

Т.І.Завгородня

РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ ВУГЛЕГРАФІТОВИХ КОЛЕКТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Застосування вуглеграфітових колекторів у моментних двигунах і тахогенераторах постійного струму дає можливість уникнути появи окисної плівки на контактних поверхнях, підвищує зносостійкість, знижує імпульсні перешкоди, загалом підвищує комутаційну надійність контактної пари щітка — колектор.

Дослідження властивостей контактних пар на основі конструкційних вуглеграфітів МПГ-6, АГ-1500, АТГ у поєднанні зі щіткою ЕГ-2А [2] показали, що електричні властивості їх значно кращі у порівнянні з парами мідь — графіт як за вольт-амперними характеристиками, так і за значенням і стабільністю опору ковзного контакту. Про це свідчать результати кліматичних випробувань: після дії вологості 95% протягом десяти діб опори цих пар відрізнялися на

порядок. Контактні пари графіт — графіт після кліматичних випробувань зберігають мінімальні значення контактного опору і стабільність його по доріжці ковзання. Для пари мідь — графіт (М-1 — ЕГ-2А) характерна наявність точок з високим контактним опором (92,45 Ом), що призводить до відказу ковзного контакту.

Для моментних двигунів і тахогенераторів постійного струму в співдружності з державним університетом «Львівська політехніка» розроблені конструкція колектора і технологія виготовлення його разом з обмоткою якоря при безпазовій конструкції ротора, захищені авторським свідоцтвом [1]. Досліджені властивості контактних пар на основі вуглеграфітового матеріалу ВАР-29/6, виготовленого в НДІЕВ (м.Електровуглі).

Технічна характеристика ВАР-29/6

Питомий опір, Ом · мм ² /м	15,6 — 19,0
Твердість, кПа · 10 ⁴	53,0 — 60,5
Міцність на згинання, МПа	44,0 — 55,0
Коефіцієнт тертя	0,13
Спад напруги на пару щіток, В	0,95 — 1,1
Зношування за 20 годин, мм	0,11 — 0,15

Дослідження проводили в діапазоні струмів $I = 1-10$ мА та $I = 1-5$ А, частота обертання змінювалась від 0,2 до 0,4 рад/с; сила натиску на щітку $P = 1,575$ Н; перетин щітки $S_{щ} = 31,5 \cdot 10^{-4}$ м²; діаметр короткозамкненого колектора — 0,760 м.

Вимірювання опору R ковзного контакту на пару щіток здійснювали методом амперметра — вольтметра у фіксованому положенні щіток на колекторі. Кількість вимірювань за один оберт колектора коливалась від 32 до 188. Для вимірювання струму і напруги використовували цифрові прилади: вольтметр універсальний цифровий В7-23, прилад комбінований цифровий ЦЦ-4311.

Значення опору R ковзного контакту визначали за схемою (табл.1) для струму $I = 10$ мА.

Таблиця 1

Визначення опору ковзного контакту при $I = 10$ мА

Межі інтервалів значень,	Середина інтервалу груп,	Кількість значень, які попали в інтервал, n_i	Схема обчислень		
			R_{pi} Ом	Ri^2 Ом ²	$Ri^2 \cdot n_i$ Ом ²
0,608—0,663	0,6355	7	4,4185	0,30386	2,82702
0,663—0,718	0,6905	10	6,9950	0,47679	4,76790

Межі інтервалів значень, R	Середина інтервалу груп, R _i	Кількість значень, які попали в інтервал, n _i	Схема обчислень		
			R _i n _i	R _i ²	R _i ² n _i
Ом	Ом		Ом	Ом ²	Ом ²
0,718—0,773	0,7455	8	5,9640	0,55577	4,44616
0,773—0,823	0,7980	5	3,9900	0,63680	3,18402
0,823—0,878	0,8505	3	2,5515	0,72335	2,17000
0,878—0,933	0,9075	0	0	0,82355	0
0,933—0,987	0,9600	1	0,9600	0,92160	0,92160

Середнє значення опору R ковзного контакту і середнє квадратичне значення σ_R визначали як

$$R = \frac{1}{n} \sum R_i n_i; \quad (1)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left(\sum R_i^2 n_i - R^2 N \right)} \quad (2)$$

де N — кількість вимірів за один оберт колектора; R_i — опір середини інтервалу i -ої групи вимірів, Ом; n_i — кількість значень R_i , які попали в інтервал. Так, для струму 10 мА, за даними табл.1, середнє значення $R = 0,7299$ Ом, середнє квадратичне відхилення $\sigma_R = 0,078$. Для струмів у діапазоні 1—10 мА та 1—5А значення середнього опору і середнього квадратичного відхилення наведені в табл.2.

Таблиця 2

Опір ковзного контакту ВАР-29/6 — ЕГ-2А

Струм, мА	1	2	3	3,75	4	5	7
Опір, Ом	0,525	0,642	0,646	0,758	0,735	0,735	0,701
Струм, мА	8	9	10	Середнє значення опору R = 0,689 Ом			
Опір, Ом	0,707	0,712	0,729	Середнє квадратичне відхилення $\sigma_R = 0,067$ Ом			
Струм, А	1	2	3	4	5	Середнє значення опору R = 0,620 Ом	
Опір, Ом	0,637	0,627	0,619	0,610	0,608	Середнє квадратичне відхилення $\sigma_R = 0,011$ Ом	

Прийmemo за відказне максимальне значення R_{\max} опір ковзного контакту рівним

$$R_{\max} = R + 3\sigma_R = 0,689 + 3 \cdot 0,067 = 0,890 \text{ Ом.}$$

Вважаючи, що розподіл значень R підлягає нормальному закону, визначаємо імовірність $P(0,689)$ безвідказної роботи ковзного контакту за стабільністю його опору [3]:

$$P(0,689) = 0,5 - \Phi \frac{0,689 - m_x}{\sigma} = \Phi \frac{0,689 - 0,890}{0,067} = 0,995,$$

де $\Phi(x)$ — функція Лапласа (табл. II VI.1 [3], с.222).

Як показали дослідження, вуглеграфітовий ковзний контакт на основі матеріалу ВАР-29/6 має стабільний опір у діапазоні струмових навантажень $I = (1-10)$ мА тахогенератора і в діапазоні струмових навантажень $I = (1-5)$ А моментних двигунів.

Для зменшення опору ковзного контакту щітково-колекторних вузлів з вуглеграфітовими щітками та колектором у тихохідних двигунах і тахогенераторах рекомендується встановлювати паралельно з'єднані щітки резервування. Це підвищує надійність щітково-колекторного вузла.

Результати наведених досліджень знайшли впровадження в серії тихохідних моментних двигунів і тахогенераторів постійного струму, які можуть використовуватись в електрообладнанні поліграфічних машин.

1. А.с.1328868, кл.Н 01 R 43/06. Способ изготовления углеграфитового коллектора электрической машины. (Ю.И.Чучман, М.Ф.Ненка, Т.И.Загородняя, С.В.Захаров (СССР)). Опубл. 07.08.87. Бюл. №29. 2. Исследование возможности применения углеродных материалов для контактных колец и коллекторов: Отчет по НИР (заключительный) ВНИИЭИ, регистрац. № 81021826, инв. № 02840023721. Электроугли. 1983.
3. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Д. Испытания и надежность электрических машин: Учебное пособие для студентов спец. «Электромеханика». М., 1988.

Стаття надійшла до редакції 20.01.95.