

Фотоэлектрические преобразователи и измерительные системы.

В фотоэлектрических преобразователях происходит промежуточное преобразование линейных перемещений в изменение энергии светового тока с помощью оптической системы. Энергия светового потока затем преобразуется в электрический сигнал с помощью фотоэлемента. Оптические схемы фотоэлектрических измерительных систем строятся на диафрагмировании или отражении светового потока.

Основной характеристикой фотоэлемента является зависимость выходного тока I_{Φ} от величины светового потока Φ при неизменных внешних условиях, т. е. при постоянной длине световой волны $\lambda = \text{const}$ и постоянном напряжении $U = \text{const}$,

$$I_{\Phi} = f(\Phi). \quad (\text{III.26})$$

Для некоторых фотоэлементов эта зависимость линейна:

$$I_{\Phi} = S\Phi, \quad (\text{III.27})$$

где S — чувствительность фотоэлемента.

Если свет, падающий на фотоэлемент, является монохроматическим (имеет одну длину волны λ), то характеристикой фотоэлемента является спектральная чувствительность

$$S_{\lambda} = I_{\Phi\lambda} / \Phi_{\lambda}. \quad (\text{III.28})$$

Если световой поток имеет разные длины волн, то интегральная чувствительность

$$S = I_{\Phi} / \Phi. \quad (\text{III.29})$$

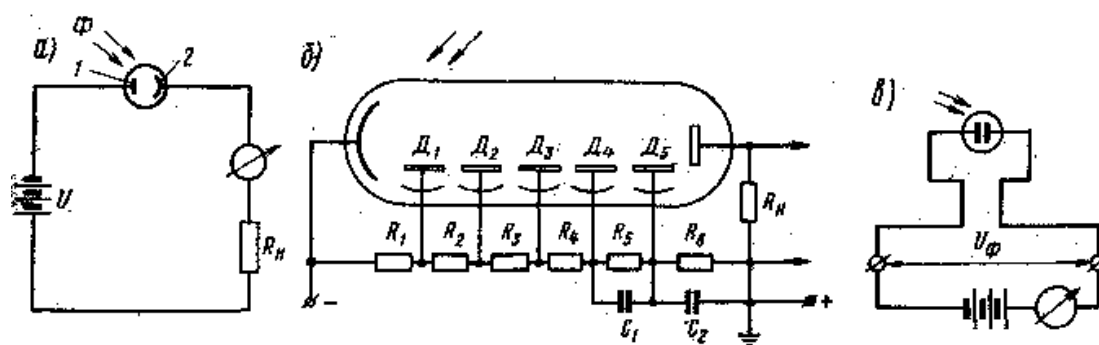


Рис. III.10. Принципиальные схемы фотоэлектрических датчиков

1. — анод, 2. — катод, Φ — световой поток, R_H — сопротивление нагрузки

Фотоэлементы с внешним фотоэффектом типа ионных приборов (рис. III. 10, а) бывают вакуумные и газонаполненные. Последние имеют более высокую чувствительность. Анод фотоэлементов выполняется в виде плоской пластины, катод — в виде фоточувствительного слоя элемента на внутренней поверхности колбы. Чувствительность фотоэлемента зависит от температуры, при значительном повышении температуры нормальная его работа нарушается за счет возникновения термоионной эмиссии фотокатода. Газонаполненные фотоэлементы более инерционны и применяются лишь в случае малой интенсивности светового потока. При росте его интенсивности характеристика газонаполненных фотоэлементов, с внешним эффектом становится нелинейной. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом типа фотоумножителей (рис. III.10, б) дают многократное повышение чувствительности за счет эффекта вторичной эмиссии. Несколько электродов ($D_1 \div D_5$) располагаются последовательно, и поток электронов направляется с первого анода на второй, со второго на третий и т. д. с помощью внешнего электростатического или магнитного поля. В этом случае поверхности анодов

излучают вторичные электроны. При n электродах отношение числа вторичных электронов к числу первичных будет.

$$\eta = I_n / I_1 = (I_2 / I_1)(I_3 / I_2) \dots (I_n / I_{n-1}) = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n = \alpha^n. \quad (\text{III.30})$$

Электроды ФЭУ (D_1 — D_5) находятся под возрастающим потенциалом, подающимся от делителя напряжения, состоящего из цепи последовательно соединенных сопротивлений R_1 — R_5 . Стабильность коэффициента усиления η зависит от постоянства распределения напряжений. Поэтому последние сопротивления делителя шунтируются конденсаторами C_1, C_2 .

Обычно принимают величину отношения $a = 4$ — 6 . Фотоумножители имеют чувствительность $S = 0,5$ а/лм и малый порог чувствительности $\Phi_{\min} = 10^{-8}$ лм.

Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом — фотосопротивления — высокую чувствительность в видимой части спектра и инфракрасных лучах. Недостатки фотосопротивлений: нелинейность их характеристик, инерционность, зависимость от температуры, нестабильность и значительный темновой ток.

Фотосопротивления могут быть выполнены в виде монокристалла (например, CdS), в который вмонтирован тонкий проводник (рис. III.10, в). При освещении полупроводника между ним и проводником возникает э. д. с. Полупроводниковые фотосопротивления очень просты по конструкции, имеют малые габариты, очень высокую чувствительность, линейную характеристику при небольших величинах светового потока. Инерционность их несколько выше, время запаздывания $\tau = (5 \div 25) 10^{-3}$ сек.

Фотоэлектрические измерительные системы для непрерывного измерения размера по изменению величины светового потока, падающего на катод фотоэлемента, применяются редко. Причиной этого является нестабильность характеристик фотоэлементов во времени. Фотодатчики широко применяются в дискретных измерительных системах с отражением светового потока, в счетных схемах, в оптических системах для измерения перемещений и др.