

БЕСКОНТАКТНЫЙ ИНДУКТИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

В современном производстве большую роль играют технические измерения. При высоких требованиях к качеству продукции и её надёжности наиболее перспективными оказываются неразрушающие бесконтактные методы контроля, так как они дают возможность контролировать все 100 % выпускаемых изделий или материалов.

Для бесконтактного измерения линейных перемещений плоских металлических поверхностей можно использовать датчик размера, принцип действия которого заключается в преобразовании величины измеряемого размера в полное сопротивление катушки индуктивности. Ферромагнитный сердечник катушки разделен на две части – неподвижную, называемую собственно сердечником, и подвижную, закреплённую на измерительном стержне и называемую якорем. Изменение размера детали или её перемещение приводит к перемещению якоря относительно сердечника и к изменению немагнитного зазора в магнитопроводе катушки.

Основным специфическим отличием индуктивных измерительных преобразователей от магнитных цепей общего назначения является то, что преобразователи работают при переменных параметрах немагнитного зазора, и их назначением является преобразование параметров зазора в пропорциональный выходной сигнал при соблюдении жёстких требований к точности такого преобразования и к виду градуировочной характеристики.

При создании измерительного тракта индуктивного преобразователя приходится принимать следующие решения:

- ограничиться размещением преобразователя непосредственно на объекте, соглашаясь на все вытекающие из этого решения значения метрологических и надёжностных параметров;
- улучшить условия работы преобразователя, изменив амплитуду измеряемого параметра или уменьшив дисперсию воздействующих на него дестабилизирующих факторов;
- улучшить эксплуатационные характеристики преобразователя в целом за счет снижения трудоемкости его установки на объекте, повышения надежности работы преобразователя как элемента объекта.

Разрабатывая бесконтактный индуктивный преобразователь измерения линейных размеров, могут быть применены многие из перечисленных решений. Так, например, герметичным корпусом защитить преобразователь от повышенной температуры и наличия ферромагнитной стружки при обработке плоскостей разъема вкладышей, дестабилизирующего воздействия смазывающе-охлаждающей жидкости, сделать преобразователь технологичным при установке и более надежным для работы в составе объекта (станка) за счет разных вариантов его крепления, предусмотреть герметизацию корпуса в месте вывода электрических проводников для дальнейшего повышения надежности работы преобразователя.

При всех ограничениях и условиях, накладываемых на проектируемый преобразователь, также необходимо учесть, что его массогабаритные параметры не должны измениться при тех же значениях погрешности и чувствительности.

Учитывая рассмотренные требования, разработан бесконтактный индуктивный преобразователь перемещений, представленный на рис. 1, для измерения отклонений размеров вкладышей подшипников скольжения в процессе протягивания плоскостей разъемов на вертикально-протяжных станках. Для увеличения чувствительности преобразователя и верхней границы диапазона измеряемых величин при снижении массогабаритных размеров разработанный преобразователь имеет измерительную и компенсационную части. Сердечник 1 и контролируемый объект 2 образуют магнитную цепь с меняющимся воздушным зазором. Изменение размера объекта приводит к изменению воздушного зазора, который преобразуется в изменение индуктивности катушки 3 преобразователя, намотанной на каркас 4. Магнитопровод преобразователя набран из пластин пермаллоя 79НМ толщиной 0,1 мм, в средней части которого установлены две идентичные катушки 3 и 5, одна из них измерительная 3, а другая – компенсационная 5. Нижняя половина преобразователя с катушкой 3 является рабочей, а верхняя половина преобразователя с катушкой 5 – компенсирующей. Выводы катушек соединены между собой последовательно-встречно и распаяны на контакты 6 платы 7, на эти же контакты распаян и кабель 8. В качестве поверхности, замыкающей магнитный поток компенсирующей половины преобразователя, используется пластина 9, изготовленная из той же стали, что и основа вкладыша. Расстояние ΔH между верхней частью

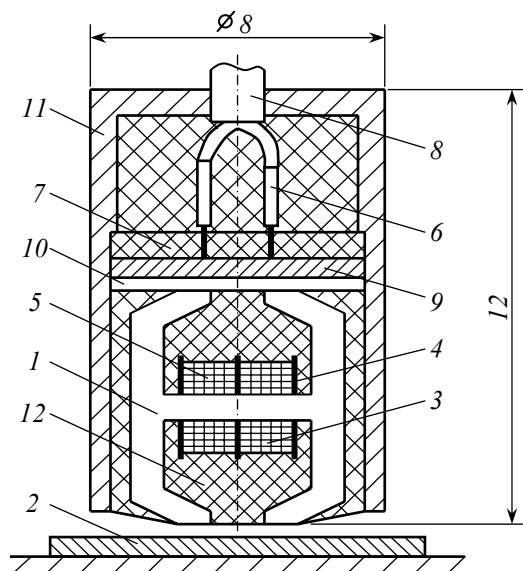


Рис. 1 Бесконтактный индуктивный преобразователь перемещений

магнитопровода и пластиной 9 устанавливаются равной 0,1 мм, соответствующее нижнему значению диапазона измеряемых отклонений размеров вкладышей и в зазор помещают латунную пластину 10. Полость внутри корпуса 11 преобразователя залита компаундом 12. Преобразователь преобразует отклонения размеров вкладышей до 0,5 мм.

Разработанный преобразователь может быть использован как для измерения геометрических параметров вкладышей подшипников скольжения в процессе обработки плоскостей разреза на вертикально-протяжном станке, так и для контроля толщины вкладыша при расточке на алмазно-расточном станке.

В работе проведены экспериментальные исследования преобразователей по определению величины зазора в магнитопроводе преобразователя и расстояния от преобразователя до контролируемого изделия, определяющие максимальную чувствительность и минимальную нелинейность статической характеристики преобразователя. Исследовались четыре бесконтактных индуктивных преобразователя, характеристики которых приведены в табл. 1.

Экспериментальные исследования были проведены на измерителе индуктивности и емкости «E12 – IA», расстояние между преобразователем и исследуемым объектом контролировалось с помощью микрометра типа МК. Изменение расстояния между преобразователем и исследуемым объектом производилось в диапазоне от 0 до 600 мкм с шагом 10 мкм. Чувствительность преобразователей определялась по следующей формуле:

$$\gamma = \frac{L_i - L_{i-1}}{s_i - s_{i-1}},$$

где L_i и L_{i-1} – индуктивность при i -ом и $i-1$ -ом измерении, мкГн; s_i и s_{i-1} – величина воздушного зазора при i -ом и $i-1$ -ом измерении, мкм.

1 Характеристики индуктивных преобразователей

Характеристики	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Высота, мм	12	12	12	12
Диаметр, мм	8	8	8	8
Ширина зазора, мм	1	1,8	2	2,7
Диаметр проволоки, d , мм	0,03	0,03	0,03	0,03
Сопротивление катушки, R , Ом	104	105	105	105
Индуктивность катушки (без образца), L , мкГн	10 400	11 800	12 700	11 000
Диапазон измерения, мкм	100...200	100...200	100...200	100...200
Максимальная относительная погрешность, %	0,24	0,28	0,46	0,29
Чувствительность, γ , мкГн/мкм	6,89	8,65	9,23	7,07

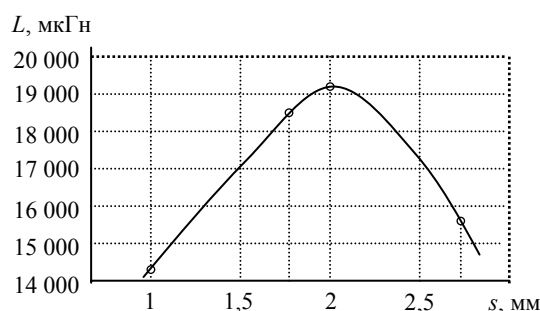


Рис. 2 Зависимость максимальной индуктивности преобразователей от величины зазора в магнитопроводе

На рис. 2 показана зависимость максимальной индуктивности преобразователей от величины зазора в магнитопроводе.

Анализируя полученные результаты исследований, можно сделать следующий вывод: все преобразователи имеют погрешность, не превышающую 0,5 %, поэтому оптимальным будет тот преобразователь, у которого выше чувствительность, т.е. преобразователь № 3.

Проведенные экспериментальные исследования датчиков подтвердили корректность и работоспособность предложенного варианта датчика и перспективность его практического использования.

Кафедра «Криминалистика и информатизация правовой деятельности»