

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ В МОМЕНТ ДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С. У. ГОЛЬДЕНБЕРГ, С. М. МИНАЕВ

(Представлена научным семинаром физико-технического факультета)

Необходимость в измерении спектров поглощения объектов с малыми геометрическими размерами (порядка единиц и десятков микрон) возникает при изучении кинетики радиационного окрашивания нитевидных ионных кристаллов [1] и в целом ряде исследований в биофизике, микробиологии, медицине.

Выпускаемый нашей промышленностью микроспектрофотометр МУФ-5 очень дорог и малодоступен. Разработанная в последние годы микрофотометрическая насадка к микроскопам ФМЭ-1 [2] построена по однолучевой схеме и поэтому обладает тем существенным недостатком, что для получения эталонного сигнала перед каждым измерением оптической плотности необходимо выводить образец из поля зрения микроскопа. Так как при изучении кинетики накопления центров окраски в нитевидных ионных кристаллах необходимо производить измерение оптической плотности для различных длин волн оптического спектра в течение длительного времени воздействия излучения (нередко десятков часов), то невозможность положения образца относительно светового потока при периодическом его перемещении, а также такие факторы, как нестабильность источника света, фотоприемника, значительно уменьшают надежность результатов, получаемых с помощью такой микрофотонасадки.

Точность и надежность измерений могут быть увеличены при использовании метода сравнения, два осуществления которого, как известно, необходимо для канала измерения: эталонный и измерительный. В литературе описаны различные способы реализации этого метода, однако они довольно громоздки в исполнении, требуют перемещения объекта в процессе измерения [3—7] или наличия двух микроскопов и двух фотоприемников [8], измерение параметров которых во время работы установки не исключается из результатов измерений.

Нами разработана установка, в значительной мере свободная от указанных выше недостатков, собранная из стандартных узлов и элементов.

Оптическая часть установки состоит из монохроматора, микроскопа, микрощели и микрофотонасадки. Оригинальной частью установки является микрощель (рис. 1). Микрощель состоит из двух плотно закрываемых крышек 1 и 2, внутри которых по пазам при помощи микровинтов 3 и 4 перемещаются ножи 5 и 6. Перпендикулярно ножам вставляется пластинка 7, ширина которой изменяется ступенчато. Таким образом,

устанавливая часть пластинки желаемой ширины, при помощи микро-винтов можно регулировать как ширину щелей, так и расстояние между ними. Попеременное перекрытие световых потоков, проходящих через обе щели, осуществляется с помощью модулятора — металличе-

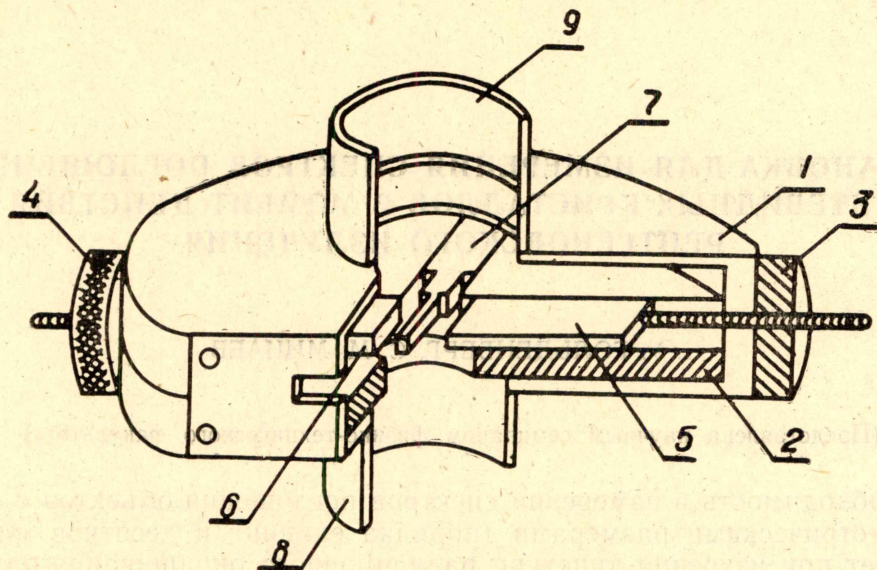


Рис. 1. Конструкция микрощели: 1, 2 — крышки щели, 3, 4 — микровинты, 5, 6, 7 — передвигающие ножи, 8, 9 — направляющие трубки

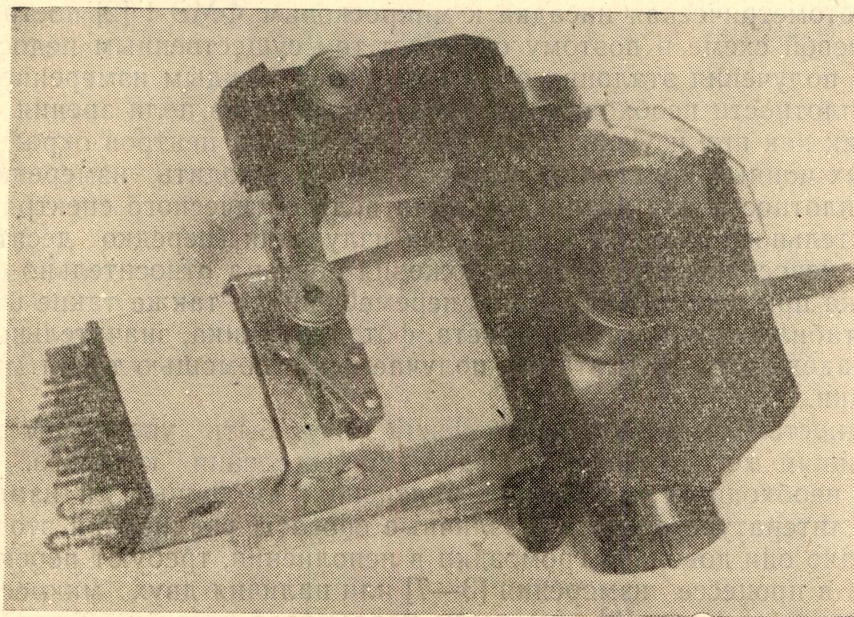


Рис. 2. Фотография микрощели

кой полоски, укрепленной на якоре поляризованного реле типа РП-5. Реле крепится на препаратоводителе (рис. 2), жестко связанном с крышкой 1, что значительно облегчает установку модулятора относительно щелей.

Микрощель вставляется в тубус микроскопа концом 8, а на трубку 9, в которую вставляется окуляр микроскопа, одевается микрофотонасадка, в которой вместо фотопластинки установлен фотоумножитель.

Окуляр микроскопа помещен в трубке 9 так, что щели видны резко, это обеспечивает совпадение положения микрощелей с сопряженной плоскостью объектива при настройке микроскопа относительно образца.

Образец — нитевидный кристалл — приклеивается при помощи микроманипулятора ММ-1 к вольфрамовой проволочке, которая вставляется в иглу. Игла крепится в препаратоводителе, установленном на столике микроскопа и снабженном специальным устройством, позволяющим наклонять иглу в вертикальной плоскости и вращать ее вокруг своей оси. Освещение образца производится монохроматическим светом, выходящим из монохроматора и направляемым через конденсор на образец с помощью зеркальца или кварцевой призмы полного внутреннего отражения (рис. 3). Образец устанавливается строго перпендикулярно световому потоку и так, чтобы его изображение полностью или частично

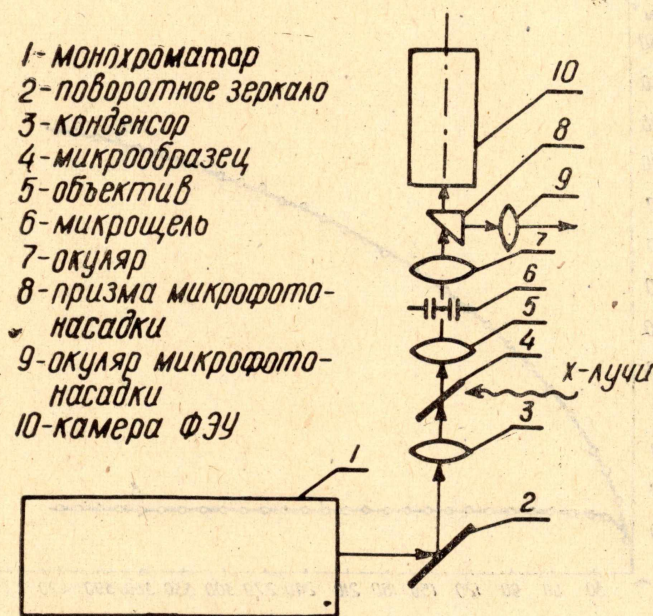


Рис. 3. Оптическая схема установки

приходилось на одну из щелей, расположенную ближе к источнику излучения — рентгеновской установке УРС-55 А. Другая щель остается свободной, то есть через нее проходит световой поток, минуя образец. Этот поток является эталонным.

После сборки установка калибруется по нейтральным фильтрам к СФ-4 путем перемещения конденсора и зеркальца микроскопа. Перед началом работы на установке ширина эталонной щели подбирается такой, чтобы оба световых потока, измерительный и эталонный, были одинаковыми. О величине светового потока судят по падению напряжения, создаваемому током фотоумножителя на прецизионном сопротивлении, включенном в анодную цепь ФЭУ. Падение напряжения измеряется цифровым вольтметром типа В 7—8, обеспечивающим точность измерения постоянного напряжения 0,1%. Сопротивление шунтируется конденсатором, постоянная времени измерения 2 сек.

Измерение оптической плотности образца в любой момент воздействия рентгеновского излучения производится следующим образом: дистанционно, поочередно открывается одна и другая щель, по показаниям

вольтметра определяются значения U и U_0 , пропорциональные I и I_0 ; оптическая плотность (OD) рассчитывается по формуле $OD = \lg_{10} \frac{U_0}{U}$.

Таким образом, введение в оптический ход микроскопа двух щелей позволило:

- 1) осуществить измерение оптической плотности по методу сравнения без перемещения образца;
- 2) сохранить одинаковый оптический путь для эталонного и измерительного световых потоков;
- 3) использовать один фотоприемник;
- 4) в значительной степени исключить влияние дестабилизирующих факторов за счет малой постоянной времени измерения.

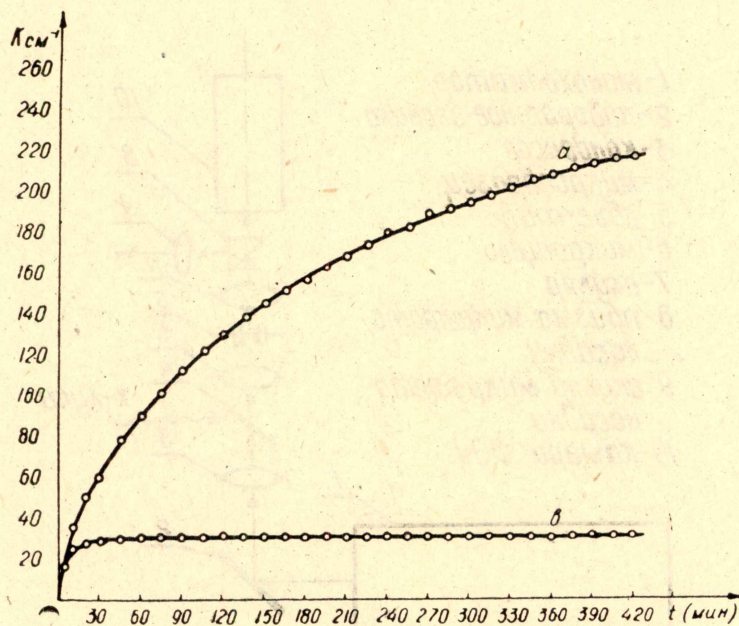


Рис. 4. Кривые накопления F-центров.
 a — в нитевидном кристалле NaCl диаметром 25 мкм, b — в микрослое шириной 20 мкм монокристалла NaCl

Для исследований в широком интервале длин волн нами используются два варианта установки: один предназначен для работы в видимой части спектра, он собран на базе монохроматора УМ-2, микроскопа МБИ-1 и ФЭУ-27. Другой вариант собран на базе монохроматора СФ-4, ультрафиолетового микроскопа МУФ-3 и ФЭУ-53 и предназначен для работы в ультрафиолете. Обе установки расположены по разные стороны рентгеновской установки, что дает возможность одновременно использовать оба окна рентгеновской трубки.

Установка позволяет исследовать микрообразцы диаметром от 10 мкм и выше, а также микрослой макрообразцов, прилегающие к их боковой грани. Максимальная погрешность при измерении оптической плотности в диапазоне $0,0005 \div 2$ не превышает 5%.

На рис. 4 приведены полученные на установке кривые накопления F-центров в нитевидном кристалле NaCl диаметром 25 мкм (кривая a) и микрослое шириной 20 мкм образца, выколотого из монокристалла NaCl (кривая b), в результате семичасового облучения рентгеновскими лучами

ЛИТЕРАТУРА

1. С. У. Гольденберг и И. Я. Мелик-Гайказян. ФТТ **6**, 3484 (1964).
2. Н. В. Иванова, И. А. Дружинина, В. А. Ожигова. Сб. «Экспериментальные методы исследования рудных минералов». М., «Наука», 1965, стр. 93.
3. Л. С. Агроскин и Н. В. Королев. «Оптика и спектроскопия». **6**, 832 (1959).
4. Wolken Y, Strather V. Appl Optics. **2**, 899 (1963).
5. Янг и Кларк. «Приборы для научных исследований». № 2, 1966.
6. Brown Paul. «JOSA», **5**, 1000 (1961).
7. А. Д. Ракчеев. Доклады АН СССР, **130**, 758 (1960).
8. Дюкер и Липпикотт. «Приборы для научных исследований». № 9, 1964.