

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**



International
Organization for
Standardization



International
Electrotechnical
Commission



ХАЛҚАРО АНЖУМАН

**«Жаҳонда стандартлаштириш ва техник жиҳатдан
тартибга солиш ҳолати ва ривожланиш истикболлари»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Состояние и тенденции развития стандартизации и
технического регулирования в мире»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**13-14 Октябрь, 2022
Ташкент, Узбекистан**

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА СВЧ

Х.А.Усманова, А. Тургунбаев (ТашГТУ),

У.У.Худайкулов, (самостоятельные соискатели, ТашГТУ)

Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова
кафедра “Метрология, техническое регулирование, стандартизация и сертификация”

Аннотация: В данной статье рассматривается возможность разработки универсального сверхвысокочастотного метода для измерения влажности различных материалов, имеющего одинаковую высокую чувствительность в различных диапазонах влажности и размеров образца. Анализ полученных результатов показывает, что разработанный способ обладает высокой чувствительностью к влажности.

Ключевые слова: чувствительность, сверхвысокочастотный метод, влажность, толщина материала, чувствительность, амплитуда, фаза сигнала, форма образца.

ABOUT ONE MEASUREMENT METHOD HUMIDITY ON THE MICROWAVE

Annotation: This article discusses the possibility of developing a universal ultra-high-frequency method for measuring the humidity of different materials that have the same high sensitivity indifferent humidity and sample size ranges. Analysis of the results shows that the developed method has a high sensitivity to humidity.

Keywords: sensitivity, ultra-high-frequency method, humidity, material thickness, sensitivity, amplitude, signal phase, sample shape.

Чувствительность известных модификаций сверхвысокочастотного (СВЧ) метода (амплитудная, фазовая, частотная) зависит от измеряемых значений влажности и толщины слоя материала-объекта измерений. Эти параметры определяются технологией и условиями конкретных производств.

В [1] рассмотрен способ измерения влажности, который реализуется достаточно простой аппаратурой, применяющейся для обычных амплитудных СВЧ влагомеров, существенно превосходя их по чувствительности. Однако этот способ не обладает универсальностью, сложен в реализации.

В [2] повышение чувствительности достигается, если при максимальной влажности материала $W_m = (\alpha_m, \beta_m)$ амплитуды СВЧ сигнала, прошедших через ступени, разность которых равен на Δl , будут одинаковы, а их фазы будут отличаться на величину π . При этом появляется некоторая свобода в выборе Δl , однако ступенчатая форма образца сохраняется, т.е. поставленная цель не достигается.

В [3] рассмотрена возможность исключения одной из ступенек образца. Для этого выбран большая толщина материала l_1 равная

$$l_1 = \Delta l = \frac{\pi(2k-1)}{\beta_m} . \quad (1)$$

Тогда, учитывая что $l_1 - l_2 = \Delta l$ имеем $l_2 = 0$, и для достижения максимальной чувствительности необходимо выбрать коэффициент деления потока таким образом, чтобы

сигнал, подаваемый на материал, должен быть больше в $\exp(a_m \Delta l)$ раз сигнала, поступающего на приемную антенну, минуя материал (через $l_2 = 0$).

При этом как показано в данной работе, достигается сколь угодно большая чувствительность способа для любой, заранее заданной влажности и необходимость формирования образца ступенчатой формы исключается. Однако, вновь разработанный способ не охватывает весь круг задач контроля влажности материалов фиксированной толщины. Он может быть применен только в тех случаях, когда $k = 1, 2, 3$, т.е. составляет величину, кратную Δl .

Для снятия этого ограничения на толщину материала нами предложено следующее. Коэффициент деления потока принимаем постоянным и равным двум, каналы разделяем физически. В канале, в котором отсутствует материал, с помощью некоторых эталонных мер будем подбирать амплитуду и фазу сигнала таким образом, чтобы выполнялись условия

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|.$$

Ослабление суммарного сигнала при этом определяется следующим выражением [4]

$$A = -8.58\alpha l + 4.34 \ln \frac{1 + e^{2l(\alpha - \alpha_m)} + 2e^{l(\alpha - \alpha_m)} \cos[(\beta_m - \beta)l + \pi]}{4}. \quad (2)$$

Оценим чувствительность к влажности разработанного способа и сравним ее с чувствительностью амплитудного способа.

Для расчетов используем значения α и β , полученные нами эмпирически при $\lambda = 3.5$ см для хлопкового волокна при плотности 160 кг/куб.м. Толщину материала примем равной 15 см [4].

Анализ полученных результатов показывает, что разработанный способ обладает высокой чувствительностью к влажности (в среднем 5-10 раз, выше чем у амплитудного). Причем чувствительность тем выше, чем ближе влажность материала к максимальной, т.е. высокая чувствительность достигается в сравнительно узком диапазоне. Так как на форму и геометрические размеры образца ограничений не накладываются, то в данном способе поставленная цель достигается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исмагуллаев П.Р. Сверхвысокочастотная влагометрия хлопковых материалов. Ташкент. ТашГТУ. 2018 138с.
2. Усманова Х.А. и др. Отчет по гранту ГКНТ ЁФ-2-9 «Разработка теоретических основ построения и проектирования первичных измерительных преобразователей с микропроцессорными комплектами для контроля качества различных продуктов» (заключительный). Ташкент: ТашГТУ, 2017. -148 с.
3. Исмагуллаев П.Р., Усманова Х.А., Тургунбаев А. Влагометрия хлопка и хлопковых материалов. «Fan va texnologiya».- Ташкент, 2017. - 288 с.
4. P. R. Ismatullaev, H.A. Usmanova. The control of information transfer reliability in intellectual control system on the basis of statistical redundancy. //Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation CIS-2010. Tashkent.2010.P. 67-69.

Рузматов К.Р. Цифровая точность и индекс достоверности аналитических измерений атмосферного воздуха с использованием чувствительных датчиков.....	310
Рутковский С.В., Спесивцева Ю.Б. Метрологическое обеспечение оценки параметров ваттметров поглощаемой мощности СВЧ.....	313
Мўминов Н.Ш., Панжиев У. Металлургия саноатида Путур етказмасдан текшириш методларини қўллаш бўйича Малайзия тажрибаси.....	318
Камбарбекова Р.М. Реокинетические закономерности процесса формирования наноструктур на основе полиэтоксисилоксанового олигомера.....	320
Исаев Ф.Ф., Алиев Б.У., Рахимова А.М. Применение измерительных приборов мультисим в метрологии.....	323
Жабборов Х.Ш., Тугалов Б.Қ., Холбеков С.Р. Ишалаб чиқариш корхоналарида метрологик таъминотнинг баъзасини DocFlow дастури ёрдамида шакллантириш.....	326
Эргашев Ф.А., Абдумажидов И.Б., Валиев Р.А. Исследование действительного значения метрологических характеристик вискозиметра модели SVM 3000.....	329
Кадирова Ш.А., Косимов Д.Д. Некоторые подходы интеллектуализации измерительных средств.....	335
Ravilov Sh.M., Sagatova F.M. Improvement of metrological characteristics of Measuring converters of instruments for control of physical values.....	339
Эшонкулов С., Бобоев F.F., Мирзаев М.Х. Шиша электродли Ph-метрлар таҳлили.....	343
Абдурахманов А.А. Ўлчовларда эдди ковариация (ес) энергия балансини яхшилаш йўллари.....	347
Karimova D.K., Sagatov M.M., Correction of dynamic errors of measuring transducers using digital filters.....	352
Isroilov F.M., Qosimov O.F. Issiqlik datchiklarini ishlab chiqarishda qo'llaniladigan ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqish.....	355
Миралиева А.К., Қосимов Д.Д. Гидротехник иншоотларнинг ўлчаш ва назорат воситаларини метрологик таъминоти.....	357
Усманова Х.А., Тургунбаев А., Худайкулов У.У., Об одном методе измерения влажности на СВЧ.....	361
Эргашев Ф.А., Эркинов Н.Ш., Курбанов А.П., Выбор и обоснование средств измерений плотности в интервале температуры от - 40 °С до + 150 °С.....	363
Rasulev A.N. Neyron tarmoqlarini modellash asosida axborot va boshqarish tizimlarining ishlab chiqish va sifatini oshirish.....	365

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исмаилова А.Б., Айтбаев Т.А., Сатторбергенова Г.К. О метрологическом обеспечении средств измерений в авиационной промышленности.....	374
Кадирова Ш.А., Сайфуллаева Д.Д., Касимова А.Б., Метрологическое обеспечение средств измерений в авиационной промышленности.....	378