

## СОПРОТИВЛЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЦЕПИ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РЕЛЕ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

Э.А.Лигеева, А.М.Нудельман, А.М.Роголев

Рассматриваемые пленочные реле имеют герметичную оболочку, наполненную воздухом или откаченную до давлений  $10^{-1} + 10^{-2}$  мм.рт.ст. Сопротивление контактной цепи реле определяется переходным сопротивлением контактов и сопротивлением подводящих пленок (рис.1, электроды 1,2,5). В качестве исходного материала подвижного электрода 1 используется бронза БрОФ. Удельное сопротивление -  $0,128 \text{ ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ . Ширина подвижного электрода выбрана 100 мкм, толщина  $1 + 2$  мкм, рабочая длина 1,8 мм. В качестве неподвижного материала неподвижного контакта 2 и опорных столбиков 5 используется бронза БрВ2. Удельное сопротивление -  $0,068 + 0,1 \text{ ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ . Ширина рабочей части неподвижного контакта "bc" (рис.1) составляет 70 мкм, подводящей дорожки "ab" - 0,6 мм, высота контакта 0,7 мкм. Ширина опорного столбика "mk" 0,6 мм, высота 1,24 мкм.

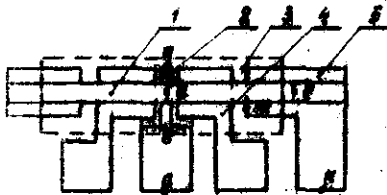


Рис.1. Схема ЦЭР.

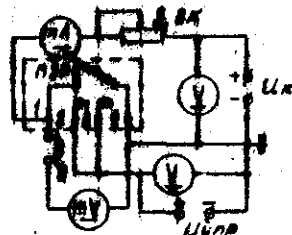


Рис.2. Схема для измерения сопротивления цепи контактов на постоянном токе.

Измерение сопротивления цепи контактов реле проводилось на постоянном токе при коммутируемом напряжении 6 в и токе 1 ма.

Схема измерения представлена на рис.2. Измерение сопротивления в режиме микротоков проводилось аналогично. Схема измерения представлена на рис.3. Для измерения падения напряжения на контактной цепи использовался микровольт-микроамперметр типа Ф-116/1, для измерения тока через контакт-микроамперметр типа М-95. Погрешность при измерении не превышала 5%.

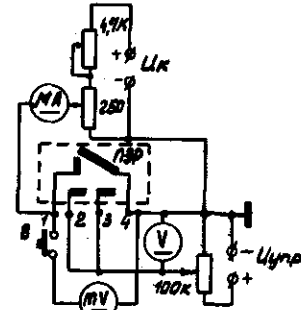


Рис.3. Схема измерения сопротивления цепи контактов в режиме микротоков.

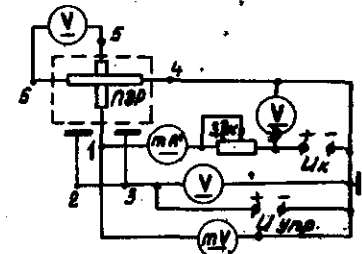


Рис.4. 4-х зондовая схема для измерения переходного сопротивления.

Измерение переходного сопротивления контактов и сопротивления подводящих пленок проводилось по четырехзондовой схеме (рис.4).

В таблице I представлены расчетные и экспериментальные данные по сопротивлению подводящих пленок контактной цепи. Получено достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных результатов. Из таблицы видно, что суммарное сопротивление

Таблица I

Участок	R расчет., ом	Экспериментальные данные			
		Кол-во реле, шт.	R мин., ом	R ср., ом	R макс., ом
Rab	0,35	10	0,3	0,332	0,38
Rbc	1,45	10	1,28	1,36	1,63
Rde	0,66	10	0,48	0,65	0,94
Rmk	0,568	10	0,51	0,672	0,84
Rak	3,028		2,81	3,014	3,36

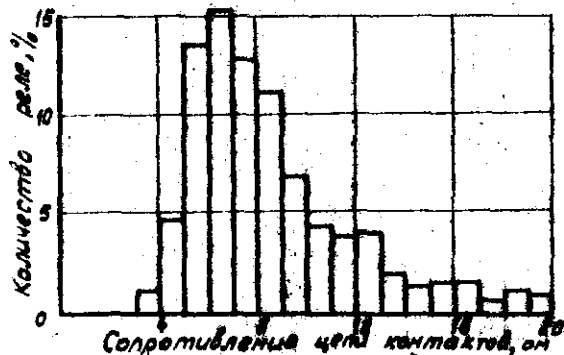


Рис.5. Распределение значений сопротивления цепи контактов реле.

подводящих пленок  $R_{ак}$  составляет в среднем 3 ома.

На рис.5 представлена гистограмма распределения полного сопротивления контактной цепи по 1000 образцов. Значения сопротивления лежат в пределах  $3 \pm 20$  ом при среднем значении 8 ом.

Таблица 2

Сопротивление	Мин., ом	Сред., ом	Макс., ом
$R_1$	6,73	17,6	35,2
$R_2$	3,75	14,3	31,0
$R_{ак}$	2,2	3,29	4,2

Переходное сопротивление контактов замерялось на открытых структурах реле. Из таблицы 2 видно, что сопротивление контактной цепи  $R_1$  определяется в основном переходным сопротивлением  $R_2$ , которое составляет 80% от полного.

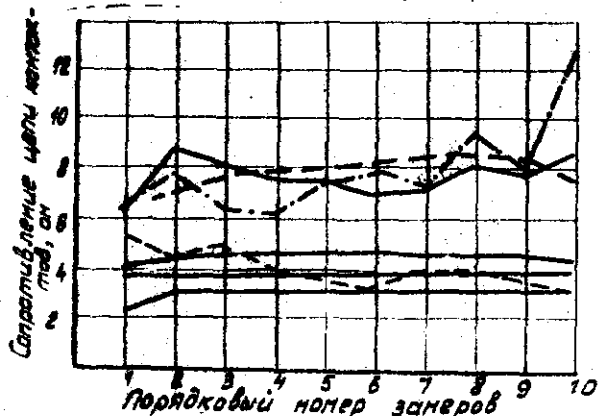


Рис.6. Повторяемость значений сопротивления цепи контактов.

Высокое значение переходного сопротивления у отдельных экземпляров реле можно объяснить в основном недостаточным усилением прижатия контактов в момент контактирования, образованием окисных пленок на рабочей поверхности контактов негерметизированных структур.

Проведено обследование на повторяемость значений сопротивления контактной цепи для одних и тех же экземпляров реле (рис.6). Из рисунка видно, что сопротивление одного и того же реле при десятикратном замере меняется у отдельных экземпляров в 2 раза.

При выяснении зависимости сопротивления контактной цепи от тока установлено, что увеличение тока с 10 ма до 100 ма приводит к падению сопротивления в 5 раз. Сняты зависимости сопротивления контактной цепи от напряжения на управляющих электродах. Типичная зависимость приведена на рис.7.



Рис.7. Зависимость сопротивления контактной цепи реле ( $R_1$ ) и переходного сопротивления контактов ( $R_2$ ) от напряжения управляющих электродов.

Основные направления работ по снижению сопротивления контактной цепи ЦР и уменьшению его разброса можно сформулировать следующим образом:

1. Стабилизация технологии напыления пленок (снижение разброса по толщине), стабилизация натяга и технологии прикрепления мембраны.

2. Ужесточение рабочей части мембраны с целью увеличения усилия прижатия контактов.

3. Использование в качестве материалов контактов благородных металлов.

4. Увеличение площади поперечного сечения подводящих пленок для снижения их сопротивления.

#### Л и т е р а т у р а

1. ДЯТЛОВ В.Л., СОЛДАТЕНКОВ И.С. Некоторые результаты исследований статических характеристик пленочных электростатических реле. Труды I Всесоюзной конференции по Вычислительным системам. Вып. 5. Физико-технологические исследования. Новосибирск. "Наука", СО, 1968.

2. ДЯТЛОВ В.Л., СОЛДАТЕНКОВ И.С., ЧЕРЕПОВ Е.И. Электростатическое реле. Авт. свид. СССР, № 204440.