

вычислительная техника и информатика. – 2013, №2.- С.25-38.

8. А.В. Шукин, Г.П. Черкасов, Г.В. Мещеряков. Способ совместного производства аммиака и метанола // Патент RU 2 174 953 С1. – 2013, №2.- С.25-38.

9. В.А. Михацло, Г.В.Мещеряков. Синтез метанола на установке производства водорода Антипинского НПЗ// Новые технологии – нефтегазовому региону. -2017. - Т. 3, № 6.- С. 85-87.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ УЛУЧШЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОУПРУГИХ ДАТЧИКОВ

Жураева Камила Комиловна

доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент
Ташкентский государственный транспортный университет
Узбекистан, г. Ташкент

Назирова Замира Гафировна

кандидат технических наук, доцент
Ташкентский государственный транспортный университет
Узбекистан, г. Ташкент

ABOUT ONE METHOD OF IMPROVING THE STATIC CHARACTERISTIC MAGNETOELASTIC SENSORS

Jurayeva Kamila

PhD, associate professor of
Tashkent state transport university
Uzbekistan, Tashkent

Nazirova Zamira

candidate of technical sciences, associate professor of
Tashkent state transport university

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2021.1.67.428](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2021.1.67.428)

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена улучшению статической характеристики магнитоупругих датчиков. С использованием энергоинформационного метода выявлены приёмы улучшения статической характеристики. Путем реализации этих приёмов предложена конструкция магнитоупругого датчика. Приведены конструктивная схема предлагаемого магнитоупругого датчика, электрическая схема соединения секций измерительных обмоток и принцип действия датчика. Получено выражение статической характеристики для оценки её степени нелинейности.

ABSTRACT

The article is devoted to improving the static characteristics of magnetoelastic sensors. Using the energy-informational method, techniques for improving the static characteristic are identified. By implementing these techniques, the design of a magnetoelastic sensor is proposed. The design scheme of the proposed magnetoelastic sensor, the electrical connection diagram of the sections of the measuring windings and the principle of operation of the sensor are given. An expression of the static characteristic for estimating its degree of nonlinearity is obtained.

Ключевые слова: энергоинформационный метод, характеристика, магнитоупругий датчик, параметрическая структура, чувствительность, конструкция, измерительные обмотки, схема соединения.

Key words: energy-information method, characteristic, magnetoelastic sensor, parametric structure, sensitivity, design, measuring windings, connection diagram.

Магнитоупругие датчики принцип действия которых основан на *магнитоупругом эффекте* - физическом явлении, проявляющемся в виде изменения магнитной проницаемости ферромагнитного материала в зависимости от механических напряжений в нем. Магнитоупругие датчики используются для измерения силовых параметров: усилий, давлений, крутящих и изгибающих моментов, механических напряжений и т. п.

Зависимость магнитной проницаемости от механических напряжений имеет нелинейный характер. Связано это как с нелинейностью кривой намагничивания, так и с нелинейной зависимостью

деформаций от усилия. Нелинейность магнитоупругого эффекта выражена очень сильно. Например, в слабых магнитных полях магнитная проницаемость под действием механических напряжений возрастает, а в сильных полях - уменьшается [1].

Под действием усилия F в основном изменяется магнитная проницаемость в направлении сжатия, что вызывает поворот вектора магнитной индукции на угол α и одновременно изменение магнитного потока Φ_F . Этот поток уже пересекает плоскость вторичной обмотки, на выходе которой появляется ЭДС E_2 .

Если до приложения усилия магнитный материал был изотропен (имел одинаковые магнитные свойства во всех направлениях), то при наличии усилия материал становится анизотропным. Угол поворота α вектора магнитной индукции достигает $10 - 12^\circ$ [2].

К достоинствам магнитоупругих датчиков следует отнести высокую чувствительность и возможность измерения больших усилий (до нескольких тысяч тонн). В то же время магнитоупругие датчики имеют и следующие серьезные недостатки: 1) наличие температурной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающей среды на магнитные свойства сердечника; 2) наличие погрешности, вызванной влиянием гистерезиса (как магнитного, так и механического, связанного с остаточной деформацией); 3) наличие погрешности, вызванной колебаниями напряжения питания.

Совершенствование магнитоупругих датчиков, удовлетворяющих все возрастающие требования, предъявляемые к элементам систем управления, и создание новых конструкций невозможно без анализа существующих, обобщения накопленного опыта в конструировании магнитоупругих датчиков.

Поэтому для анализа известных, разработки и исследования новых конструкций магнитоупругих датчиков использовался энергоинформационный метод поискового конструирования чувствительных элементов систем управления [3]. Некоторое развитие этого метода нашло отражение в работах [4,5]. Отличительными особенностями метода являются то, что в любом датчике можно условно выделить участки, включающие несколько последовательных элементарных преобразований. Это позволяет организовать описание принципа действия датчиков в виде параметрических структурных схем. Каждое элементарное звено такой схемы отражает одно преобразование. Параметрическая структурная схема какого-либо датчика представляет собой сочлененные определенным образом элементарные функции, а любое техническое устройство считается состоящим из определенного (конечного) числа физико-технических эффектов.

В данной работе рассматривается задача улучшения статической характеристики магнитоупругого датчика путём усовершенствования его конструкции.

Решение задач проектирования датчиков энергоинформационным методом основано на использовании автоматизированного банка данных физико-технических эффектов. В его состав входят базы данных физико-технических эффектов, морфологических матриц, обобщенных приемов. Информация, содержащаяся в научно-технической и патентной литературе, а также знания экспертов

преобразуются с помощью энергоинформационной модели к виду, удобному для ввода в соответствующие базы данных.

Сравнительный анализ конструкций магнитоупругих датчиков выполнялся методом выявления обобщенных приемов усовершенствования [6,7]. Применение этого метода позволило выявить физическую сущность усовершенствований, закономерность основных направлений проектирования магнитоупругих датчиков и облегчило разработку новых устройств с требуемыми характеристиками [8]. Если проследить за ходом развития магнитоупругих датчиков, то нетрудно заметить, что каждая новая конструкция будет иметь лучшее значение по улучшаемой характеристике и с ростом количества реализуемых приемов его обобщенная характеристика в целом совершенствуется.

На рис 1. показана конструктивная схема разработанного магнитоупругого датчика: а) – датчик в разрезе А – А; б) – вид датчика сверху. На рис 2. показана электрическая схема секций измерительных обмоток датчика.

Магнитоупругий датчик содержит два идентичных кольцевых магнитопровода 1 и 2 с выполненными по длине окружности сквозными щелями 3 и 4. На наружной и внутренней поверхностях кольцевых магнитопроводов 1 и 2 имеются кольцевые выступы 5-8 из неупругого материала. Кольцевые магнитопровода 1 и 2 через три пары силопередающих элементов в виде концентрически и взаимно-зеркально расположенных упругих конических втулок 9-14, установленных соосно с кольцевыми магнитопроводами, размещены вдоль оси 15 в последовательный ряд. В этом последовательном ряду кольцевой магнитопровод 1 охватывается без зазора торцевыми частями двух пар упругих конических втулок 9-12, а свободные концы кольцевых выступов 7 и 8 охватываются без зазора торцевыми частями двух пар упругих конических втулок 11-14. Любая смежная пара двух конических втулок (9,10 и 11,12 или 11,12 и 13,14) в последовательном ряду расположена симметрично относительно срединной плоскости 16 соответствующего кольцевого магнитопровода. Секции измерительных обмоток 17 и 18 охватывают соответствующие стержни 19 и 20, расположенные между соседними сквозными щелями 3 и 4 кольцевых магнитопроводов 1 и 2. Все секции измерительной обмотки 17 кольцевого магнитопровода соединены между собой последовательно-встречно. Также соединены секции обмотки 18 кольцевого магнитопровода 2. Полученные таким образом две обмотки датчика включены в смежные плечи мостовой измерительной схемы (рис. 2).

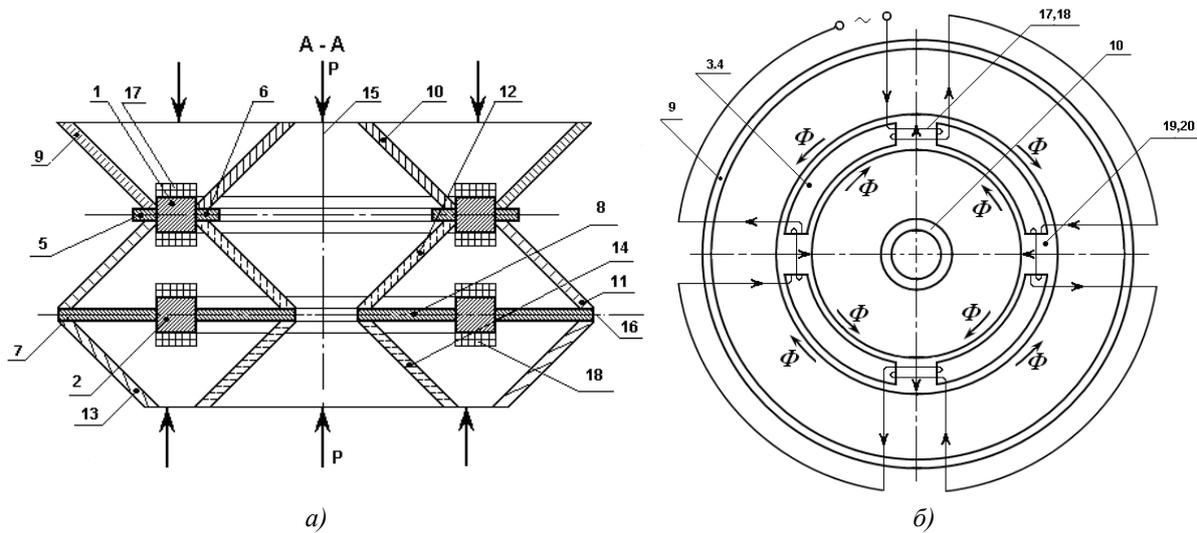


Рис.1. Конструктивная схема нового магнитоупругого датчика усилий.

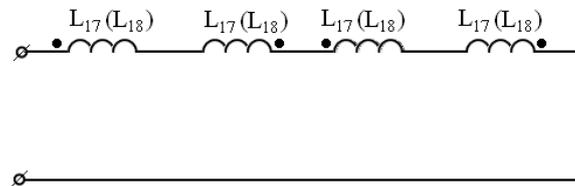


Рис. 2.: L17, L18 – индуктивности секций измерительных обмоток 17 и 18.

Магнитоупругий датчик работает следующим образом.

При отсутствии измеряемого усилия P , воздействующего на крайние в последовательном ряду пары упругих конических втулок 9,10 и 13,14, мостовая измерительная схема уравновешена и сигнал, снимаемый с диагонали моста, равен нулю. При приложении сжимающего усилия вдоль оси 15 конические втулки 9-14 упруго деформируются следующим образом. Диаметр конуса большего размера увеличивается, а диаметр меньшего – уменьшается (т.е. происходит упругая осадка конических втулок 9-14). Такая деформация конических втулок 9-14 вызывает сжимающие напряжения в кольцевом магнитопроводе 1 и растягивающие напряжения в кольцевом магнитопроводе 2. Вследствие этого изменяются индуктивности обмоток 17 и 18 кольцевых магнитопроводов 1 и 2 (за счет изменения магнитной проницаемости материала магнитопровода), причем индуктивность одной из

них увеличивается, а индуктивность другой – уменьшается. Такое изменение индуктивностей обмоток 17 и 18 приводит к разбалансу мостовой измерительной схемы и появлению на выходе сигнала, пропорционального прилагаемому усилию.

Благодаря предлагаемому конструктивному исполнению кольцевых магнитопроводов, введению дополнительных упругих конических втулок и их зеркальное расположение с уже имеющимися упругими втулками обеспечивается одновременное и двухстороннее приложение механических напряжений (к наружным и внутренним поверхностям кольцевых магнитопроводов), в результате чего улучшается, т.е. повышается линейность статической характеристики магнитоупругого датчика.

Следует отметить, что аналитическое выражение статической характеристики магнитоупругого датчика согласно [9, 10] имеет следующий вид:

$$E_{\text{вых}} = j\omega W_{\text{вых}} \dot{F}_v \mu_{\text{б.п.}} \mu_0 \frac{S_\mu}{l_{\text{ср}}} = j\omega W_{\text{вых}} \dot{F}_v \mu_0 \frac{S_\mu}{l_{\text{ср}}} (a_1 \pm a_2 \sigma), \quad (1)$$

где a_1 и a_2 – коэффициенты аппроксимации; $W_{\text{вых.уд.}}$ – абсолютная величина сжимающих механических напряжений; $W_{\text{вых.уд.}}$ – удельное значение количества витков равномерно распределённой измерительной обмотки; S_μ –

площадь поперечного сечения магнитопровода; $l_{\text{ср}}$ – средняя длина силовых линий магнитного потока.

После небольших преобразований выражение статической характеристики (1) с учетом дифференциального соединения их измерительных обмоток перепишем следующим образом [9]:

$$E_{\text{ВЫХ}} = \pm 8j\omega W_{\text{ВЫХ}} \dot{F}_B \mu_0 \frac{S_\mu}{l_{\text{ср}}} a_2 \sigma. \quad (2)$$

Следовательно, введение дополнительных упругих конических втулок и их зеркальному расположению с уже имеющимися упругими втулками, обеспечивается одновременное и двухстороннее приложение усилий, в результате чего повышается линейность статической характеристики магнитоупругого датчика.

Литература

1. Рогова М. В. Датчики электрических систем автоматического управления: Учеб. пособие. – г.Саратов: 2012. 88 с.
2. Михайлов А.А. Системы реального времени. Аппаратно-технический комплекс: Учеб. пособие. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. – 249 с.
3. Шерстобитова А.С. Датчики физических величин. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 57 с.
4. Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод научно-технического творчества. – М.: ВНИИПИ ГКНТ, 1988. – 124 с.
5. Жураева К.К. Об некоторых свойствах магнитоупругого эффекта и особенностях конструктивных исполнений датчиков усилий// Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. 5-6 декабря, 2017г. Ташкент – 2017. С. 168-170
6. Проектирование элементов информационно-измерительных и управляющих систем для интеллектуальных зданий: монография/Д.П. Ануфриев, В.М. Зарипова, Ю.А. Лежнина, И.Ю. Петрова, Т.В. Хоменко, О.М. Шикунская. – Астрахань: ГАОУ АО ВПО «Астраханский инженерно-строительный институт», 2015. – 231 с.
7. Амиров С.Ф., Саттаров Х.А. К вопросу развития энергоинформационного метода поискового конструирования датчиков// «Инновация-2006»: Тез. докл. Междун. науч.–практ. конф. – Ташкент, 2006. – С. 258-259.
8. Амиров С.Ф., Жураева К.К. Аналитическое описание зависимости магнитной проницаемости сердечника магнитоупругих датчиков от механических напряжений//Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2018 – № 3. – С. 45-49.
9. Жураева К.К. Магнитоупругие датчики усилий для систем контроля и управления объектами железнодорожного транспорта: диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам, Ташкент, ТГТУ, 2019. -170с.
10. Патент РУз. №IAP 04866. Магнитоупругий датчик усилий / Амиров С.Ф., Жураева К.К., Назирова З.Г. и др. // Расмий ахборотнома. – 2014. – №4.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МОРФОЛОГИЮ КОНГЛОМЕРАТОВ ИЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

Кликин Евгений Геннадьевич

Инженер

Юго-Западный государственный университет

г. Курск

Кувардин Николай Владимирович

Кандидат химических наук, доцент

Юго-Западный государственный университет

г. Курск

Лавров Роман Владимирович

Кандидат технических наук, доцент

Юго-Западный государственный университет

г. Курск

STUDYING THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE ON MORPHOLOGY OF CONGLOMERATES FROM COPPER NANOPARTICLES OBTAINED BY ELECTROEROSION DISPERSION

Klikin Evgeny Gennadievich

Engineer

South-Western State University,

Kursk

Kuvaradin Nikolay Vladimirovich