

Выяснение причин появления значительного напряжения привело к выводу, что виной была прическа девушки: распушенные по плечам волосы вызвали значительную электризацию трением. Когда волосы были убраны под косынку, электризация прекратилась.

Неожиданностью оказалось также недопустимо высокое электростатическое напряжение (до 840 В), обнаруженное на поверхности микросхем, хранящихся в упаковке заводов-изготовителей (картонных и пластмассовых коробках). Наиболее высокие напряжения (вследствие хороших условий для электризации трением) были в тех коробках, где между крышкой и микросхемой уложена поролоновая прокладка.

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что в сборочных цехах электронных приборов статическое электричество представляет реальную опасность для ряда полупроводниковых изделий. К таким изделиям, в частности, относятся полевые транзисторы с изолированным затвором, интегральные микросхемы, маломощные ВЧ и СВЧ транзисторы. Положение усугубляется тем, что образование электростатических зарядов возможно на всех стадиях производственного процесса: во время хранения, комплектования и подачи полупроводниковых изделий на монтажные столы, при монтаже и сборке приборов, их наладке и испытании. Поэтому в цехах, подобных обследованному, выявление мест и причин статической электризации, организация оперативного контроля и принятие эффективных мер по устранению статического электричества представляют актуальную проблему. Решение этой проблемы на предприятиях радиоэлектронной промышленности будет способствовать снижению брака продукции, повышению ее надежности и качества.

#### Л и т е р а т у р а

1. Куверзнев В.А., Зайцев А.А., Овечкин Ю.А. Статическое электричество в полупроводниковой промышленности. - М.: Энергия, 1975. - 180 с.

УДК 621.316.13

Л.И.Демиденко, инженер (БПИ)

#### ИСПЫТАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ СЧЕТЧИКА ПОТЕРЬ

Счетчики потерь учитывают потери электроэнергии в сетях высокого напряжения, а также в силовых трансформаторах и автотрансформаторах. Они изготавливаются на базе трехфазных

счетчиков активной энергии типа И-43. Для создания вращающего момента используется только один измерительный элемент счетчика, состоящий из токовых обмоток и катушки напряжения.

Обмотка цепи тока  $W_1$  (рис. 1) имеет 90 витков, намотанная проводом марки ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм. На каркасе катушки напряжения накладываются две обмотки  $W_2 = 275$  и  $W_3 = 150$  витков, намотанные проводом марки ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм, включаемые между собой последовательно (рис. 1).

Катушки  $W_1$ ,  $W_2$  и  $W_3$  соединяются внутри счетчика по схеме рис. 2.

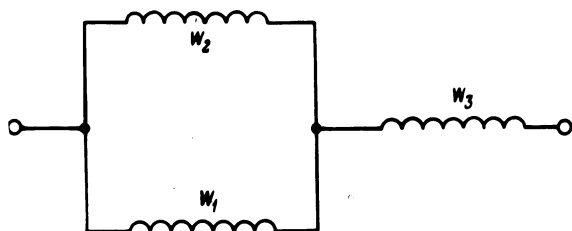


Рис. 1. Схема соединения обмотки цепи тока.

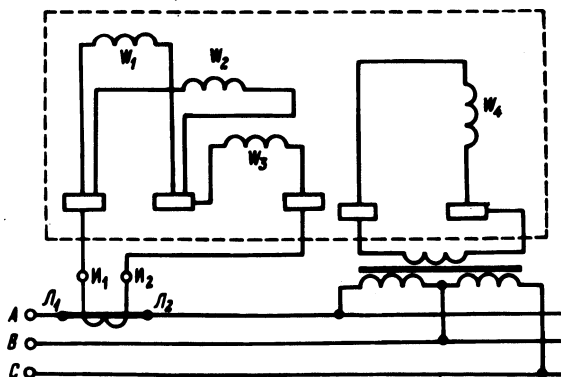


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема счетчика потерь.

Для увеличения точности работы счетчика потерь энергии при малых нагрузках порядка (0,1–0,2) А создается момент компенсации трения при помощи параллельной обмотки  $W_4$  (рис. 2) с номинальным напряжением 100 В второго измерительного элемента. При этом постоянный магнит со второго измеритель-

ного элемента изымается. Отсчет показаний счетчика осуществляется по счетному механизму, связанному жесткой кинематической связью с подвижной частью счетчика. Для счетчика потеря берется счетный механизм таким образом, чтобы передаточное число до запятой было соответственно равно:

$$1 \text{ A}^2 \text{ ч} = 2000 \text{ об. диска};$$

$$1 \text{ A}^2 \text{ ч} = 2500 \text{ об. диска.}$$

Для обычных счетчиков энергии основное уравнение имеет вид

$$PT = CN,$$

где  $P$  - мощность нагрузки;  $T$  - время нахождения счетчика под нагрузкой;  $C$  - постоянная счетчика;  $N$  - передаточное число счетного механизма.

По аналогии со счетчиками энергии основное уравнение счетчика потерь будет

$$I^2 T = CN. \quad (1)$$

Для принятых нами передаточных чисел ( $N_1 = 2000$  и  $N_2 = 2500$ ) их номинальные постоянные в амперквадрат-секундах на оборот диска подсчитываются по формулам:

$$C_{1\text{ном}} = \frac{I^2 t}{N_1} = \frac{3600 I^2}{2000} = 1,8 \frac{\text{A}^2 \cdot \text{с}}{\text{об. диска}};$$

$$C_{2\text{ном}} = \frac{I^2 t}{N_2} = \frac{3600 I^2}{2500} = 1,44 \frac{\text{A}^2 \cdot \text{с}}{\text{об. диска}}.$$

Для подсчета потерь электроэнергии по счетчику потерь следует пользоваться следующим выражением:

$$\Delta W = (A_2 - A_1) 3R \cdot k_{\text{ТТ}}^2 \cdot 10^{-3} \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $A_2 - A_1$  - разность показаний счетчиков потерь за отчетный период;  $3R$  - активное сопротивление трехпроводной линии электропередачи, Ом;  $k_{\text{ТТ}}$  - коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока.

Проверка счетчиков потерь осуществляется на стенде для регулировки трехфазных или однофазных счетчиков. Скорость вращения диска при изменении тока от 0,1 до 1 А увеличивается при этом в 100 раз вследствие квадратичной зависимости вращающего момента счетчика от тока нагрузки.

Для уменьшения рассеяния магнитного потока магнитопровод катушки  $W_1$  крепится латунными винтами через алюминиевые прокладки или шайбы. Магнитопроводы катушек  $W_1$ ,  $W_2$  и  $W_3$  должны находиться от диска счетчика на расстоянии 2-3 мм.

Регулировка тормозящего действия постоянного магнита счетчика производится при нагрузке 1 А, после чего поверяется на самоход. Самоход устраняется обычными методами. Регулирующее устройство компенсации трения устанавливается нейтрально по диаметру диска.

После устранения самохода производят поверку при нагрузке 0,1 А, при этом может оказаться, что отсчитываемое время будет больше нормального. В этом случае следует уменьшить воздушный зазор между магнитопроводами токовых катушек. После этой регулировки счетчик снова поверяется при нагрузке 0,1 А и на отсутствие самохода. Для контроля величины напряжения при поверке счетчика на самоход необходимо пользоваться вольтметром класса точности 0,5 или 1,0. Напряжение 100 В подается на катушку  $W_4$  (рис. 2) при регулировке на всех нагрузках.

Таким образом, все операции по изготовлению и регулировке счетчика потерь можно разделить на следующие этапы: 1) намотка катушки, сборка счетчика; 2) подготовка к регулировке; 3) регулировка тормозящего действия постоянного магнита при нагрузке 100% от потерь энергии при номинальном токе 1 А; 4) устранение самохода и испытание чувствительности.

Номинальное время определяется из основного уравнения счетчика потерь (1)

$$T_n = \frac{C_{1\text{ном}} \cdot n}{12}.$$

Так как

$$C_{1\text{ном}} = \frac{3600 I^2}{N},$$

то

$$T_n = \frac{3600 \cdot n}{12 N}, \quad (2)$$

где  $n$  — количество оборотов диска при регулировке счетчика.

На основании (2) приводится табл. 1 нормального времени для регулировки счетчика потерь.

Счетчик потерь регулируется при нагрузке (1–0,4) А положением постоянного магнита и зазором между магнитопроводами токовых катушек. Регулировка при нагрузке (0,2–0,1) А осуществляется устройством для компенсации трения.

После контрольной поверки на всех нагрузках может оказаться, что при нагрузке 0,4 А скорость диска счетчика потерь получится большей, чем во время первоначальной регули-

Таблица 1.

Таблица нормального времени для регулировки  
счетчика потерь

Потери в % от номинальной	Нагрузка А	N <sub>1</sub> = 2000		N <sub>2</sub> 2500	
		n, об.	T <sub>1НОМ</sub>	n, об.	T <sub>2НОМ</sub>
100	1	40	72	40	57,6
64	0,8	20	56,4	24	54
36	0,6	10	50	15	60
16	0,4	6	67,5	6	54
4	0,2	1	45	2	72
1	1	1	180	1	144

ровки при этом же токе. Это объясняется тем, что регулируя скорость вращения диска при нагрузках 0,1 – 0,2 А устройством для компенсации трения, несколько увеличиваем скорость вращения диска при нагрузке 0,4 А. Подрегулировка при нагрузке 0,4 А осуществляется устройством для регулировки обычных счетчиков при 10%-ной нагрузке. Погрешность счетчика потерь при всех нагрузках составляет  $\pm 2,5\%$ .

#### Л и т е р а т у р а

1. Илюкович А.М. Электрические счетчики. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. 2. Горюнов П.Н., Пигин С.М., Шумиловский Н.Н. Электрические счетчики. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1951.

УДК 621.313.3

А.И. Лapidус, канд. техн. наук (БПИ)

#### СХЕМА ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ДАТЧИКОМ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ

Принцип индукционно-динамического торможения асинхронных двигателей может быть реализован различными схемными решениями [1, 2]. Однако большинство известных схем этого способа торможения обладает следующими недостатками.