



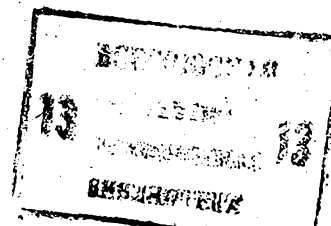
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1158858** **A**

4(51) G 01 B 7/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3632312/25-28

(22) 03.08.83

(46) 30.05.85. Бюл. № 20

(72) А.А.Григорьев, В.Т.Гузеев,
Н.Е.Жадобин и Б.Н.Цырульников

(53) 531.781.2 (088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 815480, кл. G 01 B 7/24, 1981.

2. Зацепин Н.Н., Лухвич А.А.,
Мельгуй М.А. Физические методы нераз-
рушающего контроля. Минск, "Наука
и техника", 1979, с. 31-34 (прототип).

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ФЕРРОМАГ-
НИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ, содержащее П-об-
разный магнитопровод, возбуждающую
обмотку, размещенную на магнитопро-
воде, электродвигатель, кинематичес-
ки связанный с магнитопроводом,
комбинированный источник питания,
соединенный первым выходом с электро-
двигателем, а вторым - с возбуждаю-
щей обмоткой, измерительную обмотку,

размещенную на магнитопроводе, и
последовательно соединенные демо-
дулятор, полосовой фильтр и измери-
тельный прибор, отличающе-
ся тем, что, с целью повышения
точности, оно снабжено интегрирующим
усилителем, соединенным входом с из-
мерительной обмоткой, а выходом - со
выходом демодулятора, цепью обратной
связи, выполненной в виде последо-
вательно соединенных разностного уси-
лителя, один вход которого соединен
с выходом демодулятора, а другой -
с выходом полосового фильтра, сгла-
живающего фильтра, корректирующего
блока нелинейности, блока коррек-
тирующего питания, который подклю-
чен одним входом к второму выходу
комбинированного источника питания,
и корректирующей обмотки, размещен-
ной на магнитопроводе, и дифферен-
цирующим усилителем, соединенным
своим входом с вторым выходом сгла-
живающего фильтра, а выходом - с
вторым входом блока корректирующе-
го питания.

(19) **SU** (11) **1158858** **A**

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и предназначено для измерений механических напряжений и деформаций деталей и конструкций из ферромагнитных материалов.

Известно устройство для измерения механических напряжений в ферромагнитных материалах, содержащее П-образный магнитопровод, возбуждающую и измерительную обмотки, размещенные на магнитопроводе, измерительный прибор, соединенный с измерительной обмоткой, а также цепь обратной связи в виде последовательно соединенных: выпрямителя, соединенного с измерительной обмоткой, сглаживающего фильтра и корректирующей обмотки, размещенной на магнитопроводе [1].

Однако результат измерений у данного устройства зависит от направления действия механических напряжений, которое в процессе измерений во многих случаях может непредсказуемо изменяться. Чувствительность данного устройства оказывается пониженной, так как отрицательная обратная связь от измерительной к корректирующей обмотке, введенная для уменьшения влияния зазора, пропускает также сигнал, вызванный измеряемыми механическими напряжениями. Поэтому точность результатов измерений оказывается малой.

Наиболее близким к изобретению является устройство для измерения механических напряжений в ферромагнитных материалах, содержащее П-образный магнитопровод, возбуждающую обмотку, размещенную на магнитопроводе, электродвигатель, кинематически связанный с магнитопроводом, комбинированный источник питания, соединенный первым выходом с электродвигателем, а вторым - с возбуждающей обмоткой, измерительную обмотку, размещенную на магнитопроводе, и последовательно соединенные демодулятор, полосовой фильтр и измерительный прибор [2].

Однако результат измерений известным устройством оказывается зависящим от величины воздушных зазоров между полосами магнитопровода и контролируемым материалом, что снижает точность результатов измерений особенно на неровных поверхностях.

Цель изобретения - повышение точности путем автоматической компенсации влияния воздушных подполюсных зазоров.

Поставленная цель достигается тем, что устройство для измерения механических напряжений в ферромагнитных материалах, содержащее П-образный магнитопровод, возбуждающую обмотку, размещенную на магнитопроводе, электродвигатель, кинематически связанный с магнитопроводом, комбинированный источник питания, соединенный первым выходом с электродвигателем, а вторым - с возбуждающей обмоткой, измерительную обмотку, размещенную на магнитопроводе, и последовательно соединенные демодулятор, полосовой фильтр и измерительный прибор, снабжено интегрирующим усилителем, соединенным входом с измерительной обмоткой, а выходом - с входом демодулятора, цепью обратной связи, выполненной в виде последовательно соединенных разностного усилителя, один вход которого соединен с выходом демодулятора, а другой с выходом полосового фильтра, сглаживающего фильтра, корректирующего блока нелинейности, блока корректирующего питания, который подключен одним входом к второму выходу комбинированного источника питания, и корректирующей обмотки, размещенной на магнитопроводе, и дифференцирующим усилителем, соединенным своим входом с вторым выходом сглаживающего фильтра, а выходом - с вторым входом блока корректирующего питания.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства; на фиг.2 - графики выходного сигнала, иллюстрирующие работу автоматической компенсации влияния воздушного подполюсного зазора.

Устройство для измерения механических напряжений в ферромагнитных материалах содержит П-образный магнитопровод 1, возбуждающую обмотку 2, размещенную на магнитопроводе 1, электродвигатель 3, кинематически связанный с магнитопроводом 1, для вращения последнего, комбинированный источник 4 питания с двумя выходами, первым - промышленной, а вторым - звуковой частоты. Источник 4 соединен первым выходом с электро-

двигателем 3, а вторым - с возбуждающей обмоткой 2. На магнитопроводе 1 размещена измерительная обмотка 5, к которой подсоединены последовательно соединенные интегратор 6, демодулятор 7, полосовой фильтр 8 и измерительный прибор 9.

Устройство содержит цепь обратной связи, выполненную в виде последовательно соединенных разностного усилителя 10, один вход которого соединен с выходом демодулятора 7, а другой - с выходом полосового фильтра 8, сглаживающего фильтра 11 с двумя выходами, корректирующего блока 12 нелинейности, блока 13 корректирующего питания с двумя входами, который подключен к второму выходу комбинированного источника 4 питания, корректирующей обмотки 14, которая размещена на магнитопроводе 1, и дифференцирующего усилителя 15, соединенного своим входом с вторым выходом сглаживающего фильтра 8, а выходом - с вторым входом блока 13 корректирующего питания.

Интегратор 6, демодулятор 7, разностный усилитель 10, и дифференцирующий усилитель 15 могут выполняться на операционных усилителях, например типа УТ140А. Блок корректирующего питания представляет собой двухбалонный дифференциальный магнитный усилитель с двумя входными обмотками.

Связь обмоток 2, 5 и 14, размещенных на магнитопроводе 1, который выполнен с возможностью вращения от электродвигателя 3, осуществляется через токосъемный узел (не показан).

Источник 4 может представлять собой генератор звуковой частоты, например, 1 кГц, с обмоткой на силовом трансформаторе для питания электродвигателя 3 напряжением промышленной частоты 50 Гц.

Устройство работает следующим образом.

Магнитопровод 1 с обмотками 2, 5 и 14 и электродвигателем 3 устанавливаются на поверхность контролируемого материала 16 и включают питание. При этом электродвигатель 3 приводит во вращение магнитопровод 1 с частотой Ω , а в магнитопроводе 1 и контролируемом материале 16 под воздействием тока в возбуждающей обмотке 5 появляется переменный магнитный

поток Φ с частотой, равной частоте питания ω .

Для обеспечения достаточно малой модуляционной погрешности, допустимой для устройства выполнено условие $\omega \gg 10\Omega$.

Под воздействием механической нагрузки и появившихся механических напряжений в контролируемом материале возникает магнитная анизотропия.

В результате при вращении магнитопровода 1 магнитный поток Φ модулируется по амплитуде с частотой 2Ω .

Среднее значение магнитного потока Φ почти не зависит от механических напряжений, но зависит от воздушного зазора между полюсами магнитопровода 1 и материалом 16.

Вместе с тем амплитуда модуляции потока Φ зависит как от механических напряжений в материале, так и от воздушного зазора.

Модулированный магнитный поток наводит на измерительной обмотке 5 электрический сигнал, пропорциональный $d\Phi/dt$, который проходя через интегратор 6, становится пропорциональным магнитному потоку Φ . Это преобразование необходимо для обеспечения нормальной работы обратной связи, компенсирующей влияние воздушного зазора.

Сигнал с интегратора 6 попадает на демодулятор 7, на выходе которого сигнал имеет постоянную составляющую несущую информацию о воздушном подполосном зазоре, и переменную составляющую с частотой 2Ω , несущую информацию о механических напряжениях и воздушном полюсном зазоре. Полосовой фильтр 8 настроен на пропускание сигнала с частотой 2Ω . Поэтому показания измерительного прибора 9 пропорциональны амплитуде модуляции переменного магнитного потока Φ и содержат информацию об измеряемых механических напряжениях.

Информация о воздушном зазоре, являющаяся помехой, исключается из показаний прибора 9 с помощью цепи обратной связи, работающей следующим образом.

Сигнал обратной связи, пропорциональный воздушному зазору, формируется на выходе разностного усилителя 10 в виде постоянной составляющей. Она получена вычитанием из входного сигнала полосового фильтра

8, содержащего постоянную и переменную составляющие, выходного сигнала полосового фильтра 8, содержащего лишь переменную составляющую.

Сформированный сигнал обратной связи проходит через сглаживающий фильтр 11 для устранения содержащихся в нем высших гармоник основной частоты Ω , порожденных нелинейностью свойств контролируемого магнитного материала 16, проявляющуюся при повороте магнитопровода 1. Затем сигнал поступает в корректирующий блок 12 нелинейности. Передаточная функция блока 12 подбирается экспериментально при настройке устройства в зависимости от свойств контролируемого материала,

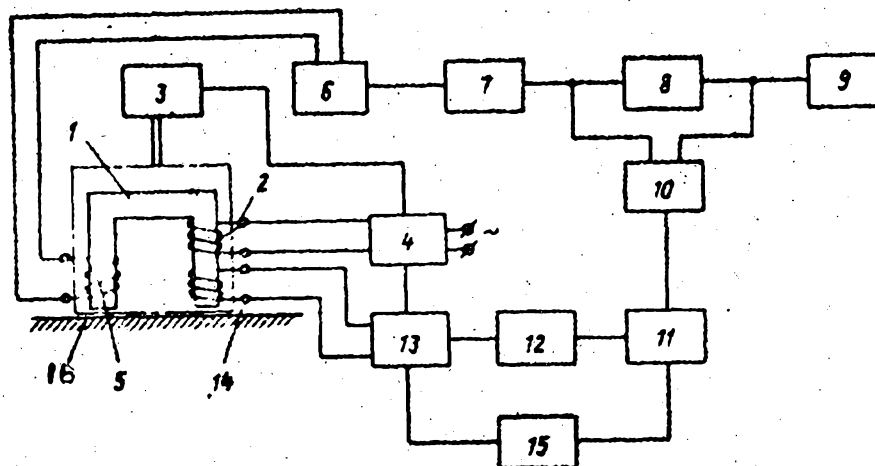
После корректирующего блока 12 нелинейности сигнал поступает в блок 13 корректирующего питания, который в соответствии с поступившим сигналом задает ток в корректирующей обмотке 14. При правильно подобранной передаточной функции корректирующего блока 12 нелинейности изменения тока питания обмотки 14 компенсируют изменения магнитного потока Φ , вызванные изменением воздушного зазора между полюсами магнитопровода 1 и контролируемым материалом 16.

Для уменьшения отрицательного влияния запаздываний сигнала в электрических и магнитных цепях

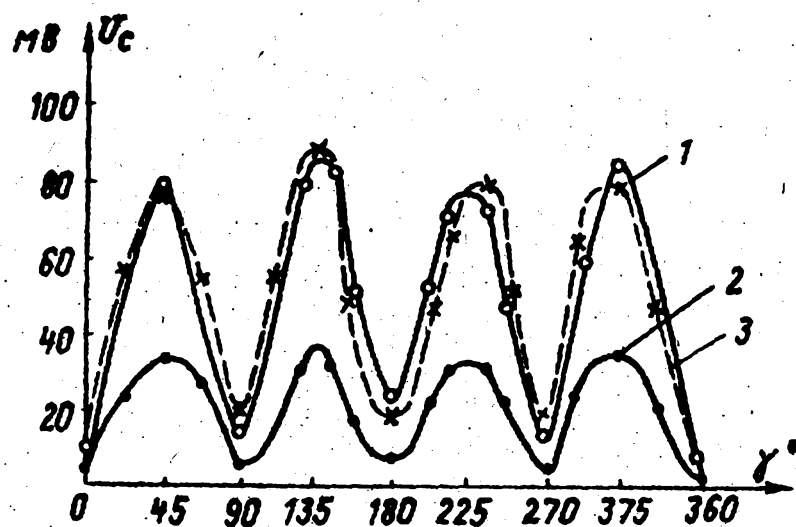
устройств служит дифференцирующий усилитель 15. Он вырабатывает сигнал, пропорциональный скорости изменения воздушного зазора, который в необходимом масштабе поступает на второй вход блока 13 корректирующего питания. Этим обеспечиваются необходимая динамическая точность работы обратной связи, обрабатывающей меняющийся воздушный зазор.

На фиг. 2 приведены графики зависимости выходного напряжения демодулятора 7 от угла поворота магнитопровода 1, иллюстрирующие эффективность цепи обратной связи. Они получены на макете предлагаемого устройства, установленного на образце судостроительной стали 09Г2, растянутого с относительной деформацией 0,0175%.

График 1 получен при отсутствии воздушного зазора между полюсами магнитопровода 1 и материала 16, а также при отсутствии обратной связи. График 2 получен при воздушном зазоре 1,2 мм и отсутствии обратной связи. Кривая 3 получена при воздушном зазоре 1,2 мм и введенной обратной связи. Из сопоставления графиков 1 - 3 видно, что обратная связь значительно снижает влияние воздушных зазоров, чем существенно повышается точность результатов измерений, полученных с помощью предлагаемого описанного устройства.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Н.Воловик Составитель Ю.Востряков Техред М.Надь Корректор А.Обручар

Заказ 3572/41 Тираж 651 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб, д.4/5

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4