

УДК 621.385.6 : 675.05.002.056

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

Т.А. Казакова, А.В. Ильющенко

Одним из методов экспресс-измерения влажности кожи является СВЧ метод, основанный на измерении амплитуды электромагнитной волны СВЧ диапазона, отраженной от исследуемого образца. В этом случае упрощается измерительная установка, позволяющая при нормальном падении волны на материал использовать одну антенну в качестве передающей и приемной.

Пусть на образец падает плоская электромагнитная волна мощностью $P_{\text{пад}}$. Часть мощности $P_{\text{отр}}$ отражается от образца и возвращается в антенну. Амплитуда отраженной волны регистрируется СВЧ датчиком. Средой по обе стороны образца является воздух, т.е. измерения проводятся в свободном пространстве.

В этом случае коэффициент отражения, при $S_{12} = -\frac{1}{2} \ln R_{12}$:

$$R = \frac{\sin^2 \alpha_2 d + \sin^2 \beta_2 d}{\sin^2(\alpha_2 d + \delta) + \sin^2(\beta_2 d + S_{12})} \quad (1)$$

В случае, если образец является диэлектриком и не содержит никаких металлических включений, а средой по обе стороны образца является воздух, где α_2, β_2 – постоянные затухания и фазы исследуемого материала:

$$R_{12} = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + \beta_1^2}{(\alpha_1 + \alpha_2)^2 + \beta_1^2} \quad (2)$$

Диэлектрическая проницаемость ε влажного материала имеет комплексный характер $\varepsilon = \varepsilon' + j\varepsilon''$. Тогда:

$$\alpha_2 = \frac{2\pi}{\lambda} \left[\frac{\varepsilon'}{2} \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$\beta_2 = \frac{2\pi}{\lambda} \left[\frac{\varepsilon'}{2} \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} + 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Таким образом, зная действительную часть ε' диэлектрической проницаемости и $\operatorname{tg} \delta$ на первый взгляд легко рассчитать значения α_2 и β_2 .

Однако как показывают исследования, проведенные различными авторами, величина ε не является постоянной, но зависит от частоты электромагнитного поля и температуры образца. Причем, эти зависимости для различных материалов совершенно разные.

Как известно, молекулы воды являются полярными, поэтому при действии на них электромагнитного поля возникает ориентационная поляризация. Она возрастает при

росте напряженности поля и убывает при повышении температуры, что должно иметь место для воды.

Целью данной работы являлось установление зависимости от температуры отраженного сигнала. Измерения проводились следующим образом. Образец натуральной кожи толщиной 1,3 мм увлажнялся и нагревался до температуры порядка 50 °С, затем помещался в пакет (таким образом исключалось изменение влажности образца с течением времени). Затем образец устанавливался в определенном положении перед антенной влагомера. Температура образца измерялась тепловизором NEC TH 9100 WL в непрерывном режиме.

Через 1 минуту производилась фиксация показаний температуры и измерительной цепи влагомера. Нижний предел измерения температуры практически составляет температуру окружающей среды.

Полученные зависимости $V(t^{\circ}\text{C})$ для различных влажностей представлены на рисунке 1.

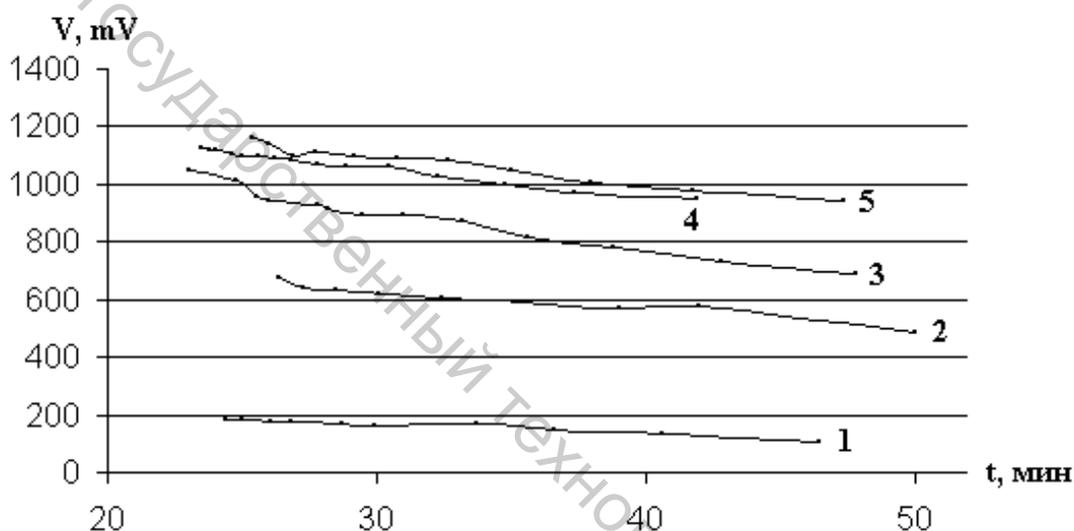


Рисунок 1 – Графики зависимостей

1 – $W=8,5\%$; 2 – $W=26,3\%$; 3 – $W=38\%$

Полученные зависимости позволяют сделать следующие выводы:

1. мощность отраженного сигнала, т.е. коэффициента отражения уменьшается с увеличением температуры;
- 2 функциональная зависимость коэффициента отражения представляет собой практически прямую, проходящую с некоторым наклоном к оси абсцисс;
3. угол наклона прямых слабо зависит от влажности образца, незначительно увеличиваясь с увеличением влажности;
4. относительное изменение сигнала составляет $0,018 \text{ K}^{-1}$;

Полученные результаты могут быть использованы на практике

УДК 621.38

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МНОГОПАРАМЕТРОВЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОРОГОВОЙ РЕГИСТРАЦИЕЙ

А.С. Кусков, Д.В. Смелков

При разработке систем контроля в текстильном машиностроении сталкиваются с необходимостью анализа показаний большого количества однотипных датчиков с необходимостью диагностирования не только состояния диагностируемого параметра, но