

УДК 621.313

М.І. Калитка, Т.І.Завгородня

**МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРУКОВАНОГО
ВУГЛЕГРАФІТОВОГО КОЛЕКТОРА**

Експериментальні дослідження електричного ковзного контакту з вуглеграфітовим колектором, проведені за допомогою вимірювально-обчислювального комплексу [2], забезпечили масив даних, які необхідні для побудови моделі електромеханічних процесів.

Комплекс розроблених програм для ЕОМ дозволив під час експерименту набрати масиви значень опору ковзного контакту при різних значеннях струму I в контактї, натиску пружини P на щїтку, частоти обертання n колектора, частина яких наведена в таблицї.

Масив експериментальних значень опору
ковзного контакту

№ дос.	$I(A)$	$P(H)$	n (об/хв)	R_k
1	0,01	0,75	0	4,364
2	0,01	1,0	2,0	4,037
3	0,01	1,25	2,0	4,098
4	0,01	1,5	2,0	3,955
5	0,1	0,75	4,0	4,759
6	0,1	1,0	4,0	3,990
7	0,1	1,25	4,0	3,247
8	0,5	0,75	2,0	4,131
9	0,5	1,0	4,0	3,631
10	0,5	1,25	6,0	3,041
11	1,0	1,0	0	2,397
12	1,0	0,75	2,0	3,733
13	1,0	1,5	4,0	2,619
14	1,5	0,75	0	2,520
.
.
.
140	1,6	0,75	6,0	3,110
141	1,6	1,0	6,0	2,790
142	1,6	1,5	6,0	2,311

Масиви значень опору ковзного контакту порівнювались за допомогою коефіцієнта кореляції. За найнижчим значенням коефіцієнта кореляції було виділено окремі режими роботи контакту. В межах кожного режиму для подальшого аналізу та прогнозування електромеханїчних властивостей ковзного контакту з друкованим вуглеграфїтовим колектором побудовано регресїйну модель залежності $R = f(I, P, n)$.

Внаслідок невеликих діапазонів зміни незалежних змінних для кожного масиву вибрано модель у виглядї апроксимуючого поліному

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + d,$$

де x_1, x_2, x_3 — вхідні незалежні змінні; a, b, c — коефіцієнти при незалежних змінних; y — вихідна залежна змінна; x_1 — параметри зміни струму I, А; x_2 — параметри зміни натиску на щітки Р, Н; x_3 — параметри зміни частоти обертання n , об/хв; d — постійна складова.

Рівняння регресії, одержане на ЕОМ за відомими паке-
тами комп'ютерних програм для проведення регресійного
аналізу [1], підлягало статистичному аналізу на основі оцінок
дисперсій: перевірялись однорідність дисперсій за методом
Кохрена, значимість коефіцієнтів за критерієм Стьюдента та
адекватність рівняння регресії за критерієм Фішера.

Наприклад, у діапазоні значень струму I(0,01—1,6)А, на-
тиску пружини на щітки Р(0,75—1,5)Н, частоти обертання ко-
лектора n (0—6) об/хв отримано адекватну модель об'єкта, на
основі якої побудовано залежності R(I,P,n) (рис.1,2,3) і табли-
цю регресії:

Постійна складова d	5,646316
Стандартне відхилення Y	0,586
R - квадрат	0,716952
Розмір вибірки N	142
Число степенів свободи	138
Коефіцієнти a,b,c	-1,02179; -1,87587; 0,147688
Стандартне відхилення коефіцієнтів	0,07636; 0,16811; 0,020771

$$y(x) = -1,02279X_1 - 1,87587X_2 + 0,147688X_3 + 5,646316.$$

Адекватність моделі для вибраного масиву значень опо-
ру ковзного контакту підтвердилась порівняно невеликим (не
більше 6%) розходженням з експериментальними значеннями.
Знак коефіцієнта (-1,022) при x_1 відповідає зменшенню опору
ковзного контакту за рахунок збільшення на контакті вугле-
графітових частинок від електричного зношування контактної
пари при зростанні струму в контакт. Знак коефіцієнта
(-1,87587) при x_2 відповідає зменшенню опору від збільшення
фактичної площі контакту при зростанні натиску на щітку.
Знак коефіцієнта (+0,147688) при x_3 відповідає збільшенню

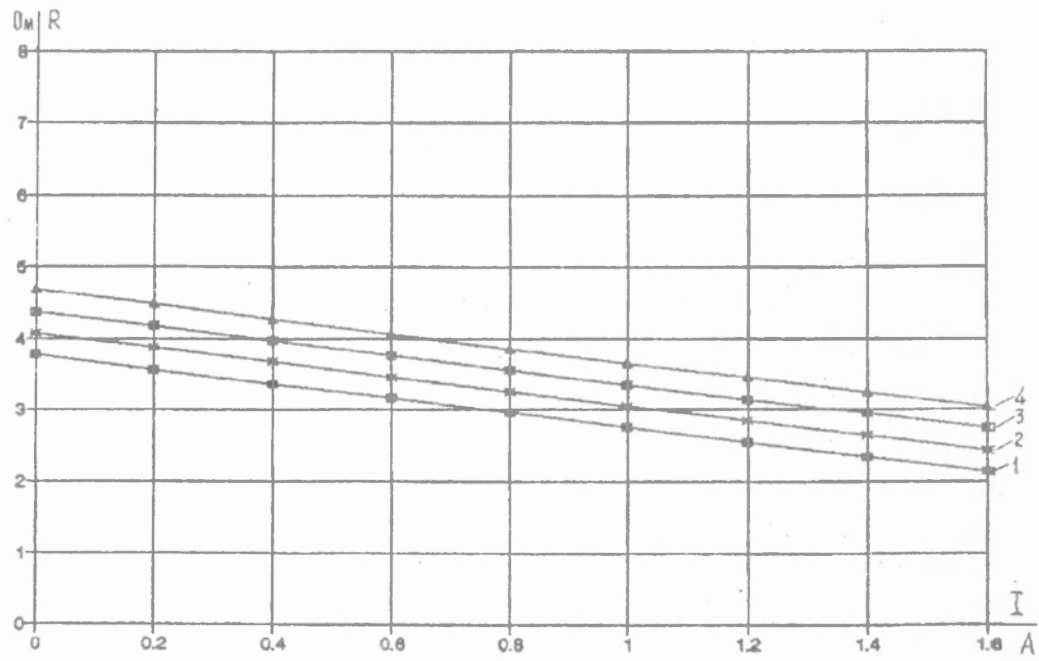


Рис. 1. Залежність опору контакту від струму при натиску $P=1Н$:
1 – $n=0$ об/хв; 2 – $n=2$ об/хв; 3 – $n=4$ об/хв; 4 – $n=6$ об/хв.

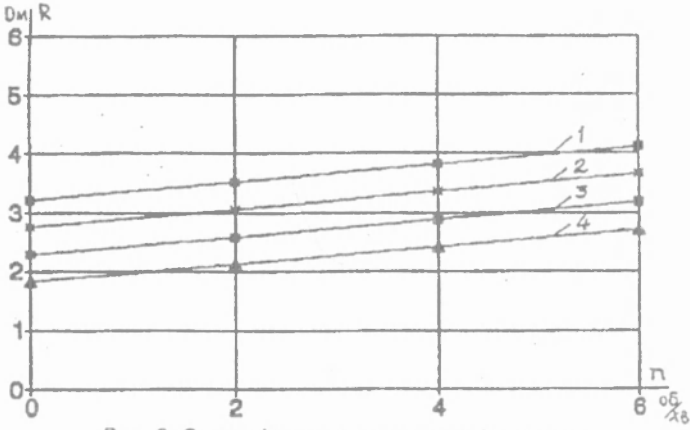


Рис. 2. Залежність опору контакту від частоти обертання при струмові $I=1,0$ А:

1 – $P=0,75$ Н; 2 – $P=1,0$ Н; 3 – $P=1,25$ Н; 4 – $P=1,5$ Н.

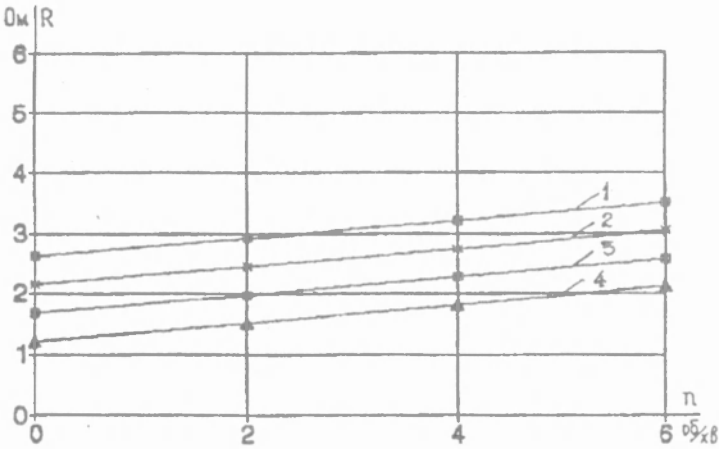


Рис. 3. Залежність опору контакту від частоти обертання при струмові $I=1,6$ А:

1 – $P=0,75$ Н; 2 – $P=1,0$ Н; 3 – $P=1,25$ Н; 4 – $P=1,5$ Н.

опору через видалення частинок електричного та механічного зношування із зони контакту при зростанні частоти обертання.

Набір регресійних моделей для різних режимів роботи ковзного контакту можна використати при проектуванні і налагоджуванні електричних машин з друкованим вуглеграфітовим колектором.

1. Карпенко В.С., Сисюк В.Г., Огірко І.В., Комп'ютерна обробка даних засобами макропрограмування та математичного апарату електричних таблиць. Львів, 1996. 2. Сокут Л.Д., Фирер В.И. Повышение надежности элементов систем автоматики с помощью диагностирования параметров. К., 1988.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97