

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ПРОДУКЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ И БЕЛАРУСИ

Аблеев Р.Г., доктор технических наук, профессор;

Колесникова О. А., Мусабиров А. З.,

Башкирский государственный университет

Сантов Р.И., доктор технических наук, профессор,

Уфимский филиал ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Метрологическое обеспечение средств измерения (МО СИ) на стадиях их разработки, производства, внедрения и эксплуатации включает широкий круг вопросов.

В настоящее время все вопросы метрологического обеспечения СВЧ-влагомеров разработаны исходя из того, что единственным техническим средством для их аттестации и поверки является воздушно-тепловая установка (сушильный шкаф). Это обстоятельство наложило свой отпечаток в СВЧ-влагомерии на все начинания от технического задания на НИР до эксплуатации серийных влагомеров. Типовые программы приемочных испытаний и градуировки для СВЧ-влагомеров также построены на применении сушильных шкафов.

Достоинства и недостатки образцовых средств, построенных на базе сушильных шкафов хорошо известны [1-5]. Применимость этих установок только в лабораторных условиях для образцов материала, подготовленного определенным образом, а также длительностью анализов вызывает необходимость разработки более совершенных технических средств метрологического обеспечения. При этом соответственно появляется необходимость совершенствования нормативно-технической документации, методик градуировки и поверки влагомеров.

Несовершенство метрологического обеспечения СВЧ-влагомеров обусловлено, прежде всего, отсутствием необходимых технических средств передачи единицы влажности от образцовых средств к рабочим. Кроме того, образцовые средства определения влажности применимы в ограниченных условиях. Неоднократные изменения нормативно-технической документации, методик градуировки и поверки СВЧ-влагомеров на базе существующих средств ни к чему не привели.

Для построения более совершенного метрологического обеспечения СВЧ-влагомеров необходимо создание новых технических средств, позволяющих в полном объеме осуществлять их метрологическую аттестацию и контроль на стадиях разработки производства и эксплуатации.

По нашему мнению одним из основных технических средств такого типа может служить СВЧ-влагомер высокой точности [4, 5].

Градуировка такого влагомера должна производиться тщательно по специальной методике при высоком уровне достоверной вероятности.

В качестве технических средств передачи единицы влажности используются также стандартные образцы - имитаторы влажности. Однако создание таких имитаторов влажных материалов, воспроизводящих их основные физико-механические свойства очень затруднительно. Поэтому нами предложено в качестве имитатора использовать эталонную меру ослабления СВЧ-энергии встраиваемую непосредственно в измерительном СВЧ-тракте влагомера. Данное средство позволяет контролировать воспроизводимость номинальной градуировочной характеристики влагомера, его работоспособность. Более подробно об этих средствах речь пойдет ниже.

В области измерительной техники широко распространены задачи построения градуировочных характеристик средств измерения. При передаче размеров единиц, метод

градуировки обеспечивает наименьшую потерю точности, а в данном случае только этот метод может обеспечить требуемую точность средств измерений влажности. Поэтому он является единственным методом при передаче единицы влажности на верхней ступени поверочной схемы и при исследовании экспрессных влагомеров.

Измерительному прибору соответствует определенная функциональная зависимость между входной и выходной величинами, которая называется истинной функцией преобразования. Вообще говоря, эта зависимость может изменяться во времени, в зависимости от изменения внешних условий или свойств средства измерений.

Определяя экспериментальную зависимость между величинами на входе и на выходе изучаемого средства измерения, получают зависимость, которая называется градуировочной характеристикой. Градуировка СВЧ-влагомеров в настоящее время производится именно таким путем. При этом входной величиной является влажность, а выходной величиной — ослабление СВЧ-энергии в измерительном канале влагомера.

Технические вопросы постановки экспериментов, обработки результатов, выбора вида градуировочной зависимости практически отработаны и успешно применяются для градуировки СВЧ-влагомеров [2].

Проверка СВЧ-влагомеров является дорогостоящей и трудоемкой работой. Для ее проведения с высокой эффективностью, необходимо правильно обосновать требуемый объем работы, который определяется продолжительностью межповерочных интервалов, объемом представительной выборки, количеством исследуемых точек по диапазону измерений и количеством наблюдений в исследуемых точках. Эти параметры в свою очередь, определяются требуемой точностью исследуемых влагомеров.

Обычно для установления межповерочных интервалов СИ используют критерии безотказной работы по метрологическим показателям и критерии скорости изменения погрешности.

При определении межповерочного интервала после метрологической аттестации влагомеров, используют критерий скорости изменения погрешности за определенное время.

При выборе количества исследуемых точек по диапазону измерения необходимо установить такой минимум точек, при которых вероятность пропуска точки, в которой погрешность превышает заданную норму, достаточно мала, а трудоемкость исследований — приемлема. Точки с учетом этого условия необходимо выбрать на основе анализа характера зависимости систематической составляющей погрешности от значений измеряемой величины.

В случае же, когда систематическая составляющая погрешности влагомера пренебрежимо мала или отсутствует, рекомендуется выбрать точки расположенные равномерно по диапазону измерения. Их должно быть не менее шести включая, точки соответствующие нулю и 100 %.

В рассматриваемых влагомерах нулевая точка отсутствует, поэтому число исследуемых точек будет не менее пяти, начиная с 5-6 % влажности.

Количество наблюдений в исследуемых точках диапазона определяется исходя из существенности или несущественности случайной составляющей погрешности и вариации. Оценку существенности составляющей погрешности целесообразно производить по значению среднего квадратического отклонения.

Оценки СКО и вариации определяются не менее чем в трех точках диапазона измерения.

Если случайная составляющая погрешности и вариации несущественны, то производится однократное наблюдение, а при существенности вариации — двукратное.

В настоящее время нет экспрессных методов определения количества влаги по формам связи и эффективных путей уменьшения влияния непостоянства соотношения связанной и свободной воды в материале на погрешность измерения его влажности.

Для решения этой задачи нами предложено использовать соотношение между интегральной (объемной) и поверхностной влажностями материала.

Предлагаемый способ основан на следующем. При измерении влажности материала (например, при увлажнении) влага сначала попадает на поверхностные слои материала и находится в свободном состоянии. Затем происходит проникновение воды в макро и микропоры (физико-механическая связь), адсорбирование молекул воды молекулами вещества и т.д. Вода с поверхности материала постепенно проникает внутрь, влажность поверхностного слоя с течением времени уменьшается. Таким образом, влажность приповерхностного слоя материала характеризует предысторию его влажностного состояния, т.е. изменение в нем форм связи влаги. Следовательно, измерив, влажность приповерхностного слоя материала, можно скорректировать результат измерения его интегральной влажности.

Литература

1. Федоров Н.Н. Основы электродинамики. - М.: Высшая школа, 1980.
2. Бензарь В.К. Техника СВЧ-влажнометрии. - Минск.: Высшая школа, 1974.
3. Исмагуллаев П.Р. СВЧ-преобразователи влажности. - Ташкент, 1985.
4. Исмагуллаев П.Р., Сайтов Р.И., Гринвальд А.Б., Романов В.Г. Комплексно-дифференциальный способ измерения влажности. Измерительная техника, №9, 1989.
5. Исмагуллаев П.Р., Сайтов Р.И., Абдуллаев А.Х. Экспрессный СВЧ-влажномер зерна и зернопродуктов. Международный симпозиум "Экспрессное определение качества зерна и зернопродуктов. М., 1987.