

Выводы

Комбинированные СВЧ-акустические методы позволяют существенно повысить точность измерения влажности материалов переменной плотности.

Литература

1. Лисовский В.В. «Теория и практика сверхвысокочастотного контроля влажности сельскохозяйственных материалов» – Минск: БГАТУ, 2005.-292с.
2. Igor Renhart, Boris Tsentsiper, Dielectric Properties of Bulk Materials and Restrictions to the Application of Two-Parameter Microwave Aquametry. 6Th International Conference on «Elektromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances». –Weimar, Germany, 2005.– pp. 481–488.
3. Lisovsky, V. The Automatic Control of Moisture in Agricultural Products by Methods of Microwave Aquametry / V. Lisovsky // Measurement Science and Technology.– 18 (2007).– pp. 1016–1021.

УДК 631.56

ЗАРУБЕЖНЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ ВЛАГОМЕРЫ

Лисовский В.В., к.т.н., доц., Булко М.И., ст. преподаватель,
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Наметившаяся в предыдущем десятилетии тенденция разработки двух и более параметрических измерительных преобразователей контроля влажности на основе микроволновых методов продолжается и в настоящее время, что подтверждается материалами недавно прошедшей в Веймаре 10-й международной конференции «Взаимодействие микроволнового электромагнитного поля с влагосодержащими субстанциями» [1]. Это относительное усложнение и удорожание конструкции приборов контроля влажности позволяет существенно повысить их метрологические характеристики за счет учета влияния плотности и температуры, а также некоторых других «мешающих факторов», влияющих на точность измерений. В связи с этим следует отметить, что данные устройства можно рекомендовать в тех случаях, когда экономический эффект от их использования значительно превосходит стоимость приборов. Соотношение

«цена-качество» по-прежнему является определяющим критерием. Подтверждением тому является широкий ассортимент микроволновых однопараметровых влагомеров предлагаемых на рынке ведущими мировыми производителями.

Большое развитие за последнее время получили методы и приборы временной диэлектрической спектроскопии (ВДС). Если раньше их применяли практически только в научных исследованиях, то сейчас появилось большое число сообщений о разработанных влагомерах на основе этих методов. Данное обстоятельство говорит о большом прогрессе в этой области [1] т.к. до недавнего времени стоимость ВДС-спектрометров составляла несколько десятков тысяч долларов.

На последней 10-ой конференции методам и приборам временной диэлектрической спектроскопии была полностью посвящена работа секции 2.2. Перспективность этого направления очевидна. При воздействии короткого (пикосекундного) импульса на влагосодержащий материал и измерении параметров прошедшего сигнала можно получить информацию не только о влажности, плотности, температуре, но и о многих других параметрах (например для зерна: содержание белка, протеина, аминокислот и пр.). Это стало возможным потому что современные микропроцессорные системы достаточно просто позволяют сделать Фурье-анализ функции диэлектрического отклика, т.е. фактически позволяют реализовать многочастотный метод на новой элементной базе.

Ниже рассмотрим основные конструкции и технические характеристики современных микроволновых влагомеров ведущих зарубежных фирм-производителей [1].

Влагомеры фирмы GreCon (США) в измерительной системе MWF 5000 используют резонансный принцип контроля, основанный на измерении ухода резонансной частоты и изменении переходного ослабления в зависимости от содержания воды и плотности материала, что позволяет производить их отдельную оценку с помощью электронного блока на основе микропроцессора. В зависимости от типа датчика глубина проникновения электромагнитного поля в контролируемый материал составляет от 1,5 до 4 дюймов. Датчик в виде открытого резонатора имеет плоскую контактную поверхность.

Влагомеры фирмы MoistScan, входящую в Realtime Group(США) предназначены для точного измерения влажности в широком диапазоне (до 100%) на основе микроволновых технологий сельскохозяйственных продуктов, биотоплива, продуктов питания, строительных материалов, объектов горнорудной промышленности и др.

Влагомеры MoistScan имеют несколько основных модификаций, предназначенных поточных измерений. Они имеют универсальный блок обработки информации и типовой измерительный модуль для конвейерной ленты. Влагомеры серии MoistScan MA 500 стандарт идеально подходят для контроля движущихся по конвейерной ленте непроводящих материалов средней и низкой влажности при относительно небольшой толщине слоя, например, на горнообогатительных фабриках (влагомеры угля, оксида алюминия). Обычно микроволновый передатчик устанавливают под стандартным ленточным конвейером, а детектор располагают над движущимся материалом. Анализаторы MA 500 могут оснащаться различными вариантами связи для передачи и приема данных, имеют функцию удаленного доступа для диагностических целей и периодической проверки калибровки.

Влагомеры серии MoistScan MA 500 HD как правило, применяются для контроля металлосодержащих минералов и тяжелых органических материалов с высоким содержанием влаги и большой глубиной слоя, например, оксид алюминия, бокситы, никель, цинк, свинец и медь в руде и концентрате, сахарный жом и т.п. В остальном имеют схожие характеристиками с базовой моделью.

Влагомеры серии MoistScan MA 500 HDi - анализаторы влажности специально разработанные для железорудной промышленности. Они подходят для контроля железной руды и концентратов железных руд, железорудных окатышей и агломерата смесей.

Влагомеры MoistScan имеют и другие модификации датчиков, например, со шнековым питателем, для установки на трубе или бункере, датчик в виде хоппер-желоба др.

TEWS Elektronik - немецкая приборостроительная компания, производитель лабораторных, портативных и промышленных микроволновых приборов для измерения влажности (микроволновые влагомеры) для быстрого (измерение влажности выполняется за секунду), неразрушающего, точного и селективного определения содержания воды в пищевых продуктах, кондитерских изделиях,

фармацевтической продукции, табачных изделиях, другой промышленной продукции и сельскохозяйственной продукции. Микроволновые анализаторы влажности надёжны, компактны и поставляются как в лабораторном, так и в промышленном исполнении, для установки непосредственно на технологической линии.

Компания производит широкий спектр микроволновых анализаторов влажности от портативных (ручной микроволновой анализатор влажности) до лабораторных поточных [. Портативный микроволновой анализатор влажности удобен для измерения влажности древесины, целлюлозы или бумаги, измерения влажности кормов для животных или другой продукции сельского хозяйства. Выпускаются также специализированные микроволновые анализаторы влажности для табачной, пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности. Компания TEWS Elektronik производит специальный влагомер для измерения влажности сигар.

Выпускаются микроволновые анализаторы для измерение содержания как поверхностной влаги, так и внутри контролируемого объекта. Микроволновые влагомеры не чувствительны к изменениям окружающих условий. Цвет, консистенция, характер поверхности объекта не влияют на точность измерения влажности с помощью микроволнового излучения. Приборы имеют либо встроенный дисплей, либо выход на компьютер. Программное обеспечение для измерения влажности поставляется вместе с приборами в зависимости от требований заказчика.

Рассмотрим основную номенклатуру продукции TEWS Elektronik: MW 1000- мобильный СВЧ прибор измерения влажности предназначен для использования в лабораториях и на производстве для быстрого определения влажности материалов в области сельскохозяйственного производства (в т. ч. производство кормов для животных), пищевой, химической, деревообрабатывающей, бумажной промышленности и фармацевтике (рис.9). Прибор MW 1000 находит применение также в производстве строительных материалов и на строительстве (например для быстрого определения влажности покрытия полов). Запатентованный метод измерения прибором MW 1000 дает возможность провести быстрое и точное измерение влажности простым наложением планарного датчика на материал. При этом прибор MW 1000 определяет общую влажность независимо от цвета и плотности материала.

Его особенностью является асимметричное расположение измерительной ячейки в измерительном поле. Тем самым можно проводить измерение также и сигар с высокой степенью влажности посредством изменения позиции аппликатора.

Данные влагомеры обеспечивают точное измерение влажности благодаря обеспечению постоянного давления на материал в период измерений, они имеют высокую воспроизводимость выборки благодаря достаточному количеству пробы. Их отличительная особенность - неразрушающий метод контроля, кратчайшее время измерений (ок. 5 сек.), гибкая возможность использования на различных этапах производственного цикла, простота применения и быстрая очистка датчика, автоматический выбор кривых с неограниченным количеством градуировок, архив с предварительно откалиброванными зависимостями, простая инсталляция Software на компьютере и применение EXCEL-данных для удаленного компьютера. Системные предпосылки: рабочая система: WINDOWS -2000, XP SP2, -VISTA 3.

Кроме описанных выше компания TEWS предлагает компактный микроволновой прибор для измерения влажности MW 3150 сконструированный для мобильного применения в лаборатории и на производстве. Запатентованный микроволновой метод измерения дает возможность точного измерения влажности независимо от плотности, структуры поверхности и цвета измеряемых материалов. Приборы серии MW 3000 предназначены для измерения влажности материалов в химической, кондитерской, строительной, пищевой промышленности и в фармацевтике. Близкими характеристиками обладают и другие микроволновые влагомеры этой серии.

Влагомеры MW 4420 и другие этой же серии в основном предназначены для работы в табачном производстве, с их помощью измеряют как среднюю влажность и плотность сигарет и сигар, так и распределение этих параметров по объему контролируемой продукции.

Еще одной разновидностью микроволновых влагомеров фирмы TEWS, являются приборы и системы контроля движущихся материалов (тюков, коробок и пр.) серии MW-T. В отличие от описанных выше влагомеров этой фирмы, имеющих односторонний планарный датчик, данная система предполагает наличие двух передающего и приемного СВЧ-блоков, расположенных оппозиционно

либо под углом к объекту контроля. Система работает со скоростью примерно 30 измерений в секунду, что позволяет получать как среднюю влажность и плотность, так и их профили по объему.

Кроме дальнейшего развития и совершенствования, ставших уже традиционными, микроволновых методов, ряд зарубежных компаний освоили серийный выпуск влагомеров на основе метода временной диэлектрической спектроскопии, так американская фирма Spectrum Technology Inc. в течение последних лет широко представлена влагомерами почв TDR 100 и TDR 200. Последняя ее разработка полевой влагомер TDR 300 (рис. 1) позволяющий с высокой точностью (относительная погрешность не хуже 3%) измерять влажность различных типов почв. Прибор снабжен системой GPS, что позволяет составлять карты увлажненности конкретной местности. Приборы данной серии могут найти широкое применение в тепличном производстве.



Рис. 1 Влагомер почв TDR-300

Литература

1. Proc. of the 10th Int. Conf. on Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances. Weimar/Germany, October, 2013. Ed. by K.Kupfer. Weimar, MFPA, 2013, 570 pp.