

ТЕХНОЛОГИЯ КАЛИБРОВКИ ТРЁХКОМПОНЕНТНОГО МАГНИТНОГО ДАТЧИКА

Калапышина И.И. (ИТМО, СПбФ ИЗМИРАН), Сергушин П.А. (СПбФ ИЗМИРАН)
Перечесова А.Д. (СПбФ ИЗМИРАН)

Введение. Магнитный датчик (МД), разработанный в СПбФ ИЗМИРАН [1], предназначен для измерения индукции магнитного поля по трём взаимно-ортогональным осям. Все изготовленные датчики проходят ряд калибровочных мероприятий, что позволяет экспериментально определить действительные значения метрологических характеристик МД в заданных условиях, соответственно, позволяют получать более точные значения измеряемой величины [2]. Предложенная в работе технология калибровки, позволяет обеспечить характеристики магнитных датчиков в соответствии с требованиями точности и стабильности измерений, регистрации магнитных полей и их вариаций в диапазоне частот 0 – 3 Гц со среднеквадратичным уровнем шумов не превышающим $1 \text{ [nT}/\sqrt{\text{Hz}}]$ [3, 4].

Разработанная технология калибровки датчиков актуальна для различных областей науки и техники, а именно геофизики, палеомагнитных исследований, геологии и магнитной картографии.

Основная часть. Параметрами, характеризующими качество получаемых измерений трёхкомпонентного МД, являются: коэффициент преобразования, диапазон измерения индукции, амплитудно-фазовые частотные характеристики (АЧХ, АФХ), порог чувствительности, разрешение, смещение нулевых уровней измерительных каналов, температурный дрейф нуля, уровень собственных шумов, погрешность неортогональности измерительных осей [1].

Для осуществления калибровки описанного типа датчиков был использован испытательный стенд на основе трёхкомпонентной колевой системы Гельмгольца на сейсморазвязанном постаменте. В стенде реализован функционал компенсации внешнего магнитного поля в диапазоне 0 – 10 Hz.

Коэффициент преобразования МД определяется как отношение измеряемого сигнала МД к уровню напряжения на опорном шунте.

Оценка диапазона измерения индукции калибруемого МД осуществляется путём подачи тока нарастающей амплитуды в соответствующую компоненту колец Гельмгольца. Уровень сигнала от МД, соответствующий видимому насыщению, определяет границу диапазона измерения.

АЧХ МД является относительной характеристикой, привязанной к частоте 1 Hz. Оценивается отношение измеряемого сигнала МД к уровню напряжения на опорном шунте на каждой из частот, подаваемых в кольца Гельмгольца с генератора стандартных сигналов. АФХ оценивается, как задержка сигнала МД по отношению к сигналу на опорном шунте.

Порог чувствительности определяется как минимально различимый уровень сигнала МД в требуемом диапазоне от $\pm 1 \text{ mT}$.

Смещение нулей измерительных каналов МД определяется методом разворота измерительной оси МД на 180 градусов и соотносением с известным значением компоненты МП в данной точки, достигается необходимая величина не более $0,5 \text{ nT}/^\circ\text{C}$. Температурный дрейф оценивается как отклонение сигнала испытуемого МД под воздействием температуры в течение выбранного интервала времени от сигнала с опорного МД.

Уровень собственных шумов определяется как СКО сигнала МД в магнито-спокойный интервал времени, либо в условиях магнито-экранированного пространства со значением не превышающим $1 \text{ [nT}/\sqrt{\text{Hz}}]$.

Неортогональность осей определяется при помощи стенда пространственной ориентации МД в фиксированных положениях, путём минимизации вычисляемого модуля измеряемого магнитного поля.

Выводы. В работе описана технология калибровки трёхкомпонентного МД, схема и внешний вид калибровочного стенда. Приведенная технология позволяет оптимизировать процесс калибровки МД.

Список использованных источников:

1. Сергушин П.А. Магнитовариометр как средство измерения магнитных полей // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2006 – № 28. – С. 173-174.
2. ГОСТ 8.030-2013 Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции.
3. Копытенко Ю.А., Петрищев М.С., Сергушин П.А, Леваненко В.А., Перечесова А.Д., Устройство для изготовления торсионных подвесов чувствительных элементов приборов // Заявка на патент РФ №2012140673/12(065633), МПК D07B3/00, D04C3/00, приоритет от 18.09.2012 г.
4. Коробейников А.Г., Перечесова А.Д., Калапышина И.И., Леваненко В.А., Гатчин Ю.А., Федосовский М.Е., Поляков В.И. Применение полимерных материалов при разработке торсионов применяемых в высокочувствительных системах измерения низкочастотных магнитных полей // XXIV Всероссийская конференция "Структура и динамика молекулярных систем". Сб. Структура и динамика молекулярных систем. под ред. Щербиной А.А. – 2017. – С. 46-54.