

УДК 677:621.383

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ШВА ТКАНИ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЕГО ПЕРЕКОСА**

А.К. РАСТОПГУЕВ, Е.Ф. РАЗУМОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: info@igta.ru

Разработана методика анализа устройств контроля ткани с преобразованием частотного сигнала датчиков в промежуточную частоту, автоматически перестраиваемую при изменении параметров ткани.

Analysis technique of fabric control devices with frequency signal transformation of the gauges in to the intermediate frequency, automatically varied with changing of fabrics dimensions, is developed in the article.

Ключевые слова: контроль ткани, сигнал датчика, шов, соединяющий куски ткани, величина перекоса, параметры ткани, усовершенствованное устройство.

При обработке ткани на стригальных машинах требуется своевременно обнаружить шов, соединяющий куски ткани в единое полотно и пропустить его через рабочие органы машины. С этой целью на машинах устанавливаются автоматические устройства, основным узлом которых является датчик. Четырехсекционные стригальные машины фирмы Селлерс [1] снабжены контактным датчиком, область контакта которых с тканью равна или больше ширины полотна. Такой датчик обнаруживает шов при любом перекосе, но не может быть использован для определения величины перекоса. Поэтому время выстоя рабочих органов машины в нерабочем состоянии для пропуска шва устанавливается с учетом технологически допустимого перекоса.

В случае превышения величины перекоса технологически допустимой нормы

происходит попадание шва в рабочие органы, что приводит к аварийному останову машины.

Поэтому механизм обнаружения шва ткани должен автоматически измерять величину перекоса и устанавливать необходимое время выстоя рабочих органов для пропуска шва. Для построения такого механизма необходим датчик, состоящий из двух независимых секций 1, расположенных у краев полотна ткани 2 (рис.1).

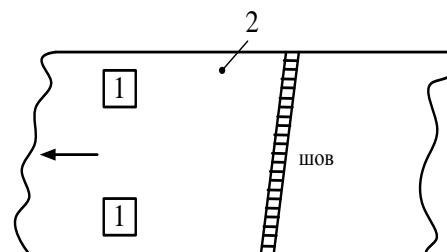


Рис. 1

Структурная схема устройства для обнаружения шва ткани и контроля величины его прекоса представлена на рис.2.

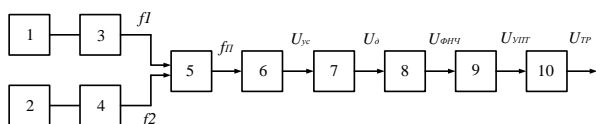


Рис. 2

Устройство содержит емкостные датчики 1 и 2, автогенераторы 3 и 4, смеситель 5, резонансный усилитель с узкой полосой пропускания 6, детектор 7, фильтр низких частот 8, усилитель постоянного тока 9, счетный триггер 10. Емкостные датчики 1,2 включены в колебательные контуры соответствующих автогенераторов 3,4, которые своими выходами подключены к смесителю 5. Выход последнего соединен с входом резонансного усилителя 6, подключенного к детектору 7, а выход детектора 7 через фильтр низких частот 8 соединен с усилителем постоянного тока 9, выход которого связан с входом счетного триггера 10.

Устройство работает следующим образом. Во время отсутствия шва ткани в поле датчиков 1, 2 на выходе смесителя действует сигнал промежуточной частоты: $f_{П} = f_1 - f_2$. Резонансный усилитель 6 пропускает только сигнал промежуточной частоты, который далее детектируется, и на входе счетного триггера 10 присутствует напряжение высокого уровня. При попадании шва ткани в поле только одного из емкостных датчиков (1 или 2) изменяется емкость датчика, что вызывает изменение частоты соответствующего автогенератора (3 или 4), а это, в свою очередь, вызывает изменение промежуточной частоты на выходе смесителя 5. Резонансный усилитель 6 не пропустит этот сигнал и на входе счетного триггера 10 произойдет спад напряжения с высокого до низкого. В этот момент изменится состояние триггера 10. В результате прохода шва через другой датчик состояние триггера 10 вновь изме-

нится. Таким образом, длительность импульса равна времени прохода перекошенного шва на данной скорости.

Для оценки работы устройства проведем анализ при контроле ткани с различными параметрами. Емкость датчиков 1 и 2 определяется выражением [2]:

$$C = \frac{8,855 \epsilon_{\text{тм}} S_3 \cdot 10^{-3}}{b(2\epsilon_{\text{тм}} + 1)}, \text{ пФ.} \quad (1)$$

где $\epsilon_{\text{тм}}$ – относительная диэлектрическая постоянная ткани; S_3 – площадь электродов датчика; b – толщина ткани. Частота колебаний генераторов 3 и 4 зависит от емкости датчиков и находится по формуле:

$$f = \sqrt{\frac{253 \cdot 10^2}{CL}}, \text{ МГц.} \quad (2)$$

Здесь C – емкость датчика, пФ; L – индуктивность контура генератора, мкГн.

Во время отсутствия шва в поле датчиков на выходе смесителя действует сигнал промежуточной частоты:

$$f_{П} = f_1 - f_2, \quad (3)$$

Резонансный усилитель настроен на промежуточную частоту и имеет полосу пропускания:

$$\Pi = \frac{f_{П}}{Q}, \quad (4)$$

где Q – добротность резонансного контура усилителя.

В реальном устройстве $f_1 = 10$ МГц; $f_2 = 5$ МГц; $Q = 10$. Тогда полоса пропускания усилителя с учетом (3) и (4) составляет $\Pi = 0,5$ МГц, а промежуточная частота $f_{П} = 5$ МГц.

Нормальная работа устройства возможна при условии, что при изменении параметров ткани (толщины b , относительной диэлектрической постоянной $\epsilon_{\text{тм}}$) колебания промежуточной частоты не выходят за пределы полосы пропускания (рис. 3).

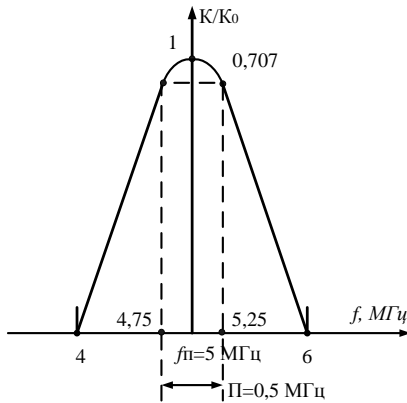


Рис. 3

При смене вида ткани на ткань, толщина которой больше первоначальной, например, в $x = 2$ раза, емкость датчиков в соответствии с (1) уменьшится в 2 раза, а частота генерируемых генераторами колебаний с учетом (2) увеличится в $\sqrt{2}$ раз. Тогда промежуточная частота на выходе смесителя примет значение:

$$f_{\text{III}} = \sqrt{x} (f_1 - f_2) \cong 7,1 \text{ МГц}, \quad (5)$$

сместится от начального значения (рис.3) на:

$$\Delta f = f_{\text{III}} - f_{\text{II}} = 2,1 \text{ МГц}, \quad (6)$$

и выйдет за пределы полосы пропускания резонансного усилителя, а работа устройства будет нарушена.

Для возобновления работы устройства необходима перестройка резонансной системы, что в условиях производства приводит к усложнению работы, снижению возможности обработки тканей различных артикулов, дополнительным потерям ра-

бочего времени и снижению эффективности использования технологической машины.

Область самонастройки устройства по схеме рис.2 определяется шириной полосы пропускания узкополосного резонансного усилителя (рис.3). Допустимые отклонения частоты, при которых устройство остается работоспособным, составляет величину:

$$\Delta f = \pm 0,5\Pi = \pm 0,25 \text{ МГц}. \quad (7)$$

В случае $\Delta f > 0$ промежуточная частота примет значение:

$$f_{\text{III}} = f_{\text{II}} + \Delta f = 5,25 \text{ МГц}. \quad (8)$$

При этом допустимое отклонение толщины ткани на основании (5) определится из выражения

$$x = \left(\frac{f_{\text{III}}}{f_1 - f_2} \right)^2 \cong 1,1 \text{ раза}. \quad (9)$$

Столь незначительное допустимое отклонение толщины ткани приводит к нарушению работы устройства даже при контроле ткани одного артикула.

Для обеспечения возможности контроля ткани при существенном изменении ее диэлектрической постоянной и толщины в устройство по схеме рис. 2 необходимо ввести систему автоматической настройки резонансного усилителя на промежуточную частоту, соответствующую данным параметрам ткани. Структурная схема усовершенствованного устройства приведена на рис.4.

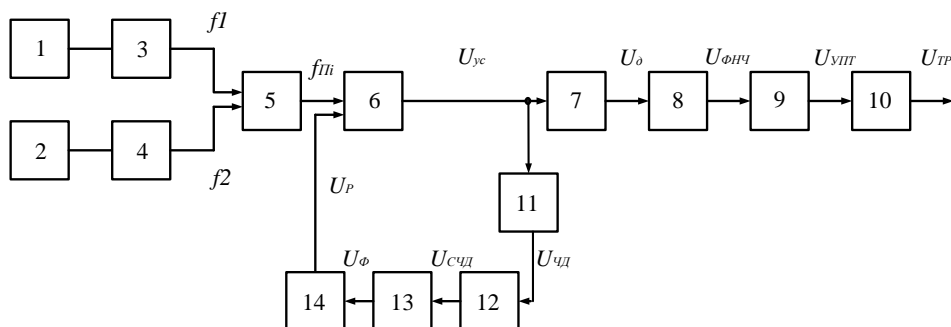


Рис. 4

Система автоматической настройки резонансного усилителя включает в себя частотный детектор 11, усилитель сигнала частотного детектора 12, фильтр нижних частот 13 и регулирующий элемент 14. Система настройки резонансного усилителя работает следующим образом. При смене артикула ткани ее толщина изменится в x раз. Емкость датчиков 1 и 2 изменится также в x раз, а частота колебаний автогенераторов 3 и 4 изменится в $\sqrt{2}$ раз. В результате на выходе смесителя 5 промежуточная частота примет новое значение, равное $f_{\Pi 1} = \sqrt{x} \cdot (f_1 - f_2)$, отличающееся от частоты, на которую настроен контур усилителя 6. Сигнал с частотой $f_{\Pi 1}$ поступает на вход частотного детектора 11, на выходе которого формируется управляющее

напряжение, поступающее на вход усилителя постоянного тока 12. Усиленный сигнал фильтруется фильтром 13 и подается на регулирующий элемент 14, выход которого подключен к управляющему входу резонансного усилителя 6. Под действием управляющего сигнала резонансная частота усилителя изменяется до тех пор, пока не примет новое значение, равное $f_{\Pi 1}$, находящееся в полосе пропускания контура усилителя. В результате самонастройки работоспособность устройства восстанавливается.

Определим основные соотношения, определяющие работу системы автоподстройки. Передаточная функция разомкнутой системы в соответствии с рис.4 определяется выражением [3]:

$$W_{\text{раз}}(s) = W_{\text{рз}}(s) W_{\text{упт}}(s) W_{\text{ФНЧ}}(s) W_{\text{чд}}(s) W_{\text{оп}}(s), \quad (10)$$

где $W_{\text{рз}}(s) = S_{\text{рз}}$ – передаточная функция регулирующего элемента, значение которой совпадает с крутизной статической характеристики регулирующего элемента; $W_{\text{упт}}(s) = K_{\text{упт}}$ – передаточная функция усилителя 12 сигнала частотного детектора; $W_{\text{ФНЧ}}(s) = \frac{1}{1 + T_{\phi} S}$ – передаточная функция фильтра нижних частот 13; $W_{\text{чд}}(s) = S_{\text{чд}}$ – передаточная функция частотного детектора 11; $W_{\text{оп}}(s) = 1$ – передаточная функция объекта регулирования (усилителя 6) по входу управления настройкой колебательного контура каскада.

При этом передаточная функция разомкнутой системы примет вид:

$$W_{\text{раз}}(s) = \frac{K}{1 + T_{\phi} S}. \quad (11)$$

Здесь $K = S_{\text{рз}} K_{\text{упт}} S_{\text{чд}}$ – коэффициент усиления разомкнутой системы.

С учетом (11) передаточная функция системы автоподстройки по возмущению определяется выражением [3]

$$W(s) = \frac{1}{1 + K} \frac{1 + T_{\phi} S}{1 + \frac{T_{\phi} S}{1 + K}}. \quad (12)$$

Принимая во внимание входение шва ткани в рабочую область датчиков за единичное ступенчатое возмущение, находим изображение отклонения промежуточной частоты от начального отклонения $\Delta f_{\text{н}}$ от частоты f_{Π} в области полосы пропускания контура:

$$\Delta f_{\Pi}(s) = \frac{\Delta f_{\text{н}}}{1 + K} \left(\frac{1 + T_{\phi} S}{1 + \frac{T_{\phi} S}{1 + K}} \right) \frac{1}{S}. \quad (13)$$

Оригинал функции (13) имеет вид [4]:

$$\Delta f_{\Pi}(t) = \frac{\Delta f_{\text{н}}}{1 + K} \left(1 + K e^{-\frac{1+K}{T_{\phi}} t} \right) 1(t), \quad (14)$$

где T_{ϕ} – постоянная времени фильтра.

Время установления частоты управляемого резонансного усилителя в системе первого порядка при линейной характеристике частотного детектора определяется выражением [3]:

$$f_{\Pi} = \frac{T_{\phi}}{K} \ln 10(K - 1). \quad (15)$$

Время переходного процесса должно быть меньше времени подхода передней кромки шва от линии отсчета к рабочему органу.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований определена функционально необходимая структура устройства обнаружения шва ткани при существенном изменении ее толщины и диэлектрической проницаемости.

2. Разработана методика анализа устройств контроля ткани с преобразованием частотного сигнала датчиков в промежуточную частоту, автоматически перестраиваемую при изменении параметров ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Расторгуев А.К.* Системы автоматического управления машинами при отделке ткани. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4.
3. *Расторгуев А.К.* Линейные системы автоматического слежения за частотой колебаний (расчет, экспериментальное исследование, задачи). – Иваново: ИГТА, 2006.
4. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1970.

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиоэлектроники. Поступила 15.03.10.