

ВИДЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Мухаммадиев Бахтияр Сапарович

Старший преподаватель Джиззакского Политехнического института

Аннотация: в статье представлены разнообразные виды преобразователей механических величин, а также краткий анализ статической характеристики обобщенной конструкции трансформаторного преобразователя механического напряжения.

Ключевые слова: электродвижущая сила (ЭДС), преобразователь, магнитоупругий, статический, трансформаторного преобразователя механических напряжений (ТПМН), датчик. системы автоматического управления (САУ).

TYPES OF CONVERTERS OF MECHANICAL QUANTITIES

Mukhammadiev Bakhtiyar Saparovich

Senior Lecturer at the Jizzakh Polytechnic Institute

Abstract: the article presents various types of converters of mechanical quantities, as well as a brief analysis of the static characteristics of the generalized design of a transformer converter of mechanical voltage.

Keywords: electromotive force (EMF), converter, magnetoelastic, static, transformer converter of mechanical stresses (TPMN), sensor. automatic control systems (ACS).

Преобразователь – устройство, служащее для первичного преобразования измеряемой неэлектрической величины в связанную с ней функциональной зависимостью электрическую величину.

По назначению различают преобразователи механических, тепловых, акустических, световых, химических и других величин при испытаниях автомобилей наибольшее распространение получили преобразователи механических величин — перемещений, скоростей, ускорений, сил, давлений, напряжений.

С термином «преобразователь» используется и термин «датчик». - конструктивно законченный преобразователь, предназначенный для выполнения определенных функций (датчик давления, датчик скорости, датчик ускорения и т. п.) безотносительно к заложенному в нем физическому принципу преобразования величин.

Первичные приборы, датчики или первичные преобразователи предназначены для непосредственного преобразования измеряемой величины в другую величину, удобную для измерения или использования. Выходными сигналами первичных приборов, датчиков являются как правило унифицированные стандартизованные сигналы, в противном случае используются нормирующие преобразователи.

Из анализа различных конструкций трансформаторных преобразователей механических напряжений можно сделать вывод о том, что независимо от конструктивных особенностей преобразователей, в них происходит преобразование информации в трех физических цепях, а именно: механической, магнитной и электрической. Для упрощения анализа, расчета и синтеза цепей различной физической природы удобно использовать единый математический аппарат, использующий принцип прямой аналогии, т.е. в качестве обобщенных величин, характеризующих процессы в цепях любой физической природы трансформаторных преобразователей механических напряжений приняты величина воздействия – обобщенное напряжение U , величина реакции – обобщенный ток I и заряд q [2,3].

Преобразователи должны удовлетворять следующим основным требованиям: иметь необходимую чувствительность и стабильность работы, допускать широкий динамический диапазон изменения входной величины. Установка преобразователя на объекте измерения не должна существенно влиять на измеряемую величину. Как правило, масса датчика должна быть в 10 и более раз меньше массы исследуемого объекта.

К механическим параметрам (величинам) относят:

- линейные и угловые перемещения;
- механические усилия, деформации, напряжения, моменты и т.д.

Реостатные преобразователи предназначены для преобразования линейных и угловых перемещений в омическое сопротивление, где движки реостатов перемещаются при изменении измеряемой неэлектрической величины. Входная величина такого преобразователя — перемещение движка, а выходная — изменение сопротивления.

Достоинства: высокая точность – до 0,05% и высокая мощность.

Реостатный преобразователь – каркас, на который намотана проволока из манганина или константана (из металла с низким температурным коэффициентом сопротивления).

При высоких температурах используется нихром или сплав палладия с вольфрамом [1].

Тензометрические преобразователи предназначены для измерения упругих деформаций и механических напряжений в узлах и деталях машин при статических и динамических нагрузках.

Принцип действия основан на использовании тензоэффекта, т.е. на изменении сопротивления проводника при его деформации.

Материал тензодатчика должен обладать высоким удельным сопротивлением и низким температурным коэффициентом сопротивления.

Для изготовления используется константан (до 300°C), сплавы никеля и молибдена (до 500°C), нихром (до 700°C), сплавы на основе платины (до 1000°C). Тензодатчики бывают двух типов: проволочные и фольговые.

Индуктивные преобразователи предназначены для преобразования линейных и угловых перемещений в индуктивное сопротивление. В простейшем случае индуктивный преобразователь состоит из магнитопровода и подвижного элемента, который связан с перемещаемым узлом. Может работать и в режиме переменной толщины зазора и в режиме переменной площади зазора.

Роторный индуктивный преобразователь (индуктивный круговой дискретный) предназначен для преобразования угловых перемещений в переменный сигнал индуктивности.

Вращающиеся (поворотные) трансформаторы предназначены для преобразования угловых перемещений в напряжение переменного тока. Эти преобразователи имеют электромашинное исполнение, с обмотками на статоре и роторе. Выходной сигнал зависит от взаимного расположения обмоток.

Магнитоупругие датчики (магнитоупругие преобразователи) — это преобразователи механических усилий (изгиба, кручения, сжатия, растяжения), деформаций или давления в электрические величины — напряжение или ток. Принцип действия магнитоупругих датчиков основан на магнитоупругом эффекте.

Ферромагнитные материалы, используемые в магнитоупругих датчиках имеют разную зависимость магнитной проницаемости от механического напряжения σ : так у пермаллоя с увеличением усилия растяжения магнитная проницаемость уменьшается, а у никеля — увеличивается. Это объясняется различной магнитострикцией: пермаллой имеет положительную магнитострикцию (удлиняется под воздействием магнитного поля), а никель — отрицательную магнитострикцию, а некоторые ферромагнетики (например железо) имеют знак магнитострикции в зависимости от направления магнитного потока по отношению к кристаллографическому направлению материала. Количественно чувствительность магнитоупругого датчика выражается коэффициентом чувствительности S_m :

$$S_m = \frac{\pm d_\mu}{\mu \cdot \sigma_k}$$

где d_μ - приращение магнитной проницаемости,
 μ - абсолютная величина магнитной проницаемости,
 σ_k - механическое напряжение растяжения (сжатия).

Магнитоупругие датчики разделяются:

- по принципу действия:
 - реагирующие на механические напряжения изменением магнитной проницаемости в одном направлении (дроссельного и трансформаторного типа)
 - реагирующие на механические напряжения изменением магнитной проницаемости в двух взаимно перпендикулярных направлениях (магнитоанизотропные преобразователи, называемые иначе «прессдукторы»).
- по конструкции:
 - обмоточные
 - безобмоточные (электрического сопротивления)
 - сельсинного типа (с появлением вращающего момента)
- по виду воспринимаемых усилий:
 - линейные
 - линейные в нескольких плоскостях
 - вращательные

Электродно-катушечные магнитоизотропные преобразователи используются для определения скручивающих механических усилий. Для этого к ферромагнитному сердечнику подключаются электроды и при подаче тока к ним от внешней цепи создаются циркулирующие магнитные потоки, которые не пересекают вторичную обмотку, расположенную на сердечнике. При приложении скручивающих усилий во вторичной обмотке наводится ЭДС.

При разработке методики расчета трансформаторного преобразователя механических напряжений (ТПМН) с дискретным выходом исходным уравнением является статистическая характеристика которая необходима, в первую очередь, для определения оптимальных соотношений геометрических параметров магнитопровода, число обмоток и оптимального режима работы преобразователя [4,5].

При анализе статической характеристики преобразователя было установлено, что во время режиме работы при питании квадратично изменяющимся во времени током эффективность короткозамкнутых управляющих обмоток изменяется с течением времени. Уменьшение

экранирующего действия управляющих обмоток вызывает появление магнитного потока, протекающего через стержни полюсов, на которых находятся управляющие обмотки, т.е. магнитная проводимость под стержнем полюса имеет конечное значение $\Delta C_{\mu\delta}$, зависящее от времени, причем $\Delta C_{\mu\delta} \neq 0$, что, и в конечном итоге, приводит к непостоянству коэффициента изменения эффективной площади поперечного сечения полюсов ТПМН коэффициент n_s [6,7].

Анализ статической характеристики трансформаторного преобразователя механических напряжений (ТПМН), питаемого синусоидальном током, показывает, что статическая характеристика нелинейно. Для оценки степени нелинейности используется метод, рассмотренный в работе «Преобразователи с распределенными параметрами для автоматики и информационно-измерительной техники» [8,9].

Степень нелинейности, при использовании в качестве информативной величины амплитуду синусоидального напряжения на вторичной обмотке ТПМН, можно определить по формуле [9].

Анализ зависимости степени нелинейности статической характеристики от параметров ТПМН показывает, что основными факторами определяющему нелинейность статической характеристики являются воздушный зазор, частота питания первичной обмотки ТПМН и потери на вихревые токи в материале исследуемого объекта.

При разработке методики расчета трансформаторного преобразователя механических напряжений (ТПМН) с дискретным выходом исходным уравнением является статистическая характеристика которая необходима, в первую очередь, для определения оптимальных соотношений геометрических параметров магнитопровода, число обмоток и оптимального режима работы преобразователя. В качестве критериев оптимизации параметров преобразователя используется обычно следующие: максимальная чувствительность, минимальная погрешность и максимальное быстроедействие [10].

Эффективные и надежные системы автоматического управления (САУ) различными промышленными установками и технологическими процессами могут быть созданы лишь на базе эффективных и надежных средств автоматизации, в ряду которых первыми стоят преобразователи различных параметров этих процессов. Использование цифровых вычислительных машин в САУ поставило перед разработчиками проблему сопряжения ЭВМ со средствами восприятия информации. В связи с чем возникла большая практическая потребность в разработке первичных преобразователей с кодовым или цифровым выходом [11].

Список литературы:

1. П.С.Сабуров. ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ. (ВлГУ) Каф. “АТБ”, 2014 г. :
2. Мухаммадиев Б. С. МАШИННЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ //E Conference Zone. – 2022. – С. 201-205.
3. Мухаммадиев Б.С. Математический модель накладных трансформаторных преобразователей механических напряжений //Актуальные вопросы современной науки и образования. – 2021. – с. 93-101.
4. Мухаммадиев Б. С. ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАКЛАДНЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ //Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 6. – С. 154-162.
5. Мухаммадиев Б. С. ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ НАКЛАДНЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ //E Conference Zone. – 2022. – С. 198-202.
6. Мухаммадиев Б. С. СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ //SO ‘NGI ILMU TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2023. – Т. 6. – №. 6. – С. 286-293.
7. Мухаммадиев Б. С. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ПОГРЕШНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАГНИТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ //O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMU TADQIQOTLAR JURNALI. – 2022. – Т. 1. – №. 8. – С. 323-331.
8. Мухаммадиев Б. С. НЕЛИНЕЙНОСТЬ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ //Экономика и социум. – 2024. – №. 2-1 (117). – С. 1203-1210.
9. Зарипов М. Ф. Преобразователи с распределенными параметрами для автоматики и информационно-измерительной техники: М. Ф. Зарипов. Москва Энергия 1969.
10. Мухаммадиев Б. С., Эшонкулова М. Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ //Экономика и социум. – 2021. – №. 11-2 (90). – С. 207-211.
11. Saparovich M. B. APPLICATION OF A TRANSFORMER CONVERTER WITH A DISCRETE OUTPUT IN AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM //Academic Research Journal. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 150-155.