

## ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТВЕРДОСТИ ПО ГАРМОНИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ВТОРИЧНОЙ Э.Д.С. ДАТЧИКА

Б. А. ДУТОВ, И. Г. ЛЕЩЕНКО

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры информационно-измерительной техники)

Как известно, твердость металла является в некотором роде обобщенным параметром изделия, прошедшего с целью улучшения его прочностных характеристик определенную термообработку.

Для контроля твердости протяженных изделий сложного профиля, например заготовок турбинных лопаток, необходимо применять быстродействующие и производительные методы, к которым можно отнести электромагнитный метод контроля в переменных полях.

Проведенные исследования на изделиях из стали IX13 с термообработкой согласно ЧМТУ-1-187-67 показали возможность контроля твердости по амплитуде и фазе основной и высших гармоник вторичной э.д.с. проходного датчика при питании намагничивающих обмоток от сети 50 гц [1].

На основании указанных исследований для контроля твердости профильных заготовок турбинных лопаток в производственных условиях был разработан прибор с двумя короткими проходными датчиками, включенными по дифференциальной схеме.

В основу метода контроля положена зависимость квадратурной составляющей первой гармоники вторичной э.д.с. датчика от средней твердости поверхностного слоя участка изделия.

Структурная схема прибора приведена на рис. 1. Питание проходных

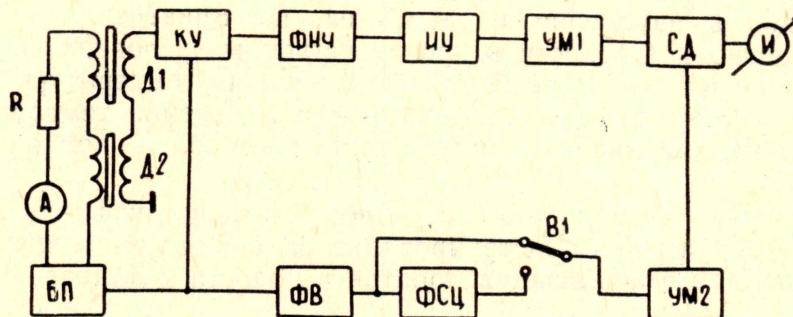


Рис. 1. Структурная схема прибора

трансформаторных датчиков  $D_1$  и  $D_2$  осуществляется стабилизированным напряжением промышленной частоты от блока питания БП в режиме заданной напряженности поля. Датчик  $D_1$  является эталонным, датчик  $D_2$  — контрольным. Компенсирующее устройство позволяет (КУ)



скомпенсировать разность э. д. с. датчиков при помещении в них двух образцовых заготовок заданного профиля средней твердости. Избирательный усилитель ИУ выделяет первую гармонику (50 гц), а высшие гармоники задерживаются фильтром нижних частот ФНЧ. Дальнейшее усиление выполняется усилителем мощности УМ1, с выхода которого сигнал поступает на синхронный детектор СД. Канал опорного напряжения для синхронного детектора состоит из фазовращателя ФВ, фазосдвигающей цепочки ФСЦ и усилителя мощности УМ2. Фазовращатель ФВ дает возможность плавно изменять фазу опорного напряжения в диапазоне от 0 до 180°. Фазосдвигающая цепочка ФСЦ изменяет фазу на 90°. Переключателем В1 можно подключать вход усилителя мощности УМ2 к выходам ФВ или ФСЦ и это позволяет измерять квадратурные составляющие первой гармоники.

Испытания прибора проведены с целью выбора оптимального режима намагничивания и оценки погрешности от изменения внешних условий контроля. Напряженность поля датчика, от величины которой

сильно зависят связи выходного сигнала с твердостью, изменялась при исследовании от 350 до 3500 а/м.

В результате этих экспериментов определена оптимальная напряженность поля, равная для образцов большого сечения 350 а/м, а для образцов меньшего сечения 1400 а/м. Зависимость показаний прибора от твердости изделий при указанных оптимальных напряженностях полей приведена на рис. 2. Из графика видно, что максимальный разброс точек от средней линии не превышает  $\pm 8$  ед. по Виккерсу.

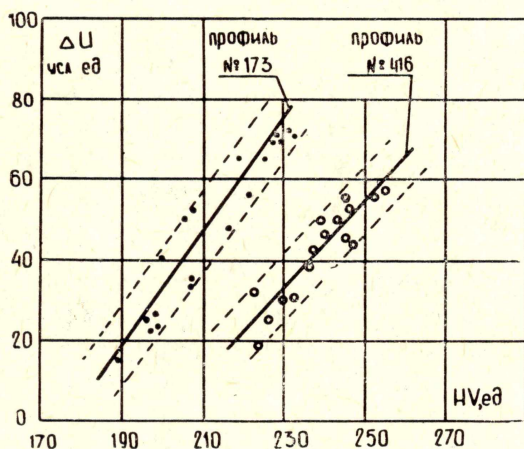


Рис. 2. Профиль № 173—H = 350 а/м, профиль № 416—H = 1400 а/м

Сравнительно высокая методическая погрешность измерения твердости связана с влиянием краевого эффекта, действие которого увеличивается, как следует из экспериментальных данных, при возрастании намагничивающего тока [2] и с увеличением сечения образцов.

Изменение намагничивающего тока датчиков на  $\pm 10\%$  увеличивает погрешность измерения на  $\pm 1,5$  ед. по Виккерсу.

Для контроля твердости в производственных условиях необходимо учитывать увеличение погрешности от изменения температуры окружающей среды. Эксперименты показали, что изменение температуры от +20 до +50°C увеличивает погрешность не более чем на 1 ед. по Виккерсу.

Исследования по влиянию поперечного смещения изделия в датчике были использованы при конструировании направляющих вставок, предназначенных для стабилизации лопаток в полости датчиков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Дутов, А. Т. Коврижкин, И. Г. Лещенко и др. Электромагнитные методы и средства контроля твердости протяженных стальных изделий. М., МДНПП, 1971.

2. И. Г. Лещенко, Н. М. Малышенко. Исследование влияния концевых эффектов на спектральный состав э.д.с. проходных датчиков. Сб. докладов 2-го Всесоюзного семинара «Неразрушающий контроль ферромагнитных материалов и изделий методом высших гармоник», Томск, 1971.