

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С КРЕМНИЕВЫМ ФОТОДИОДОМ ТИПА КФДМ

М. С. РОЙТМАН, В. Р. ЦИБУЛЬСКИЙ

(Представлена научным семинаром кафедры радиотехники)

Основным элементом, обуславливающим метрологические характеристики образцовой поверочной и измерительной аппаратуры переменного тока, является измерительный преобразователь. В метрологических организациях страны и за рубежом в качестве такого элемента используются термоэлектрические преобразователи.

В результате проведенных авторами и Э. И. Цимбалом исследований все более широкое применение в поверочной аппаратуре находят фотоэлектрические преобразователи (ФП) на базе маломощных лампочек накаливания и фотоспротивлений [1], [2]. К сожалению, выпускаемые в настоящее время отечественной промышленностью фотоспротивления не обладают достаточной временной стабильностью, эффект «дыхания» у фотоспротивления достигает 0,1% за 5 мин. Это вполне допустимо для подавляющего большинства случаев практического применения, но неприемлемо для прецизионных компараторов.

В связи со сказанным, огромное значение приобретают вопросы поиска световоспринимающего элемента с достаточно высокой временной стабильностью. В настоящей статье приведены результаты экспериментального исследования ФП на базе специальных опытных маломощных лампочек накаливания и фотодиодов КФДМ. Вольтамперные характеристики КФДМ для различных токов лампочки приведены на рис. 1 (обратное включение диода).

Коэффициент передачи фотопреобразователя равен

$$K = - \frac{\Delta R_d}{R_d} \bigg| \frac{\Delta I_l}{I_l},$$

где R_d — сопротивление фотодиода;

I_l — ток через лампочку;

ΔI_l — приращение тока через лампочку;

ΔR_d — соответствующее приращение сопротивления фотодиода. Изменение K при увеличении освещенности показано на рис. 2.

Схема измерения температурной нестабильности преобразователя приведена на рис. 3.

На рис. 4 даны графики температурной нестабильности фотодиода (I) и преобразователя в целом (II). (Лампочка работает в режиме заданного напряжения, температурные коэффициенты даны по модулю).

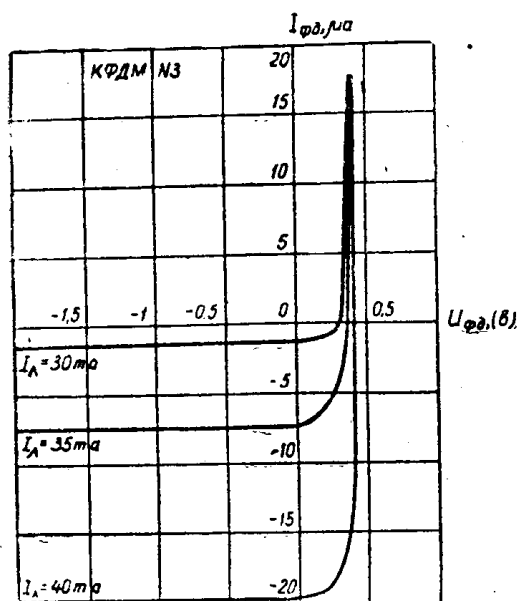


Рис. 1.

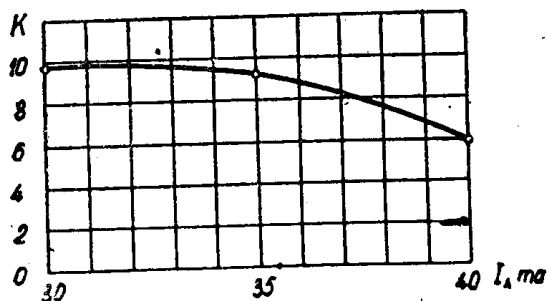


Рис. 2.

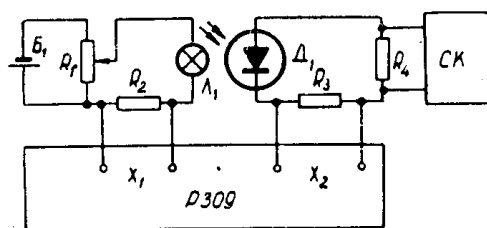


Рис. 3. СК — ступенчатый компенсатор — КЛ 0,02%, B_1 — кислотный аккумулятор $E = 2$ в; R_1 — реостат проволоочный манганиновый $r = 10$ ом; R_2 — образцовое сопротивление $r = 1$ ом «Norma» № 1606044 кл. 0,01%; L_1 — лампочка накаливания НСМ; D_1 — фотодиод КФДМ; R_3 — проволоочное манганиновое сопротивление $r = 10$ ком; R_4 — нагрузка для СК $r = 100$ ом; P309 — потенциометр кл. 0,005% № 000080

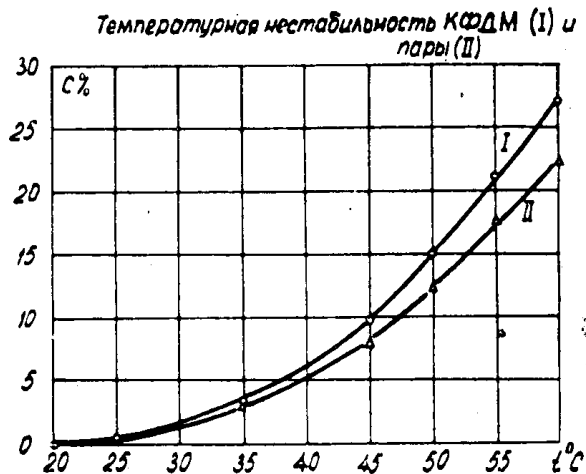
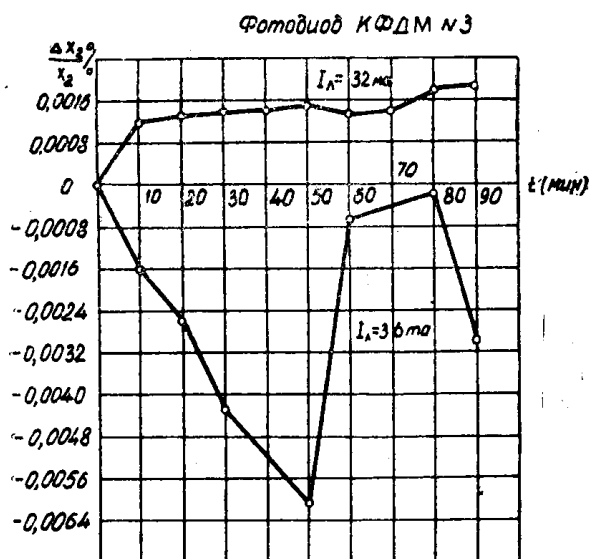


Рис. 4.



Фотодиод КФДМ N3
режим темновой

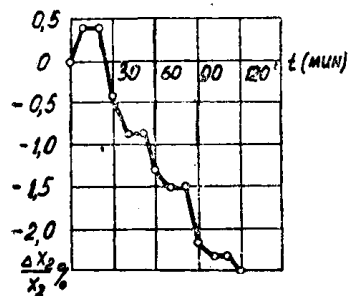


Рис. 5.

Температурный коэффициент КФДМ по полученным данным равен

$$K_{t^{\circ}} = 0,3 \div 0,6\%/град,$$

а приведенный по входу $\frac{K_{t^{\circ}}}{K} = 0,03 \div 0,06\%/град$.

Временная нестабильность преобразователя (рис. 5) определяется по схеме, приведенной на рис. 3, но с учетом нестабильности источников B_1 и B_2 .

На рис. 6 дана нестабильность лампочки НСМ, использованной в данном преобразователе. При сравнении кривых видно, что флуктуационные сопротивления лампочки зависят от температуры нити. Вели-

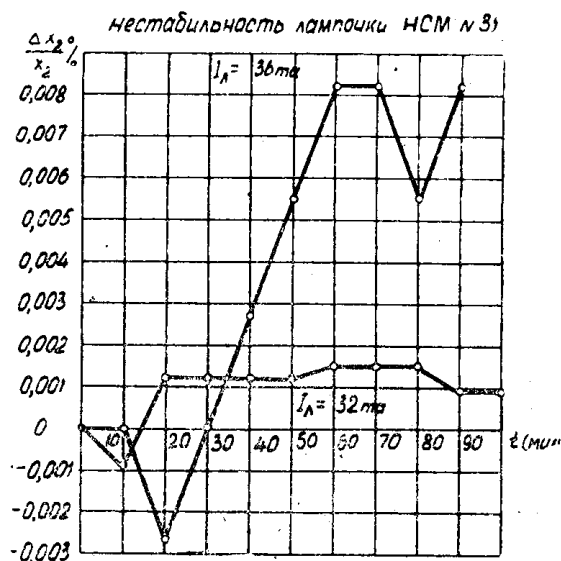


Рис. 6.

чина асимметрии преобразователя [3] резко зависит от взаимной ориентации нити накала лампочки и фотодиода. При перпендикулярности нити фотодиоду асимметрия минимальна и менее 0,005%.

Чувствительность преобразователя может быть легко доведена до 10 мВ на 0,01%.

Заметим, что нестабильность ТВБ и ТЭМ достигает 0,01% за 5 мин., а чувствительность термопреобразователей находится в пределах 5 мВ на 0,01%.

Таким образом, по своим метрологическим характеристикам (чувствительности, асимметрии, температурной и временной нестабильности), фотоэлектрические преобразователи на базе маломощных лампочек накаливания и кремниевых фотодиодов существенно лучше термоэлектрических преобразователей и могут быть успешно применены для построения прецизионных компараторов переменного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Ройтман, Э. И. Цимбалист, Ю. М. Фомичев. Образцовый источник переменного напряжения. Труды VIII Всесоюзной конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений, 1966.
2. Б. А. Перминов, М. С. Ройтман, Э. И. Цимбалист. Компаратор переменного тока на фотоэлектрических преобразователях, Автометрия, № 5, 1965.
3. Т. Б. Рождественская. Электрические компараторы для точных измерений тока, напряжения и мощности, Издательство Государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР, 1964.