

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ДЕФЕКТОСКОПА С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ, ВКЛЮЧЕННЫМ В КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР ГЕНЕРАТОРА

В. К. ЖУКОВ, Д. В. МИЛЯЕВ, А. М. ПАНАСЮЧЕНКО

(Представлена научным семинаром НИИ электронной интроскопии)

Известные конструкции электромагнитных дефектоскопов в измерительную часть схемы включают генератор напряжения определенной частоты, двухобмоточный вихретоковой датчик самосравнения и избирательный усилитель, выделяющий импульс огибающей несущей частоты, вызываемой дефектом.

Чувствительность указанных типов дефектоскопов ограничивается наводками промышленной частоты 50 гц и напряжением несущей частоты, включая гармонические составляющие. Действие наводок наиболее сильно сказывается тогда, когда нижняя граница полосы пропускания усилительного тракта оказывается близкой к 50 гц или даже ниже ее. В этом случае с наводками можно бороться только экранировкой, что не всегда дает желаемые результаты.

Напряжение несущей частоты и ее гармоники начинают ограничивать чувствительность, если верхняя частота полосы пропускания тракта приближается к частоте несущей. Указанное обстоятельство имеет место при обнаружении дефектов в быстродвижущихся изделиях.

От отмеченных выше недостатков в значительной степени свободна схема дефектоскопа, в которой датчик включен в колебательный контур генератора (рис. 1).

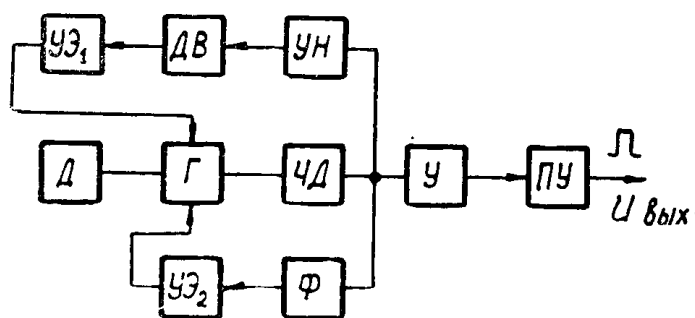


Рис. 1

Описываемая схема дефектоскопа разработана применительно к выявлению дефектов проходным датчиком в немагнитных, протяженных, движущихся с большой скоростью изделиях.

При движении изделия через зону контроля датчика Д происходит модуляция частоты генератора Г, вызванная появлением дефектов, колебаниями изделия и хаотическими изменениями его геометрических размеров. Частотномодулированные колебания преобразуются в частотном детекторе ЧД в соответствующие изменения постоянного напряжения. Частотный детектор выполнен по схеме детектора отношений [1], эффективно подавляющего различные амплитудные помехи, воздействующие на детектор и предшествующий ему генератор.

В отличие от дефектоскопов, использующих амплитудные изменения токовихревых датчиков, метод контроля дефектов по частоте отличается высокой помехоустойчивостью и малым отношением сигнал-шум. Уровень напряжения шумов обычно ограничивается наводками 50 гц и гармониками несущей частоты.

При рабочих частотах генератора, лежащих в пределах нескольких десятков килогерц, девиации частоты от модуляции параметров активного элемента генератора наводкой с частотой 50 гц можно практически пренебречь. С шумами же, вызванными гармоническими составляющими несущей частоты, бороться намного легче, так как их спектр лежит значительно выше спектра частот, занимаемого дефектами. С другой стороны, в схемах дефектоскопов, использующих частотный метод, преобразование полезного сигнала датчика в напряжение происходит с дополнительным усилением в частотном детекторе. Для этого необходимо использовать детекторы с высокой крутизной характеристики преобразования. В рассматриваемой схеме дефектоскопа крутизна составляла 6 мв/гц при ширине прямолинейного участка характеристики около 3 кгц. После детектирования сигнал усиливается усилителем У, имеющим подъем амплитудно-частотной характеристики в диапазоне 300÷2000 гц. Этот диапазон соответствует частотному спектру дефектов при скорости движения контролируемого изделия 10—20 м/сек. Выделение полезного сигнала на фоне шумов производится пороговым устройством ПУ, являющимся амплитудным селектором.

Сужение линейного участка детекторной характеристики повышает усилительные свойства детектора, однако при контроле изделий различных геометрических размеров для каждого типоразмера необходимо устанавливать частоту генератора равной проходной частоте детектора.

При контроле движущихся изделий появляются ложные сигналы, вызванные колебанием изделия в датчике. Такие колебания могут также смещать рабочую точку детектора на линейную часть характеристики, в результате чего могут наблюдаться пропуски дефектов. Для устранения данного недостатка в предложенной схеме используются две автоматические системы подстройки частоты генератора: астатическая и статическая с небольшой инерционностью. Астатическая система, включающая в себя усилитель напряжения низкой частоты УН, двигатель и управляющий элемент УЭ, осуществляет автоматическую подстройку частоты при больших возмущающих воздействиях, возникающих при изменении диаметра контролируемого изделия, колебаний изделия и т. д. Статическое регулирование осуществляется в момент входа частоты в рабочую область детектора. Устройство статического регулирования включает фильтр Ф, пропускающий сигналы в диапазоне частот от 0 до 300 гц и управляющий элемент УЭ₂, в качестве которого используется полупроводниковый стабилитрон типа Д808, обратно смещенный начальным напряжением 0,5 в. Статическая обратная связь в значительной степени уменьшает действие помех с частотами ниже 300 гц, т. е. возмущения, которые не обрабатывает астатическое звено.

Экспериментальные исследования схемы дефектоскопа были проведены с целью определения максимальной разрешающей способности дефектоскопа и выявления качества работы системы авторегулирования.

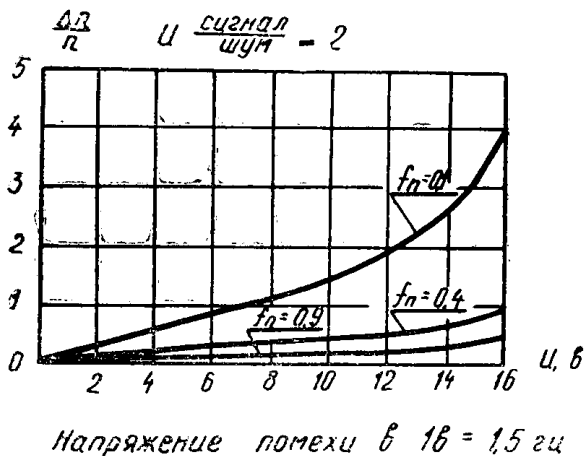


Рис. 2

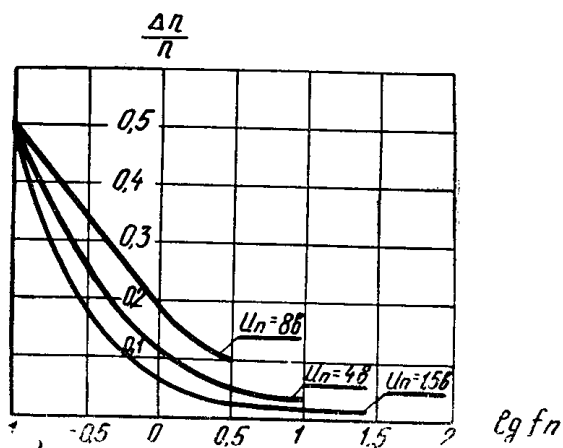


Рис. 3

Из данных исследований установлено, что чувствительность дефектоскопа, выраженная через относительное изменение частоты, на порядок выше по сравнению с дефектоскопом, использующим амплитудный метод. Исследования динамических свойств системы регулирования были проведены при отношении сигнал-шум, равном 2. На рис. 2 представлена зависимость вероятности появления помехи на выходе порогового устройства дефектоскопа от величины помехи при различной частоте ее повторения. На рис. 3 приведены зависимости вероятности появления помехи от частоты ее появления. Увеличение частоты повторения уменьшает число ложных срабатываний порогового устройства при низких частотах повторения (0,1 гц) объясняется несовершенством астатической системы регулирования, создающей помехи при подстройке. При уменьшении амплитуды помехи к астатической системе подключается статическая, и вероятность появления помехи уменьшается (рис. 3, $U_{п}=4; 1,5$ в.

В результате проведенных исследований установлены качественные характеристики систем автоподстройки частоты. Предлагается с целью дальнейшего усовершенствования дефектоскопа отказаться от астатической системы, заменив ее статической, увеличив диапазон автоподстройки и коэффициент передачи частотного детектора.