

Е.Г. КРАМЧАНИН, аспирант, НТЦ МТО НАНУ, Харьков

КОНТУРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ МОМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Розглянуто принципи роботи контурних динамічних систем з кутовим переміщенням технічних об'єктів для визначення магнітних моментів. Запропоновано функціональну схему системи з кутовим переміщенням технічного об'єкта. Розглянуто практичні аспекти реалізації такої системи.

Рассмотрены принципы работы контурных динамических систем с угловым перемещением технических объектов для определения магнитных моментов. Предложена функциональная схема системы с угловым перемещением технического объекта. Рассмотрены практические аспекты реализации такой системы.

Введение. Определение магнитных моментов (ММ) технических объектов (ТО) является важной научно-технической задачей. Измерение величины ММ необходимо при проектировании космических аппаратов, при нормировании уровня магнитных полей для электрооборудования, в судостроительной промышленности и во многих других.

В настоящее время стоит задача измерения малых значений ММ ТО. Существует несколько различных типов систем позволяющие определять ММ ТО [1]. Для повышения точности определения ММ ТО необходимо проводить модернизацию существующих и разрабатывать и создавать новые измерительные системы.

Для определения ММ ТО в мире широко применяются системы, основанные на измерении индукции магнитного поля и использующие в своей работе набор феррозондовых датчиков, а так же контурные системы, основанные на измерении магнитного потока [1].

Одним из новых методов применяемых для определения ММ ТО является метод, основанный на математической обработке магнитных сигнатур [2-5]. В данной работе рассмотрены возможный способ создания измерительной установки такого типа.

Постановка задачи. Определение ММ ТО с помощью контурных динамических систем можно условно разбить на два этапа: на первом этапе происходит фиксирование магнитной сигнатуры, то есть зависимости магнитного потока от положения ТО относительно измерительного контура, а на втором этапе происходит математическая обработка магнитной сигнатуры для определения ММ ТО. В данной работе рассмотре-

ны вопросы, связанные с фиксированием магнитной сигнатуры ТО.

Контурные динамические системы могут быть с линейным перемещением ТО через измерительный контур, либо с его поворотом внутри контура [6]. При реализации систем с линейным перемещением ТО необходимо обеспечить достаточную длину пути проезда ТО. Системы, которые используют угловое перемещение ТО внутри измерительного контура, требуют значительно меньше пространства.

Для получения магнитной сигнатуры необходимо получать значения магнитного потока, наводимого в контуре, и соответствующие значения положения ТО.

Целью данной работы является обоснование возможного способа создания контурной динамической системы с угловым перемещением ТО.

Функциональная схема и алгоритм работы системы. В общем случае реализации измерительная система будет состоять из измерительного и компенсационного контуров, веберметра, устройства для поворота ТО, датчика определения положения ТО, датчика фиксирования "начала-конца" измерений и блока математической обработки полученной магнитной сигнатуры.

При проведении измерений создаются два независимых потока данных: один – это значения магнитного потока, а второй – положения ТО. Для построения магнитной сигнатуры происходит синхронизация этих потоков данных так, что бы одному значению потока соответствовало значение положения ТО. Функциональная схема системы показана на рис. 1.

Перемещение ТО, расположенного внутри измерительного контура, осуществляется при помощи устройства поворота. При этом в измерительном контуре наводится ЭДС, которую регистрирует веберметр. Компенсационный контур служит для защиты от влияния неградиентной помехи на результаты измерений. Измерительный и компенсационный контура коммутированы встречно, но разнесены в пространстве, - это позволяет вычитать сигнал внешней помехи наводимый в контурах. Данные о магнитном потоке поступают в устройство синхронизации. При повороте ТО фиксируется изменение угла поворота γ и данные о положении ТО поступают в устройство синхронизации. В устройстве синхронизации каждому измеренному значению магнитного потока ставится в соответствие значение положения ТО. Когда поворот ТО на 360° завершен, полученный массив данных передается для дальнейшей обработки. Далее происходит визуализация

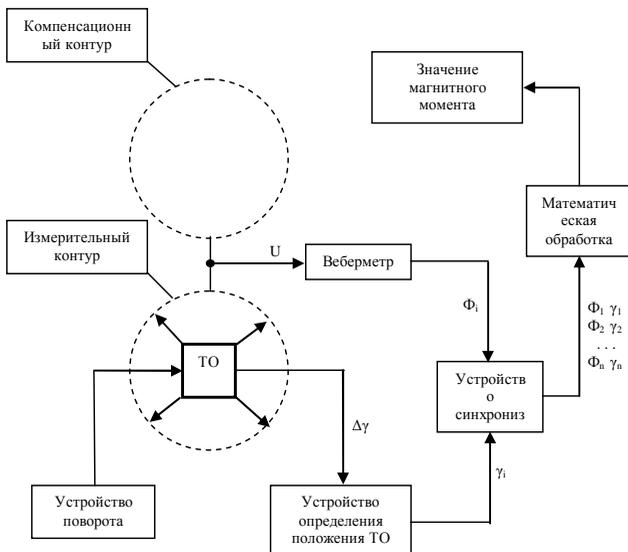


Рис. 1.

массива данных и математическая обработка магнитной сигнатуры.

Алгоритм работы системы при этом будет следующим. После начала измерений происходит считывание данных с веберметра о магнитном потоке и с устройства определения положения ТО о текущем значении угла поворота. Оба устройства подключаются к ПК через два порта RS-232. Полученные данные синхронизируются и сохраняются. Этот процесс происходит до тех пор, пока ТО не совершит оборот на 360° внутри измерительного контура. По завершению поворота происходит срабатывание датчика "начала-конца" измерений и прием данных о магнитном потоке и положении ТО прекращается, а сохраненный массив данных передается для визуализации и математической обработки. После чего отображаются результаты измерений.

Алгоритм работы такой системы представлен на рис. 2.

Практическая реализация. При практической реализации контурной измерительной системы измерительный и компенсационный контура были выполнены круглой формы. Измерительный и компенсационный контур коммутированы встречно для минимизации влияния неградиентной помехи на результаты измерения.

Для фиксирования значения магнитного потока использовался

веберметр WALKER MF-10D.

Для поворота ТО внутри измерительного контура применялся поворотный стол, выполненный из немагнитных материалов. Поворот ТО осуществлялся вручную.

Определение положения ТО производилось при помощи оптического датчика PAN 3101 выпускаемого фирмой PixArt. Данный датчик позволяет определять перемещение при скоростях до 53 см/сек. Оптический датчик установлен на крайней точке круга поворотного стола на максимально возможном удалении от центра.

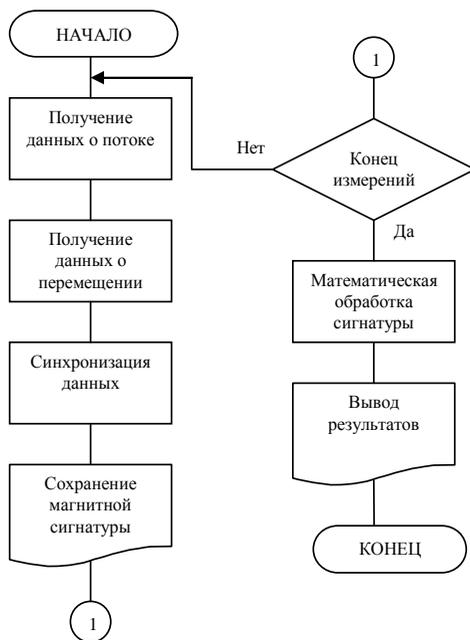


Рис. 2. Алгоритм работы измерительной системы.

В качестве датчика "начала-конца" измерений применялись оптопара. Началом измерения считалось первое изменение состояния оптопары при повороте, а окончанием измерений – второе. Управление измерительной системой, сбор и сохранение данных, а так же синхронизация получаемых данных выполнялось при помощи ПК. Для управления и сопряжения оптического датчика и ПК использовался микроконтроллер AtMega16. Веберметр и устройство для определения

положения ТО подключались к ПК через два порта RS-232. Данный протокол обмена был выбран, исходя из необходимости максимально отдалить ПК от измерительного контура для исключения влияния его на измерения. Для управления процессом измерения, а так же для синхронизации данных было разработано соответствующее программное решение. Синхронизация данных осуществлялась по "медленному" устройству, в нашем случае это был веберметр, который передает данные о магнитном потоке с частотой 25 Гц.

При проведении математической обработки результатов измерения необходимо иметь порядка 1000 значений магнитного потока и соответствующего положения ТО относительно измерительного контура. Время одного полного поворота ТО составляет от 45 до 60 сек, при этом сохраняется порядка 1500 значений, что вполне достаточно для проведения математической обработки.

При помощи рассмотренной системы была зафиксирована магнитная сигнатура дипольного источника. На рис. 3 представлена зависимость магнитного потока Φ от γ - угла поворота ТО. Сплошной линией показана расчетная магнитная сигнатура, а точками – практически зафиксированная. Как видно, практически зафиксированная магнитная сигнатура мало отличается от расчетной.

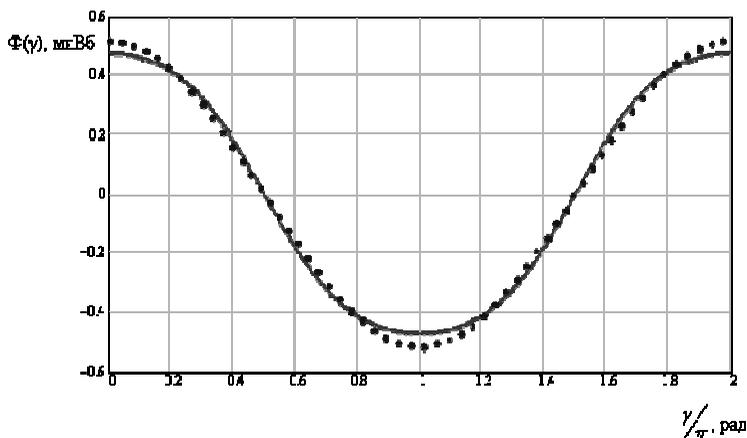


Рис. 3.

Последующая математическая обработка полученной магнитной сигнатуры для определения ММ ТО может быть проведена с исполь-

зованием математических пакетов.

Выводы. Предложена функциональная схема и описан алгоритм работы системы для определения ММ при угловом перемещении ТО внутри измерительного контура. Рассмотрены практические аспекты реализации контурной динамической измерительной системы, касающиеся фиксации магнитной сигнатуры объекта.

Список литературы: 1. *Афанасьев и др.* Средства измерения параметров магнитного поля // Л.: Энергия. – 1979. – 320 с. 2. *Окон П. И., Семенов В.Г.* Исследование метода интегрирования магнитного потока для измерения поперечных компонент магнитного момента // Совершенствование методов и средств проверки магнитоизмерительной аппаратуры, используемой для контроля качества магнитных материалов. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – С. 59-73. 3. *Краснов И.П.* Расчетные методы судового магнетизма и электротехники. – Л.: Судостроение, 1986. – 216 с. 4. *Волохов С.А. Кильдишев А.В.* Магнитные сигнатуры мультипольного источника, полученные поперечными измерительными контурами // Техническая электродинамика. – 1996. – № 5. – С. 65-68. 5. *Волохов С.А. Кильдишев А.В.* Нормализованные магнитные сигнатуры мультипольного источника, движущегося по оси кругового контура // Электричество. – 1997. – №3. – С. 65-67. 6. *Гетьман А.В., Зверев С.Г., Крамчанин Е.Г.* О практическом определении пространственных гармоник магнитного поля технических объектов разнотипными системами // Вестник Национального технического ун-та "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2009. – №40. – С. 19-25.

Поступила в редколлегию 26.07.2010