

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ СНИЖЕНИЯ ТЕМНОВЫХ ТОКОВ В ФОТОУМНОЖИТЕЛЯХ

Известно, что темновые токи в фотоумножителях, ограничивающие чувствительность экспериментальной измерительной фотоэлектрической аппаратуры к слабым потокам света, определяются в первую очередь термоэлектронной эмиссией фотокатода. Многочисленные попытки снизить термоэлектронную эмиссию фотокатода за счёт выбора благоприятной структуры его поверхности без снижения чувствительности к свету дали ограниченный эффект. Таковы, в частности, диффузные серебряно-цезиевые^{1, 2} и сурмяно-цезиевые^{3, 4} фотокатоды.

Значительно большие возможности в отношении снижения термоэлектронной эмиссии фотокатода даёт благоприятный выбор его геометрии. И обратно, неудачный выбор геометрии фотокатода может значительно затруднить работу экспериментатора. Покажем это на примере. В фотоэлектронных умножителях для высокочувствительных фотометров (спектрофотометров, звёздных фотометров и др.) охотно пользовались ранее^{5, 6, 7} полыми фотокатодами, полагая, что увеличение коэффициента поглощения света за счёт многократного отражения сопровождается снижением порога чувствительности⁸ фотоумножителя. Однако относительно небольшое увеличение коэффициента полезного использования светового потока в результате использования полого фотокатода сопровождается значительно большим возрастанием термоэлектронной эмиссии, обесценивающим для очень слабых световых потоков этот выигрыш чувствительности.

Плотность тока j термоэлектронной эмиссии определяется только работой выхода и температурой фотокатода, тогда как фотоэлектронная эмиссия прямо пропорциональна потоку F света (постоянного спектрального состава), независимо от распределения его по поверхности фотокатода одинаковой интегральной чувствительности b .

Отсюда следует, что порог чувствительности фотоэлектрического устройства с фотоумножителем к малым потокам света определяется отношением интенсивностей фотоэлектронного и термоэлектронного тока с поверхности фотокатода, равным

$$K = \frac{F \cdot b}{jS},$$

где S — активная поверхность фотокатода.

Величина этого отношения оказывается при постоянных F , b и j тем большей, чем меньше активная поверхность фотокатода. Следовательно, пользуясь фотоумножителем для слабых потоков света, приближающихся к пороговым интенсивностям, следует выбирать прибор с минимальной поверхностью фотокатода, на которой может быть сфокусировано фотометрируемое изображение. Именно это обстоятельство побудило отказаться от применения полых фотокатодов в фотоумножителях, используемых для работы со слабыми потоками света.

По той же причине в современных фотоумножителях значительно уменьшена величина активной поверхности фотокатода по сравнению с рядом моделей, изготовлявшихся ранее^{9, 10}. Размер активной поверхности фотокатода в некоторых фотоумножителях снижен до 1 см^2 и менее. Дальнейшее уменьшение термоэлектронной эмиссии за счёт ещё большего уменьшения активной поверхности фотокатода возможно лишь в фотоумножителях для приборов, в которых используются узкие пучки света, легко концентрируемые на маленьком фотокатоде. К числу таких приборов относятся спектрофотометры, звёздные фотометры и др. аналогичные устройства, позволяющие сократить размеры активной поверхности фотокатода до площадки $0,1 \times 0,1 \text{ мм}$.

Сравнивая термоэлектронную эмиссию такого фотокатода с термоэлектронной эмиссией пологого фотокатода, имеющего активную поверхность порядка 10 см^2 (при той же температуре и при одинаковой работе выхода фотоактивной поверхности), мы получаем снижение термоэлектронной эмиссии примерно в 10^5 раз.

Сокращение активной поверхности фотокатода оказывается целесообразным и в фотоэлементах внешнего фотоэффекта и в фотоэлектрических счётчиках, позволяя использовать в последних фотоактивные поверхности с малой работой выхода.

Сокращение активной поверхности фотокатода лишь в том случае даёт хороший результат, если геометрия электрического поля у его поверхности не приводит к созданию повышенных напряжённостей электрического поля, способствующих значительной холодной эмиссии. Последняя легко предотвращается двумя известными способами сокращения активной поверхности фотокатода, не сопровождающегося повышением градиента электрического поля у последнего. Один из них основан на использовании в качестве

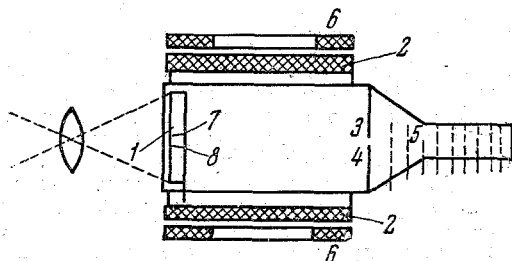


Рис. 1.

фотокатода электрода значительных размеров, поверхность которого имеет большую работу выхода, за исключением небольшого активированного «глазка», представляющего собой малогабаритный фотокатод.

Второй способ сводится к использованию фотокатода со значительной активной поверхностью, электронная эмиссия с которой ничем не ограничивается. Из потока электронов, испускаемых всей поверхностью фотокатода, электронно-оптическая система вырезает поток, испускаемый только небольшим участком^{12, 13, 14}.

Схема фотоэлемента, в котором используется второй способ, показана на рисунке. Электроны, испускаемые фотокатодом 1, фокусируются цилиндрической катушкой 2 на плоском аноде 3, имеющем в центре небольшое отверстие 4, сквозь которое отобранный пучок электронов проходит в электронный умножитель 5. Катушки 6 создают поперечное поле, смещающее электронное изображение по поверхности анода 3, для выбора эмиттирующей точки фотокатода, электронный поток которой направляется в умножитель.

Так, например, спроектировав анализируемый спектр на поверхность фотокатода, можно, качая весь поток электронов по поверхности анода 3, последовательно направлять в фотоумножитель потоки электронов, испускаемые различными элементами фотокатода под действием света отдельных линий спектра. Аналогичным образом могут быть сравнены освещённости двух соседних элементарных участков 7 и 8 фотокатода, т. е. осуществлено сравнительное фотометрирование двух освещённых поверхностей без оптико-механической коммутации световых потоков.

Л. Г.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. S. Asao, Proc. physic. math. Soc. Japan **22**, 448 (1940).
 2. P. Görlich, Zeits. f. Physik **116**, 704 (1940).
 3. P. Görlich, Zeits. f. Physik **101**, 335 (1936).
 4. Н. С. Зайцев, ЖТФ **9**, 661 (1939).
 5. С. Ф. Родионов, ЖТФ **9**, 1180 (1939).
 6. Н. Н. Павлов, Труды Главной астрономической обсерватории **59**, серия II (1946).
 7. В. Б. Никонов и Е. К. Никонова, Известия Крымской астрофизической обсерватории, **9** (1952).
 8. Л. А. Кубецкий, Автоматика и телемеханика **1**, 17 (1936).
 9. W. E. Turk, Photoelectric. Spectr. Gr. Bull. № 5, 100 (1952).
 10. Н. И. Чистяков (ред.), Прикладная электроника, Л. А. Гончарский. Фотоэлементы, ВНИТОМ и П, Москва, 1953.
 11. A. N. Argue, Proc. Roy. Irish. Acad. A **55**, 117 (1953).
 12. P. Farnsworth, Trans. Frankl. Inst. **218**, 411 (1934).
 13. W. Heimann, Postarchiv **68**, 120 (1940).
 14. N. Schaefti, Helv. Phys. Acta **22**, 225 (1949).
-