

КОМПЕНСАЦИЯ И ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА КРУТИЗНУ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДАТЧИКА УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Селиванов Н.А.

Научный руководитель: Муравлев О.П., д.т.н., профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.Томск,
пр. Ленина, 30

E-mail: nickita@sibmail.com

Датчики угловых перемещений – относятся к индукционным элементам в автоматических устройствах и, в частности в авиационных. Широкое применение индукционных элементов обусловлено разнообразием функциональных свойств, а также высокой надежностью и точностью при малогабаритных конструкциях.

Цель работы: экспериментальным методом оценить влияние шунтов и экранов в конструкции ротора датчика на крутизну характеристики выходного напряжения.

Задачи:

- экспериментальным методом получить характеристики выходного напряжения датчика;
- экспериментальным методом получить характеристики выходного напряжения датчика с установленными в конструкции ротора шунтами;
- экспериментальным методом получить характеристики выходного напряжения датчика с установленными в конструкции ротора экранами (короткозамкнутыми витками);
- оценить влияние шунтов и экранов в конструкции ротора датчика на крутизну характеристики выходного напряжения.

Жесткость требований обусловлена необходимостью повышения точности датчика и одновременно уменьшение габаритных размеров. Это связано, в первую очередь, с широким использованием датчиков на подвижных объектах, где уменьшение габаритов и массы оборудования позволяет увеличить общий коэффициент полезного действия объекта и объем формируемой информации [1].

Одним из основных требований, предъявляемых к датчикам, является минимальная погрешность характеристики выходного напряжения, определяемая разбросом характеристик используемых материалов и технологическими погрешностями при изготовлении [2].

Принцип действия индукционного датчика заключается в изменении потокоцепления между

спаренными обмотками возбуждения и рабочими обмотками. Индукционная связь между этими обмотками, а следовательно, и выходное напряжение, зависит от положения ротора, оно достигает максимума, когда ось пакета ротора повернута на 45° , и минимально, когда ось пакета ротора совпадает с осью одной из обмоток [3].

К оцениваемым показателям относятся следующие параметры датчика:

- средняя крутизна выходной характеристики датчика, 1/град, определяется по выражению:

$$K = \frac{\sum Y_i}{\sum \alpha_i},$$

где Y_i – текущее значение выходной характеристики канала; α_i – текущее значение перемещения вала, град;

- нелинейность выходной характеристики датчика, %, определяется по выражению

$$n = \frac{\left(\frac{Y_i}{K} \right) - \alpha_i}{\alpha_{\max}} 100,$$

где Y_i – текущее значение выходной характеристики;

K – крутизна выходной характеристики, 1/град;

α_i – угол поворота вала в точке измерения, град;

$\alpha_{\max}$ – максимальное измеряемое угловое перемещение вала (80°) [3].

Параметры и расчеты, полученные в ходе эксперимента, без использования шунтов и экранов в роторе датчика приведены в табл. 1. Параметры и расчеты с использованием экранов в роторе датчика приведены в табл. 2., а с использованием шунтов приведены в табл. 3.

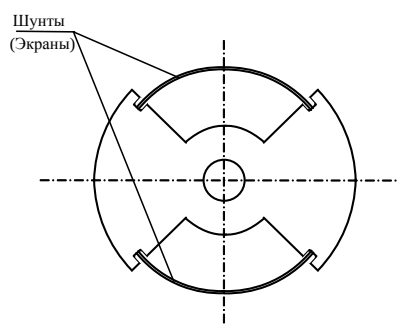


Рис. 1. Схема расположения шунтов и экранов в роторе.

Для компенсации технологических погрешностей на крутизну характеристики выходного напряжения между полюсами ротора на всю ширину пазов через изолирующие прокладки размещены ферромагнитные шунты и экраны (рис. 1). Шунт изготавливается в виде сплошной пластинки из магнитомягкого материала, а экран изготавливается в виде короткозамкнутого витка из немагнитного материала. Глубина подстроечки

определяется величиной воздушного зазора над шунтами и суммарным сечением шунтов.

Рабочие характеристики датчика, полученные в ходе эксперимента, представлены на рис. 2.

Таблица 1. Параметры датчика.

α град	Y о.е.	K 1/град	n %	$U_{1,1}$ В	$U_{2,1}$ В
-40	0,566504	0,01414	-0,181	1,0602	3,8312
-35	0,496601		-0,131	1,2331	3,6660
-30	0,425203		-0,089	1,4092	3,4941
-25	0,353861		-0,072	1,5854	3,3219
-20	0,282590		-0,068	1,7616	3,1494
-15	0,211518		-0,051	1,9373	2,9767
-10	0,140805		-0,049	2,1116	2,8037
-5	0,070215		-0,023	2,2849	2,6300
5	0,070381		0,028	2,6303	2,2844
10	0,140945		0,04	2,8037	2,1110
15	0,211602		0,044	2,9763	1,9367
20	0,282615		0,056	3,1485	1,7610
25	0,353733		0,061	3,3203	1,5851
30	0,424689		0,062	3,4912	1,4098
35	0,495384		0,075	3,6610	1,2354
40	0,563665		0,17	3,8223	1,0666

Таблица 2. Параметры при установке экранов.

α град	Y о.е.	K 1/град	n %	$U_{1,1}$ В	$U_{2,1}$ В
-40	0,569984	0,01421	-0,119	1,0501	3,8339
-35	0,499693		-0,109	1,2239	3,6687
-30	0,427696		-0,108	1,4016	3,4965
-25	0,355795		-0,075	1,5793	3,3238
-20	0,284119		-0,067	1,7567	3,1511
-15	0,212631		-0,053	1,9337	2,9781
-10	0,141561		-0,052	2,1091	2,8047
-5	0,070596		-0,042	2,2835	2,6304
5	0,070582		0,044	2,6301	2,2833
10	0,141479		0,06	2,8041	2,1090
15	0,212511		0,064	2,9772	1,9336
20	0,283915		0,075	3,1497	1,7567
25	0,355409		0,081	3,3217	1,5797
30	0,426885		0,096	3,4928	1,4029
35	0,498037		0,123	3,6627	1,2273
40	0,566755		0,165	3,8239	1,0574

Таблица 3. Параметры при установке шунтов.

α град	Y о.е.	K 1/град	n %	$U_{1,1}$ В	$U_{2,1}$ В
-40	0,564151	0,01408	-0,157	1,0660	3,8256
-35	0,494693		-0,126	1,2378	3,6614
-30	0,423514		-0,102	1,4134	3,4901
-25	0,352420		-0,073	1,5890	3,3185
-20	0,281453		-0,062	1,7645	3,1468
-15	0,210622		-0,05	1,9397	2,9748
-10	0,140201		-0,052	2,1133	2,8025
-5	0,069943		-0,04	2,2858	2,6296
5	0,069949		0,04	2,6294	2,2856
10	0,140201		0,052	2,8021	2,1130
15	0,210551		0,056	2,9739	1,9394
20	0,281274		0,062	3,1454	1,7644
25	0,352087		0,074	3,3164	1,5892
30	0,422847		0,083	3,4869	1,4144
35	0,493271		0,095	3,6559	1,2406
40	0,561260		0,169	3,8165	1,0725

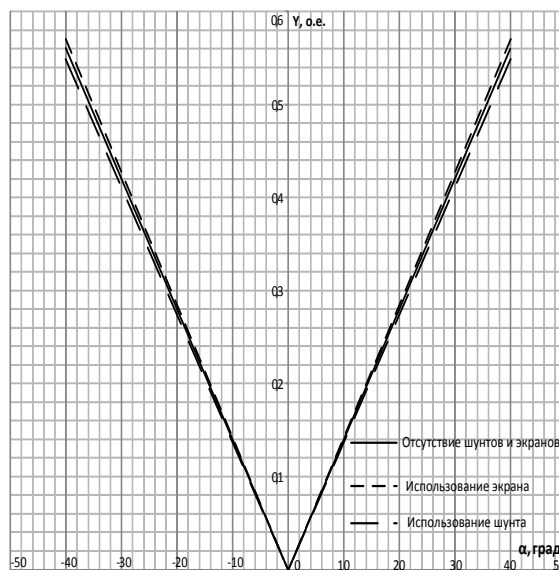


Рис. 2. Влияние шунтов и экранов на рабочую характеристику датчика.

Выводы:

- при использовании экрана в конструкции ротора датчика крутизна и характеристика выходного напряжения увеличивается, а при использовании шунта, крутизна характеристики выходного напряжения уменьшается;
- использование шунтов и экранов практически не влияет на нелинейность датчика
- величина изменения крутизны определяется соотношением экранов и площадью шунтов;
- использование шунтов дает возможность регулировать выходные характеристики датчика в пределах 0,5%, а использование экранов 0,4%, что немало важно для датчика, используемого в составе летательного аппарата;
- данные полученные в ходе эксперимента будут учтены в дальнейшем построении математической модели датчика.

Список литературы

- 1) Пульер Ю.В. Индукционные электромеханические элементы вычислительных и дистанционно-следающих систем. – М.: Машиностроение, 1964. – 156 с.
- 2) Савченко М.Г., Марьянов Г.М., Филиппов В.И. Снижение эксплуатационных погрешностей индукционных бесконтактных датчиков положения // Электронные и электромеханические системы и устройства: Сб. науч. трудов НПП "Полус". – Томск, 1997 – С. 250-211.
- 3) Селиванов Н.А. Исследование выходных характеристик двухканального индукционного датчика угловых перемещений // Современная техника и технологии: Сб. трудов XIX Международной научно-практической конференции ТПУ. – Томск, 2013. Т1, – С. 345-346.