

## АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ШВА ТКАНИ

А.В. ПЕТРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Все механизмы обнаружения и пропуска швов ткани через рабочие органы технологических машин отделочного произ-

водства по наличию воздействия на ткань можно подразделить на контактные и бесконтактные (рис. 1).

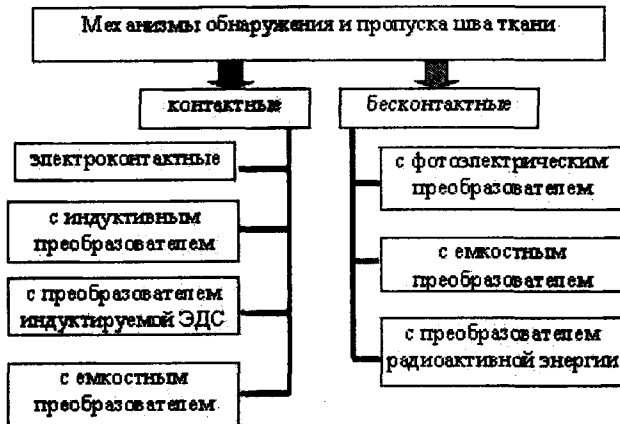


Рис. 1

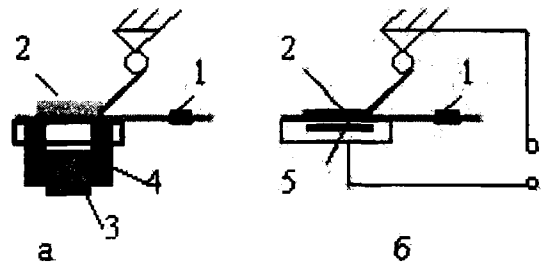


Рис. 2

К первой группе относятся устройства, оказывающие заметное силовое воздействие на производимый продукт.

По принципу преобразования перемещения чувствительного элемента в электрический сигнал их можно разделить на механизмы (рис. 2, где 1 – шов; 2 – ЧЭ; 3 – катушка; 4 – магнитная система; 5 – электрод) с индуктивными преобразователями и преобразователями индуцируемой ЭДС (рис. 2-а), которые имеют хорошую чувствительность к обнаружению кусковых швов, обладают достаточной помехозащищенностью, не чувствительны к изменению условий окружающей среды. К их недостаткам относятся: оказание чувствительными элементами (ЧЭ) воздействия на ткань и возможный отказ в работе при переходе на более легкие артикулы ткани.

Принцип действия индуктивных датчиков основан на изменении индуктивности

катушки. Это происходит при изменении расстояния между ЧЭ и магнитной системой, вызванным прохождением шва. Для расчета изменения индуктивности катушки используется формула [3]:

$$\Delta L = \frac{4\pi abcs\mu_0\omega}{N} \frac{1}{l^2 + 4y^2},$$

где  $\omega$  – число витков;  $\mu_0$  – магнитная постоянная, Гн/м;  $N$  – размагничивающий фактор;  $l$  – длина ЧЭ, м;  $y$  – координата перемещения, м;  $a, b, c$  – размеры полуосей эллипсоида контролируемого шва, м.

Принцип действия датчиков индуцируемой ЭДС основан на наведении ЭДС в катушке при прохождении шва. Чувствительность датчиков индуцируемой ЭДС пропорционально зависит от скорости движения ткани. При определении макси-

мального значения ЭДС датчика в момент воздействия шва на ЧЭ используют формулу [2]:

$$e_{\max} = \frac{F_{\text{мв}} \omega \mu_0 n a b V_T h}{2[(l_T + h) + 0,5 \Delta l]^2 (\Pi_1 - \Pi_2)} \cdot \left( 2 + \frac{1,12 l_0}{R} \right) \left( e^{-\frac{V_T t_T}{\Pi_1}} - e^{-\frac{V_T t_T}{\Pi_2}} \right),$$

где  $a$  – ширина полюса, мм;  $b$  – ширина ЧЭ, мм;  $n$  – количество секций ЧЭ;  $F_{\text{мв}}$  – магнитодвижущая сила, Н;  $V_T$  – скорость движения ткани, м/с;  $\Pi_1, \Pi_2$  – постоянные, характеризующие форму огибающей переднего края шва;  $\Delta l$  – величина немагнитного зазора, мм;  $t$  – время достижения максимального значения ЭДС, с;  $h$  – высота шва, мм;  $l_0$  – длина ЧЭ, мм;  $R$  – радиус траектории движения ЧЭ, мм;  $l_T$  – толщина ткани, мм.

Конструктивными отличиями различных разработок датчиков являются использование ЧЭ различных видов (изгибающиеся, с вертикальным перемещением) и из различных материалов. В некоторых конструкциях датчиков вместо катушки индуктивности используется магнитоид. Также известно множество систем, использующих одинаковые датчики, но принципиально различающиеся схемами обработки сигнала и устройствами управления рабочих органов. Так, например, существуют устройства, отличающиеся возможностью исключения влияния скорости на уровень выходного сигнала, различными степенями помехозащищенности, с возможностью различения и подсчета кусковых и партионных швов.

Работа механизмов с емкостными преобразователями (рис. 2-б) основана на изменении емкости между ЧЭ и электродом, которое вызывает изменение расстояния при прохождении шва ткани. Относительное изменение емкости определяется выражением [7]:

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta l}{l} \frac{1}{1 + \frac{\Delta l}{l}},$$

где  $l$  – расстояние между электродами без шва, мм;  $\Delta l$  – приращение расстояния между электродами, вызванное швом, мм.

Преобразователи этих механизмов включаются в измерительную цепь постоянного и переменного тока, имеют высокую чувствительность к любым видам швов и помехозащищенность. Для их нормальной работы при изменении условий окружающей среды, параметров и артикула ткани они должны быть снабжены дополнительными схемами обработки сигнала и корректирующими устройствами.

Электроконтактные механизмы обладают малой чувствительностью, большой инерционностью и сейчас уже практически не применяются.

Системы, использующие датчики индуктируемой ЭДС и емкостные датчики, в свое время, когда не были разработаны бесконтактные устройства, получили широкое распространение в промышленности. Однако наличие силового взаимодействия ЧЭ с поверхностью ткани оказывает на последнюю негативное воздействие и, по свидетельству работающих на АО «Ивановский Камвольный Комбинат», может привести к появлению дорожек на ткани и вызвать перекося основных и уточных нитей.

Ко второй группе (рис. 1) относятся системы, ЧЭ которых могут иметь непосредственный контакт с продуктом, но не оказывают на него никакого силового воздействия.

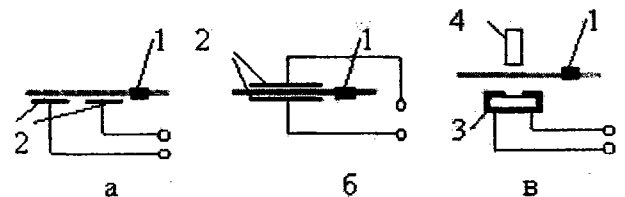


Рис. 3

Широкое распространение получили механизмы (рис.3, где 1 – шов; 2 – электроды; 3 – источник света; 4 – фотоприемник) с емкостными (а и б) и фотоэлектрическими (в) преобразователями.

Изменение емкости в бесконтактных емкостных преобразователях происходит за счет изменения диэлектрических свойств материала, проходящего через рабочий зазор между электродами датчика, и определяется выражением [4]:

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{8,1ac \frac{\epsilon_T - 1}{\epsilon_T + 2} \Delta b}{L_d \ln \left( \frac{2x}{l} + \sqrt{\frac{4x^2}{l^2} - 1} \right) \sqrt{(4x^2 - 4y^2 - l^2)^2 + 64x^2y^2}}$$

Здесь из [5]:

$$\Delta b = 0,0714 \sqrt{\frac{T}{\delta}},$$

где а, с – размеры полуосей эллипсоида контролируемого объекта, мм;  $\Delta b$  – изменение толщины материала, вызванное швом, мм; x, y – координаты перемещения контролируемого объекта, мм;  $\epsilon_T$  – диэлектрическая проницаемость ткани; T – линейная плотность нитей шва, текс;  $\delta$  – объемная плотность нитей шва, г/мм<sup>3</sup>,  $L_d$  – длина рабочих пластин, мм.

Показатели емкостных бесконтактных и контактных датчиков являются близкими. Кроме того, бесконтактные датчики не оказывают никакого силового воздействия на ткань. Из [6] известно, что максимальное изменение емкостей датчиков с параллельно (рис. 3-б) и компланарно (рис. 3-а) расположенными пластинами выражается соотношением

$$\frac{\Delta C_{\max \Pi}}{\Delta C_{\max K}} = \frac{\pi^2 l_K^2}{l_{\Pi}^2},$$

где  $\Delta C_{\max \Pi}$ ,  $\Delta C_{\max K}$  – максимальное приращение емкостей датчиков с параллельно

и компланарно расположенными пластинами соответственно, пФ;  $l_{\Pi}$ ,  $l_K$  – расстояние между электродами для датчиков с параллельно и компланарно расположенными пластинами соответственно, мм.

Это значит, что чувствительность датчиков с параллельными пластинами примерно в три раза лучше чувствительности датчиков с компланарно расположенными пластинами.

Принцип работы устройств с фотоэлектрическими преобразователями основан на изменении интенсивности светового потока, направленного от источника излучения к приемнику, при изменении свойств пропускания света контролируемым продуктом. Величина напряжения, развиваемая фотоприемником, выражается формулой [2]:

$$U = K_{\text{сп}} S \Phi \left[ \left( 1 - \frac{\alpha}{180^\circ} \right) - \frac{1}{\pi} \sin \alpha \right],$$

где  $K_{\text{сп}}$  – коэффициент использования светового потока; S – чувствительность фотоприемника, В/Лм;  $\Phi$  – лучистый поток, направленный на объект, Лм;  $\alpha$  – диаметр изображения объекта, °.

Механизмы с фотоэлектрическими датчиками обладают малой инерционностью. К недостаткам систем с фотоэлектрическим преобразователем относится, в первую очередь, высокая стоимость таких устройств. Также вызывает определенные сложности использование этих систем на машинах, где приходится контролировать и оверлочные швы, и швы внакладку, так как для нормальной работы на обоих видах швов значительно усложняется схема обработки сигнала.

Механизмы с преобразователями радиоактивной энергии не получили распространения вследствие их вредного влияния на окружающие объекты.

Современные механизмы обнаружения и пропуска шва ткани требуют не только обнаружения швов любого вида, нечувствительности к изменению условий окружающей среды, смене артикула ткани и способности безотказной работы в диапа-

зоне скоростей движения ткани 10...160 м/мин, но и в дополнение к этому, контролю ширины зоны необработанного продукта.

Наиболее перспективны из рассмотренных систем механизмы с бесконтактными емкостными преобразователями, поскольку датчики индуктируемой ЭДС более дорогие и оказывают нежелательное механическое воздействие на продукт, а системы с фотоэлектрическими преобразователями, являясь также дорогостоящими, имеют и сложную конструкцию схемы обработки сигнала.

## ВЫВОДЫ

Проведенный анализ на основании современных требований технологического процесса позволяет сделать вывод, что наибольшей эффективностью обладают механизмы с преобразователями индуктируемой ЭДС, емкостными и фотоэлектрическими преобразователями. Современным требованиям наиболее соответствуют бесконтактные механизмы обнаружения шва ткани.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Расторгуев А.К.* Системы автоматического управления машинами при отделке ткани. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Расторгуев А.К., Иванов А.В., Расторгуев К.А.* Расчет и проектирование датчиков систем автоматического контроля ткани в отделочном производстве: Учебное пособие. – Иваново, 1992.
3. *Расторгуев А. К.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №6. С. 71...74.
4. *Разумова Е. А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982, №2.
5. *Расторгуев А. К. и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №3. С.67...70.
6. *Расторгуев А. К., Расторгуев К. А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №3. С. 66...69.
7. *Разумова Е. А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №3. С.78...82.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 15.05.01.