнеса,
ООО «Энергетика», г. Москва,
тел.: +7 (495) 248-0572,
e-mail: mail@energetika.ooo,
сайт: www.streamlux.ru