

Б. ИСАЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ В РЕНТГЕНО-СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 27 II 1939)

В предыдущих работах нами была описана методика измерения интенсивности рентгеновских лучей с помощью пропорционального усилителя^(1, 2, 3). В качестве примеров были произведены измерения распределения энергии в белом спектре вольфрама, зависимость интенсивности линии K_{α} молибдена от напряжения на рентгеновской трубке и т. д.

Настоящая заметка посвящена описанию применения пропорционального усилителя в структурном анализе.

Как известно, величина энергии, рассеянной кристаллическим порошком в методе Дебая, составляет ничтожно малую величину от энергии, падающей на образец (порядка 10^{-6} — 10^{-8}).

В случаях с мышечными тканями или им подобными веществами эта величина еще более мала. Исследование структуры мышечных тканей фотометодом было произведено рядом исследователей. Вследствие очень малой рассеивающей способности тканей исследование производилось со специально сконструированными для этих целей рентгеновскими трубками и камерами (Зееман). Применение мощного пучка рентгеновских лучей и чувствительного фотографического материала позволяло авторам укорачивать время экспозиции до 6 минут.

Большой интерес представляет также изучение изменения структуры мышцы при сокращении или при воздействии посторонних агентов, однако оно осложняется тем, что продолжительность этих процессов значительно меньше требуемого времени экспозиции. Кроме того облучение объектов рентгеновскими лучами большой интенсивности само может изменить структуру биологических объектов. Поэтому замена фотометода ионизационным в этой области исследования представляется задачей большой важности.

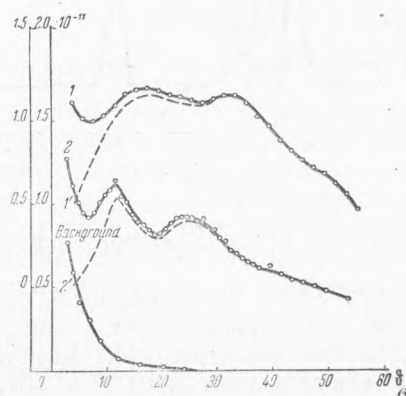
Применение пропорционального усилителя позволяет производить все измерения непосредственно на электрометре методом Бронсона даже при малой мощности рентгеновских лучей.

Пропорциональный усилитель состоял из алюминиевого цилиндра ($R_i=14$ мм и $l=185$ мм) с аксиально натянутой нитью ($r_i=0.05$ мм). Цилиндр с нитью был помещен в герметически закрытый латунный кожух. Передняя стенка с целлюлоидовым окошком для впуска лучей снабжалась тубусом с двумя щелевыми диафрагмами высотой 6 мм и шириной, меняющейся в зависимости от объекта исследования (0.6 мм при исследовании мышечной ткани, 0.2 мм при металлическом образце). Наполнителем слу-

жила смесь криптона с воздухом (200 мм Hg Kr и 100 мм Hg воздуха). Пропорциональный усилитель и исследуемый образец устанавливались на спектрографе, снабженном двумя круглыми диафрагмами радиусом 0.25 мм (для металлического образца) и 0.8 мм (для мышечной ткани). Расстояние между диафрагмами равно 100 мм. Расстояние от фокуса рентгеновской трубки (с железным анодом) до образца (оси спектрографа) 180 мм, расстояние от образца до передней стенки пропорционального усилителя 60 мм. Высокая чувствительность пропорционального усилителя (коэффициент усиления порядка 10^4) позволяла производить измерения ионизационных токов на электромметр Лютца малой чувствительности (30—50 делений на вольт).

Герцог и Янке, Бём (4) получали дебайграммы мышц в виде двух размытых колец, соответствующих периодам идентичности в 10 и 4.7 Å. На внутреннем кольце иногда наблюдается некоторое экваториальное уплотнение, характеризующее преимущественную ориентировку в ткани.

Таким образом дебайграмма мышцы напоминает дебайграмму α -кератина.



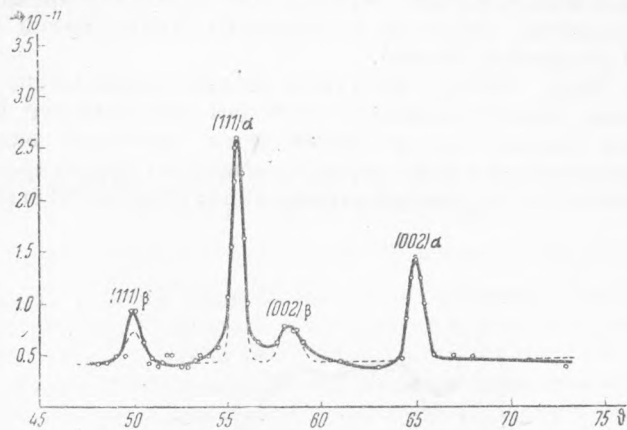
Фиг. 1.

В качестве объекта исследования нами был взят ранее изученный Бём'ом *m. sartorius* лягушки. На фиг. 1 представлено полученное распределение интенсивности в экваториальной плоскости дебайграммы.

Кривая 2 относится к высушенной в растянутом состоянии мышце. На кривой отчетливо видны два максимума, соответствующие периодам идентичности в 10 Å и 4.5 Å. Максимумы выступают еще более отчетливо, если вычесть величину фона при отсутствии мышцы (пунктирная кривая). Этот фон обусловлен рассеянием краями диафрагм и т. п. и нанесен на нижней части фиг. 1. Кривая 1 фиг. 1 относится к мышце в свежем состоянии (мышца также растянута на специальном станочке). Отчетливые максимумы исчезают и промежуток между ними заполняется рассеянным фоном.

Из кривых видно, что при высыхании происходит смещение положения максимумов в сторону меньших углов. Чем это вызвано, сейчас сказать еще трудно. Выяснение этого явления ведется в настоящее время. Необходимо отметить еще тот факт, что несмотря на малую интенсивность пучка, падающего на исследуемое вещество (в нашей работе интенсивность излучения, попадавшего на мышечное волокно, была в 100 раз слабее, нежели в работе Бём'а), ионизационные токи, возникающие в пропорциональном усилителе, достигали величины 10^{-11} А (в ионизационной камере эти токи были бы порядка 10^{-15}).

В качестве второго объекта исследования была выбрана медь в виде тонкой пластинки (съемка на просвет). Предварительным отпуском при температуре 200° достигали мелкозернистости. На фиг. 2 представлена дебайграмма меди. Контрольная съемка на фотопленку при тех же условиях освещения требовала экспозиции 4.5—5 часов (5 mA, 30 kV, пленка чувствительностью 700 X и D, завода им. Семашко). Пунктирная кривая фиг. 2 относится к результатам микрофотометрирования. Отношение интенсивностей линии (111) и (002) согласно микрофотограмме равно 2.12,



Фиг. 2.

это же отношение, полученное с помощью пропорционального усилителя, равно 2.15.

Этим же методом совместно с т. Кожиным было произведено измерение интенсивностей 40 рефлексов от монокристалла аминокислотного серебра. Несмотря на незначительные размеры кристаллика (объем 0.01 мм^3) ионизационные токи достигали величины 10^{-10} А. По полученным результатам в настоящее время Кожиным и Китайгородским заканчивается расчет структуры.

В заключение выражаю благодарность В. И. Векслеру и Г. М. Франку за советы и помощь в работе.

Отдел фотобиологии
Всесоюзного института экспериментальной медицины.

Поступило
2 III 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Векслер и Б. Исаев, ЖЭТФ, 5, 970 (1936). ² В. Векслер и Б. Исаев, ДАН, III, 369 (1936). ³ Б. Исаев и Н. Ступников, ЖЭТФ, 8, 492 (1938). ⁴ G. Voehn, ZS. f. Biologie, 91, 203, H. 3, 19.