

УДК 621.317.4

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОГО МОМЕНТА  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ СИГНАТУР ВРАЩЕНИЯ****А.В.Гетьман, канд. техн. наук, Е.Г.Крамчанин****Научно-технический центр магнетизма технических объектов НАН Украины,  
ул. Индустриальная 19, Харьков, 61106, Украина**

*Рассмотрены теоретические аспекты практического определения магнитного момента с помощью математической обработки сигнатур вращения технического объекта. Теоретически обоснована процедура определения магнитного момента на основе интегральной обработки значений магнитного потока, полученных при повороте технического объекта внутри контурной измерительной системы. Рассмотрены принципы управления контурной системой для измерения магнитного момента при угловом перемещении технического объекта. Предложена функциональная схема управления системой и рассмотрены особенности ее практической реализации. Библ. 6.*

**Ключевые слова:** магнитная сигнатура вращения, магнитный момент, пространственные гармоники, магнитное поле.

Современные потребности науки и техники инициируют создание новых и развитие известных методов анализа магнитного поля технических объектов (ТО), основанных на использовании аналитических и расчетных моделей [1, 2, 6]. При этом конечный контроль нормированных уровней поля проводят на специализированных магнитоизмерительных стендах, позволяющих измерять пространственные характеристики магнитного поля, в частности, магнитный момент. Поэтому важным звеном технологии нормирования магнитного поля является магнитоизмерительный стенд, который представляет собой комплекс измерительных систем и вспомогательного оборудования, обеспечивающий проведение достоверных измерений магнитных характеристик ТО в рабочей зоне стенда. Ограниченный объем рабочей зоны испытаний современных магнитоизмерительных стендов делает актуальной задачу рационального использования всего рабочего объема соответствующими измерительными системами. С другой стороны, измерительная система должна соответствовать современным требованиям по точности (качеству) измерений магнитных характеристик. На сегодняшний день наиболее широкие качественные возможности свойственны системам на основе проходных характеристик магнитного потока – магнитных сигнатур [3, 5]. Однако рабочая область таких измерительных систем оказывается излишне вытянутой вдоль пути перемещения ТО внутри стенда, что делает нерациональным их использование в качестве основной измерительной системы для большинства современных магнитоизмерительных стендов, рабочие зоны которых имеют близкие по значению габаритные размеры.

Поэтому представляет практический интерес разработка новых измерительных систем на основе магнитных сигнатур, рабочая область которых близка по габаритным размерам к рабочей зоне стенда, а измерительные возможности эквивалентны системам на основе проходных характеристик [4]. Тем самым обосновывается целесообразность создания научных основ построения таких измерительных систем, а также разработки методического обеспечения проведения на их основе измерений магнитного момента ТО.

С этой целью в работе проведен пространственный гармонический анализ магнитного поля и получено теоретическое обоснование практического определения величины магнитного момента с помощью математической обработки магнитных сигнатур, фиксируемых при вращении технического объекта, на основании чего предложена процедура обработки данных измерений угловой зависимости магнитного потока, позволяющая проводить расчет величины магнитного момента испытываемого ТО.

Кроме того, в работе теоретически обоснована практическая возможность определения величин зональных гармоник магнитного поля с помощью измерительных систем сигнатур вращения ТО при использовании в качестве первичного измерительного преобразователя круговой обмотки. Показано, что измеренные такой системой магнитные сигнатуры не содержат вкладов от пространственных гармоник четных степеней, и тем самым уменьшена методическая погрешность измерения магнитного момента. Для повышения точности расчета магнитного момента предложена процедура интегральной обработки данных измерений угловой зависимости магнитного потока, использующая ортогональность сферических гармоник внешнего магнитного поля ТО. Теоретически обосновано уменьшение относительного вклада в измеряемую магнитную сигнатуру от гармоник магнитного поля старших степеней. На основе этого предложен практический способ оценки методической погрешности измерения магнитного момента по величинам зональных гармоник магнитного поля ТО.

В работе рассмотрены функциональная схема и принцип управления для общего случая реализации измерительной системы на основе сигнатур магнитного потока, а также реализованный на магнетодинамическом комплексе НТЦ МТО НАН Украины вариант системы для измерения магнитного момента при угловом перемещении ТО.

Особенностью реализованной системы является наличие двух независимых информационных каналов, по которым в процессе измерения осуществляется передача значений магнитного потока и координаты углового положения, при этом реализована синхронизация получаемых данных по цепи обратной связи в канале угловой координаты.

1. Волохов С.А., Ивлева Л.Ф. Методическая погрешность измерений магнитного момента // Технічна електродинаміка. – 1996. – № 4. – С. 72–74.
2. Гетьман А.В. Определение пространственных гармоник магнитного поля вблизи поверхности технического объекта // Электричество. – 2005. – №1. – С. 55–60.
3. Гетьман А.В., Зверев С.Г., Крамчанин Е.Г. Системы измерения пространственных характеристик магнитного поля технических объектов // Вестник Национального технического ун-та «ХПИ». – 2009. – №7. – С. 25–32.
4. Гетьман А.В., Волосюк А.В. Пространственный гармонический анализ магнитного поля технического объекта и функции численных расчетов MathCAD // Вестник Национального технического ун-та «ХПИ». – 2005. – Вып. 43. – С. 70–73.
5. Розов В.Ю., Гетьман А.В. Структура контурных динамических систем для практического гармонического анализа магнитного поля технических объектов // Техн. електродинаміка. Тем. випуск. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2008. – Ч. 3. – С. 97–101.
6. Шимони К. Теоретическая электротехника. – М.: Мир, 1964. – 774 с.

УДК 621.317.4

### ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОГО МОМЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ НА ОСНОВІ СИГНАТУР ОБЕРТАННЯ

А.В.Гетьман, канд. техн. наук, Є.Г.Крамчанин

Науково-технічний центр магнетизму технічних об'єктів НАН України,  
вул. Індустріальна, 19, Харків, 61106, Україна

*Розглянуто теоретичні аспекти практичного визначення магнітного моменту за допомогою математичної обробки сигнатур обертання технічного об'єкта. Теоретично обґрунтовано процедуру визначення магнітного моменту на основі інтегральної обробки величини магнітного потоку, отриманих при кутовому переміщенні технічного об'єкта в контурній вимірювальній системі. Розглянуто принципи керування контурною системою для визначення магнітного моменту при кутовому переміщенні технічного об'єкта. Запропоновано функціональну схему керування системою та розглянуто особливості її практичної реалізації. Бібл. 6.*

**Ключові слова:** магнітна сигнатура обертання, магнітний момент, просторові гармоніки, магнітне поле.

### PRINCIPLES OF THE CONSTRUCTION ROTATION SIGNATURE-BASED SYSTEMS FOR MEASURING THE MAGNETIC MOMENT OF TECHNICAL OBJECT

A.V.Getman, E.G.Kramchanin

Magnetism of Technical Objects Scientific and Technical Center of the NAS of Ukraine,  
19 Industrialnaia st., Kharkov, 61106, Ukraine

*Theoretical aspects of the practical definition of the magnetic moment with the help of mathematical processing of the signatures of rotation of a technical object were considered. Theoretically justified procedure for determining the magnetic moment on the basis of the integrated processing of magnetic flux produced by rotation of a technical object inside the contour measuring system. The principles of management of the contour system for measuring the magnetic moment in the angular displacement of technical facility were considered. Propose a functional diagram of the control system and the features of its implementation. References 6.*

**Key words:** magnetic signature of rotation, magnetic moment, the spatial harmonics, magnetic field.

1. Volokhov S.A., Ivleva L.F. Methodical error of measurement of the magnetic moment. // Tekhnichna elektrodynamika. – 1996. – № 4. – Pp. 72–74. (Rus).
2. Getman A.V. Determination of the spatial harmonics of the magnetic field near the surface of a technical object // Elektrichestvo. – 2005. – №1. – Pp. 55–60. (Rus).
3. Getman A.V., Zverev S.G., Kramchanin E.G. System for measuring the spatial characteristics of the magnetic field of technical objects // Vestnik Natsionalnogo Tekhnicheskogo universiteta "KhPI". – 2009. – №7. – Pp. 25–32. (Rus).
4. Getman A.V., Volosiuik A.V. Spatial Fourier analysis of the magnetic field of technical object and functions of numerical calculations of MathCAD // Vestnik Natsionalnogo Tekhnicheskogo universiteta "KhPI". – 2005. – Vol.43. – Pp. 70–73. (Rus).
5. Rozov V. Yu., Getman A.V. Structure contour dynamical systems of practical harmonic analysis of the magnetic field of technical objects // Tekhnichna elektrodynamika. Tematicheskiiy vipusk "Problemy suchasnoi elektrotekhniki" – 2008. – Ch. 3. – P. 97–101. (Rus).
6. Shimoni K. Theoretical electrotechnics. – M.: Mir, 1964. – 774 p. (Rus).

Надійшла 15.12.2011

Received 15.12.2011