



Рис. 1. Фотография области галактического центра, полученная в инфракрасных лучах с электронно-оптическим преобразователем (слева расположено яркое звездное облако в созвездии Стрельца)

К стр. 27

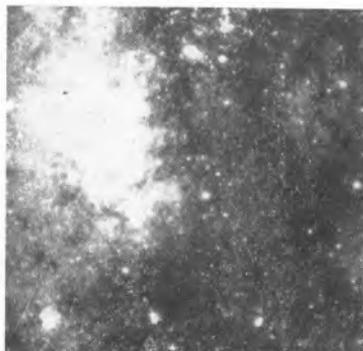


Рис. 2. Обычная фотография той же области, что на рис. 1, полученная на ортохроматической пластинке

К статье В. И. Красовского, стр. 53



Рис. 4. Положение области, фотоэлектрически исследованной Стеббинсом и Уитфордом

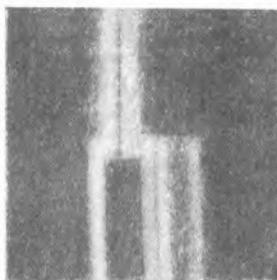


Рис. 1

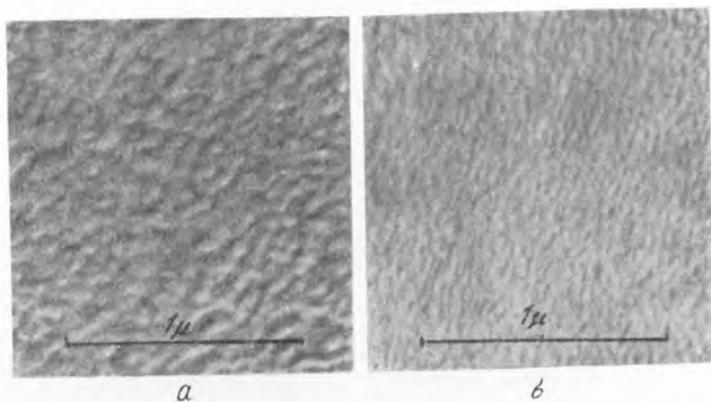


Рис. 2. Кварцевый отпечаток со слоя: *a* — серебра, *б* — сурьмы

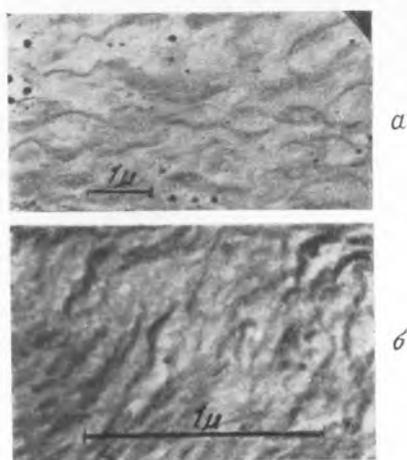


Рис. 3. Кварцевый отпечаток с кислородно-цезиевого катода: *a* — окисленное серебро, *б* соседний участок катода

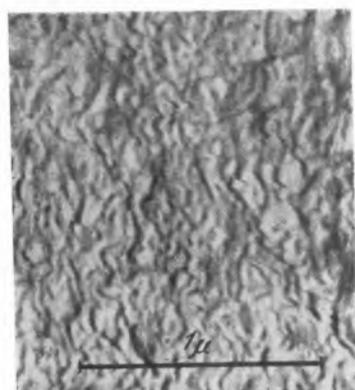


Рис. 4. Кварцевый отпечаток с сурьяно-цезиевого слоя; участок катода

А. И. ФРИМЕР и И. Г. СИНИЦКАЯ

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ФОТОКАТОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

(Представлено академиком А. А. Лебедевым 3 III 1949)

Существующие представления о механизме фотоэффекта со сложных катодов часто базируются на предполагаемой структуре фотослоя⁽¹⁻³⁾. Однако реальность высказанных предположений не была до сих пор подтверждена опытом. Вместе с тем, характер поверхности фотокатода представляет интерес с точки зрения размеров неровностей, степени неоднородности поверхности, структурных изменений, появляющихся на различных этапах его обработки, и т. д.

Естественно, что выяснение связи фотоэлектрических свойств со структурными факторами позволит, хотя бы качественно, оценить роль последних в фотоэффекте со сложных катодов.

До настоящего времени для исследования структуры фотокатодов применялся эмиссионный электронный микроскоп^(4, 5). Однако, вследствие малой разрешающей силы микроскопа ($1 \cdot 10^{-3}$ мм) и недостаточной чувствительности исследованных фотокатодов полученные результаты не дают представления о микроструктуре реального фотокатода.

В работе⁽⁶⁾ нами был описан прямой метод исследования структуры металлических слоев и сложных поверхностей, изготовленных в вакуумной трубке, связанной с электронным микроскопом. Но этот метод не позволяет исследовать реальный фотокатод с известной чувствительностью, так как, вследствие воздействия электронного пучка и недостаточно высокого вакуума в микроскопе (10^{-4} мм рт. ст.), в некоторой степени искажается действительная структура слоев с легко окисляющимися и испаряющимися при невысоких температурах компонентами.

Задачей данного исследования, предпринятого по предложению акад. А. А. Лебедева, являлась разработка косвенного метода изучения микроструктуры сложных фотокатодов при помощи электронного микроскопа.

Сущность косвенного метода заключается в том, что в электронном микроскопе исследуется не сам фотокатод, а пластический отпечаток с него. Очевидно, что материал отпечатка в данном случае не должен взаимодействовать с компонентами фотокатода, а его изготовление не должно быть связано с нарушением вакуума или режима изготовления фотокатода. Далее, отпечаток должен легко отделяться от фотокатода и контрастно воспроизводить детали структуры его поверхности с разрешением порядка разрешающей силы микроскопа.

В качестве материала для отпечатка применялся кварц. Получение реплики с фотокатода проводилось в трубке, показанной на рис. 1. На доньшке трубки изготавливался фотокатод, интегральная чувствительность которого регистрировалась гальванометром *G*. После изготовления на поверхность фотокатода испарялся из танталовой лодочки кварц. Таким образом, поверхность фотокатода фиксировалась пленкой отпечатка. Последующее же отравление катода при впуске воздуха в трубку уже не могло влиять на состояние пленки отпечатка.

По окончании испарения кварца срезалась часть трубки, несущая фотокатод, поверхность пленки нарезалась на квадратики со стороной размером в 3 мм. Затем на доньшко срезанной части наливалась слабой концентрации серная кислота (в случае сурьмяно-цезиевого фотокатода) или азотная кислота (в случае кислородно-цезиевого фотокатода). Слой фотокатода растворялся, всплывшие кварцевые пленки отпечатка вылавливались на сетки-объектодержатели, просушивались и могли быть исследованы в электронном микроскопе.

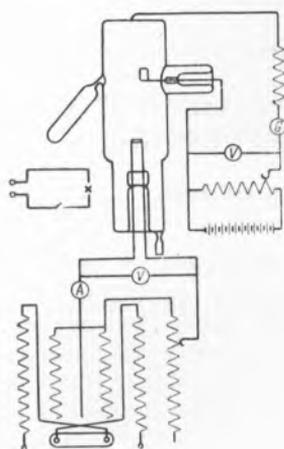


Рис. 1. Схема трубки

Как показывает электронная микрофотография рис. 2, кварцевые отпечатки со слоя серебра и сурьмы на стекле воспроизводят детали структуры с разрешением порядка 100 Å, причем изображение весьма сходно с изображением слоя серебра и сурьмы на коллоидной пленке, полученным при прямом методе (6) (см. вклейку к стр. 48).

Косвенным методом исследовались структуры сурьмяно-цезиевого и кислородно-цезиевого фотокатодов различной чувствительности, изготовленных на стекле № 23.

На рис. 3 показаны электронные микрофотографии отпечатка с серебра, окисленного в разряде кислорода, и двух участков кислородно-цезиевого фотокатода чувствительностью 20 $\mu\text{а/лм}$, а на рис. 4 — отпечатка с сурьмяно-цезиевого фотокатода чувствительностью 40 $\mu\text{а/лм}$. Приведенные микрофотографии, прежде всего, показывают, что структура фотокатода резко отличается от структуры подложки. Вместе с тем обнаруживается неоднородность различных участков катода, заметны также и структурные различия между обоими видами катодов.

Исследования показали, что у каждого фотокатода с большой чувствительностью преобладает развитый рельеф с размерами неровностей порядка 200—600 Å и более высокая однородность, чем у мало-чувствительного фотокатода. Однако, наряду с развитым рельефом, встречается на отдельных участках зернистая структура, слабо напоминающая структуру подложки.

Интересно заметить, что у кислородно-цезиевого фотокатода появление развитого рельефа наблюдается лишь при обработке в парах цезия серебра, глубоко окисленного в разряде кислорода, т. е. когда подложка становится достаточно разрыхленной (рис. 3, а). Такой рельеф отсутствует при обработке в парах цезия слабо окисленного серебра. В случае сурьмяно-цезиевого фотокатода преобладание развитого рельефа наблюдается на определенной стадии обработки катода. Зарождение же такого рельефа замечается даже на ранней стадии его формирования.

Приведенные примеры наглядно показывают пригодность разработанного метода для исследования микроструктуры фотокатодов.

Соединение этого метода с другими методами исследования (элек-

трическим, оптическим) поможет расширить наши представления о механизме фотоэффекта со сложных катодов.

Приведенные изображения показывают также высокое качество одноступенчатого кварцевого отпечатка, не уступающего по качеству изображения двухступенчатым отпечаткам.

В заключение считаем своим приятным долгом благодарить акад. А. А. Лебедева и Ю. М. Кушнира за внимание к данной работе.

Поступило
26 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. С. Хлебников, ЖТФ, 16, 347 (1946). ² П. Г. Борзяк и Н. Д. Моргулис, ДАН, 61, 625 (1948). ³ П. Ф. Герлих, Фотоэлементы, 1948. ⁴ J. Morigiwa, Electrotechn. J. Japan, 1, 65 (1937). ⁵ Н. Г. Сушкин, Диссертация, МЭИ, 1940. ⁶ А. И. Фример, ДАН, 63, № 3 (1948).