

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПОРОГА СРАБАТЫВАНИЯ ГЕРКОТРОНОВ

В. И. ГУРЬВИЧ, П. И. САВЧЕНКО

Геркотроны — новые аппараты для дистанционного управления высоковольтными цепями, впервые разработаны в ХИМЭСХ и не имеют отечественных и зарубежных аналогов [1, 2]. По принципу действия геркотроны представляют собой быстродействующие герконовые реле с высоковольтной (10... 100 кВ) изоляцией входа от выхода. Благодаря высокой чувствительности (минимальный ток срабатывания 5 мА), сочетающейся с надежностью [3] и механической прочностью геркотроны нашли применение в качестве устройств токовой защиты мощных высоковольтных электровакуумных приборов и других ответственных потребителей.

В связи с выполняемой геркотронами ролью измерительных органов тока возник вопрос о допустимости такого применения геркотронов. Для выяснения степени стабильности уровней срабатывания геркотронов была запланирована следующая программа исследования:

1. Проведение ограниченного числа (например, 10) предварительных измерений токов срабатывания геркотронов трех различных типоразмеров на различные рабочие напряжения и с герконами различных типов.
2. Определение необходимого числа повторностей опыта (минимального объема выборки) для обеспечения относительной ошибки не более 0,5 % при доверительной вероятности $\alpha=0,99$.
3. Проведение необходимого числа повторностей опыта.
4. Выявление грубой ошибки измерения (например, по критерию В. И. Романовского).
5. После исключения возможной ошибки проверка опытных данных (по всем исследованным типам геркотронов) на однородность дисперсии по критерию Кохрена.
6. Расчет усредненной дисперсии воспроизводимости.
7. Определение границ доверительного интервала.
8. Определение относительной погрешности (нестабильности) уровня срабатывания относительно зафиксированного порога).

Однако, уже в самом начале исследования выяснилось, табл. 1, что даже при $n=10$ и уровне значимости $\alpha=0,99$ предельное отклонение не превышает 0,3 %. Но такую же погрешность имеет сам измерительный прибор. Из этого следует, что случайный характер отклонения параметров срабатывания геркотронов при данной точности измерения выявлен быть не может. Дальнейшее повышение точности измерений за счет применения

Таблица 1

Результаты экспериментального исследования стабильности срабатывания геркотронов

1. Исходные данные				
1.	Измерительный прибор типа В7-35	Токи срабатывания геркотронов условных типов, мА		
2.		Источник питания постоянного тока типа БК-49		
3.	Погрешность измерения не более 0,3% I_x .	А	Б	В
4.		Предварительное количество измерений $n = 10$		
5.	Принятая доверительная вероятность $\alpha = 0,99$	2,62	11,13	42,8
6.		2,61	11,15	42,8
7.	Желаемая (ожидаемая) относительная ошибка $\Delta = 0,5\%$	2,62	11,16	42,7
8.		2,62	11,16	42,7
9.	Геркотроны, используемые в эксперименте:	2,62	11,16	42,7
10.		2,62	11,16	42,6
11.	А—П—типа, $U_H = 50$ кВ, КЭМ—2;	2,61	11,16	42,7
12.	Б—К—типа, $U_H = 20$ кВ, КЭМ—3;	2,62	11,18	42,6
13.	В—К—типа, $U_H = 10$ кВ, МКА—52141	2,62	11,18	42,7
14.		2,61	11,17	42,6

2. Расчетные данные

№№ п/п	Наименование расчетного параметра	Расчетная формула	Результаты расчета для геркотронов условных типов		
			А	Б	В
1	2	3	4	5	6
1.	Мат. ожидание	$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$	2,617	11,161	42,69
2.	Дисперсия отдельного результата	$S^2(y_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	$2,33 \cdot 10^{-5}$	$2,10 \cdot 10^{-4}$	$5,44 \cdot 10^{-3}$
3.	Среднеквадратичная ошибка отдельного результата	$S(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	$4,83 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-2}$	$7,38 \cdot 10^{-2}$
4.	Среднеквадратичная ошибка среднего результата	$S(\bar{y}) = \frac{S(y_i)}{\sqrt{n}}$	$1,53 \cdot 10^{-3}$	$4,59 \cdot 10^{-3}$	$2,33 \cdot 10^{-2}$
5.	Табличное значение критерия Стьюдента	$t(\alpha; f)$ $\alpha = 0,99; f = 9$	4,78	4,78	4,78
6.	Доверительная вероятность	$\varepsilon(y) = t(\alpha; f) S(\bar{y})$	$7,31 \cdot 10^{-3}$	$2,19 \cdot 10^{-2}$	$11,14 \times 10^{-2}$
7.	Относительная ошибка (предельное отклонение)	$\Delta = \frac{\varepsilon(\bar{y}) \times 100\%}{\bar{y}}$	0,279%	0,196%	0,261%

особо точных приборов вряд ли может считаться целесообразным, так как более высокая точность в практических случаях применения геркотронов все равно не может быть реализована из-за влияния колебаний температуры на сопротивление обмотки возбуждения. Можно практически считать, что стабильность уровней срабатывания геркотронов не зависит от их типа, очень высока, а разброс токов срабатывания не превосходит 0,3 %. При такой стабильности токов срабатывания геркотроны с успехом могут применяться в качестве измерительных органов тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич В. И. Слаботочные высоковольтные коммутирующие устройства на герконах. — Электротехн. пром-сть. Сер. Аппараты высокого напряжения, трансформаторы, силовые конденсаторы, 1981, № 3, с. 16—18.
2. Гуревич В. И., Савченко П. И. Геркотроны — новые устройства дистанционного управления высокопотенциальными цепями. — Электронная техника. Сер. Электровакуумные и газоразрядные приборы, 1984, № 4, с. 57—59.
3. Гуревич В. И., Савченко П. И. Надежность геркотронов и систем управления на их основе. В кн.: Совершенствование электрооборудования сельскохозяйственных предприятий и аграрных комплексов: М., 1982, с. 78—90.