

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОПЛАНАРНЫХ ПОЛЕВЫХ ДАТЧИКОВ МЕХАНИЗМОВ КОНТРОЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОДУКТА*

Е.Ф. РАЗУМОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В работе [1] приведены результаты аналитического исследования взаимодействия рабочей области копланарного полевого датчика с тканью. При введении в рабочую область датчика ткани его емкость изменяется на величину

$$\Delta C = \frac{0,045 a_{\text{TM}} b_{\text{TM}} c_{\text{TM}}}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \frac{E_{\text{TM}} - 1}{E_{\text{TM}} + 2}, \text{ пФ. (1)}$$

$$\Delta C_{\text{ш}} = \frac{0,045}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \left(\frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2} a_{\text{ш}} b_{\text{ш}} c_{\text{ш}} - \frac{E_{\text{TM}} - 1}{E_{\text{TM}} + 2} a_{\text{TM}} b_{\text{TM}} c_{\text{TM}} \right), \text{ пФ. (2)}$$

Формула (2) позволяет определить изменение емкости датчика в самом общем случае, когда диэлектрическая проницаемость шва $E_{\text{ш}}$ отличается от E_{TM} ткани.

где $a_{\text{TM}}, b_{\text{TM}}, c_{\text{TM}}$ – размеры полуосей модели части контролируемой ткани, находящейся в рабочей области полевого датчика с копланарным расположением электродов.

Если в рабочую область датчика вводится шов, соединяющий полотна ткани, емкость датчика изменяется на величину

На практике достаточно точно выполняются равенства:

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{TM}} \text{ и } c_{\text{ш}} = c_{\text{TM}}. \quad (3)$$

Если при этом $E_{\text{ш}} = E_{\text{TM}}$, то

$$\Delta C_{\text{ш}} = \frac{0,045 a_{\text{ш}} c_{\text{ш}}}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2} (b_{\text{ш}} - b_{\text{TM}}), \text{ пФ, (4)}$$

где $(b_{\text{ш}} - b_{\text{TM}})$ – изменение толщины полотна ткани.

Из (4) следует, что приращение емкости датчика может быть как положительным, так и отрицательным. Последний случай может наблюдаться при контроле оверлочных швов, когда между отдельными кусками ткани имеется зазор и

$$b_{\text{ш}} < b_{\text{TM}}. \quad (5)$$

При проектировании датчика необходимо учитывать влияние диэлектрической

проницаемости шва ткани на изменение емкости. Величина $E_{\text{ш}}$ зависит от способа соединения кусков ткани (сшивание, склеивание) и свойств материалов, обеспечивающих требуемое соединение.

Чувствительность датчика к изменению величины диэлектрической проницаемости шва (см. формулу 4) определяется соотношением:

$$K = \frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2}. \quad (6)$$

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.К. Расторгуева.

График функции $K = \Psi(E_{III})$ представлен на рис. 1.

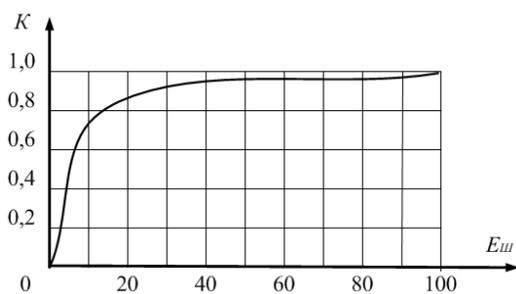


Рис. 1

Зависимость изменения емкости датчика от диэлектрической проницаемости может стать решающей в случае возможности произвольного выбора способа соединения кусков ткани в непрерывное полотно. Применение специальных клеев, лент с клеевым покрытием, имеющих значительную величину диэлектрической проницаемости, позволит получать значительно больший уровень сигнала по сравнению с уровнем сигнала при соединении кусков ткани сшиванием.

График функции $K = \Psi(E_{III})$ позволяет выбрать область значений диэлектрической постоянной шва, соединяющего куски ткани. Практически, достаточно большой эффект получается при $E_{III} = 5 \dots 10$. Дальнейшее увеличение E_{III} повышает уровень сигнала датчика незначительно. Вместе с тем возникают затруднения в выборе компонентов соединения.

При наладке технологического процесса, требующего контроля швов ткани и управления рабочими органами технологических машин для его пропуска, необходимо провести экспериментальную оценку изменения уровня сигнала датчика при различных видах шва. В случае отсутствия технологических ограничений выбирается вид шва, при котором изменение емкости датчика наибольшее.

В уравнения, определяющие величину емкости датчика и ее изменения при движении шва через рабочую область, входит величина расстояния между электродами. На рис. 2 с помощью графиков показаны экспериментальные зависимости относи-

тельного изменения емкости датчика от расстояния между электродами для двух видов швов (ткань чистошерстяная, арт. 1544).

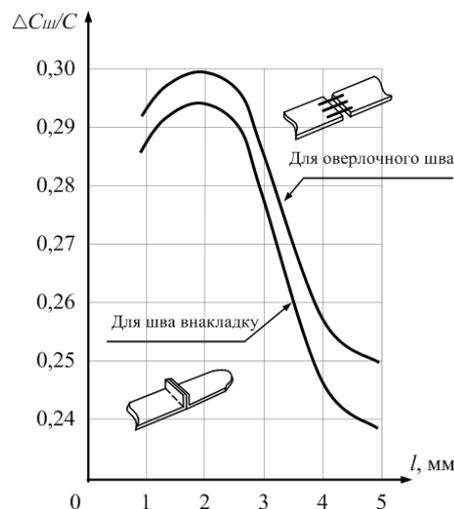


Рис. 2

Для распространенных в промышленности видов швов ткани максимальные значения чувствительности датчика наблюдаются в случае, когда расстояние между электродами равно 1,5...2,5 мм.

Чувствительность датчика зависит от расстояния Y центра модели шва ткани, представляющей собой эллипсоид [1], от поверхности электрода.

Определим зависимость $\Delta C_{III} = f(X)$ при $Y = \text{const}$ датчика, у которого ширина электродов $a = a_{III} = 20$ мм, длина электродов $c = c_{III} = 100$ мм, расстояние между электродами $d = 2\ell = 2$ мм при следующих параметрах: толщина шва $b_{III} = 2$ мм, толщина ткани $b_{тм} = 1$ мм, $E_{III} = 1,5$, а $Y = 1$ мм. С учетом заданных параметров расчетное выражение (4) принимает вид:

$$\Delta C_{III} = \frac{12,857}{\sqrt{(X^2 - 2)^2 + 4X^2}}, \text{ пФ. (7)}$$

В табл. 1 приведены значения приращения емкости датчика, полученные из расчета по формуле (7) и экспериментально.

$X, \text{ мм}$	$\Delta C_{\text{ш.расч}}, \text{ пФ}$	$\Delta C_{\text{ш.эксп}}, \text{ пФ}$	$\delta = \frac{\Delta C_{\text{ш.эксп}} - \Delta C_{\text{ш.расч.}}}{\Delta C_{\text{ш.эксп}}} \cdot 100\%$
0,0	6,43	6,43	0
0,5	6,38	6,48	1,38
1,0	5,75	5,92	2,87
1,5	5,22	5,48	4,74
2,0	2,87	2,96	3,04
2,5	1,96	2,00	2,00
3,0	1,39	1,41	1,42
3,5	1,04	1,05	1,14
4,0	0,79	0,798	0,99
5,0	0,51	0,515	0,99

Зависимость отклонения приращения емкости датчика, определенного экспериментально, от расчетного значения в функции координаты положения центра модели шва ткани

$$\delta = \xi(X) \quad (8)$$

показана на рис.3.

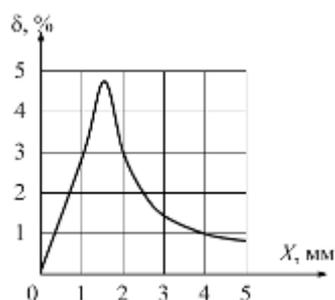


Рис. 3

Отклонение расчетного значения приращения емкости от экспериментального связано с некоторым отличием формы шва ткани от его модели [1]. Зависимости $\Delta C_{\text{ш}} = f(X)$, построенные по данным табл.1, представлены на рис. 4 (зависимости $\Delta C_{\text{ш}} = f(X)$: 1 – расчетная; 2 – экспериментальная).

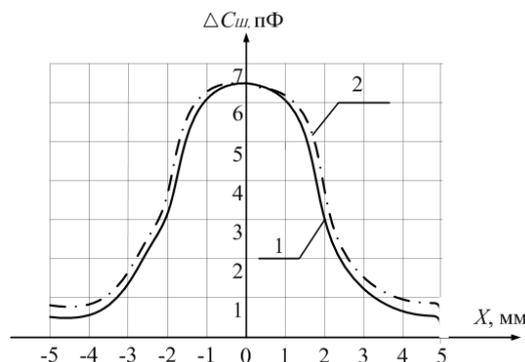


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование составляет теоретическую основу для разработки полевого датчика контроля ткани при ее обработке на технологических машинах, для нормальной работы которых требуется управление рабочими органами в функции движущегося шва ткани.

2. Теоретически установлена и экспериментально подтверждена возможность практического использования копланарного полевого датчика для обнаружения швов ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №6. С.83...85.

Рекомендована кафедрой автоматизации и электротехники. Поступила 29.12.08.