

УДК539-27

ПРОЕКТ НОВОГО МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ ДИФРАКЦИОННОЙ КАРТИНЫ В ГАЗОВОЙ ЭЛЕКТРОНОГРАФИИ

Е.Ю. Львова

(кафедра физической химии; e-mail: lvilkov@phys.chem.msu.ru)

Предлагается новая конструкция регистрирующего блока электронографа в газовой электронографии, в которой вместо фотопластинок стационарно вмонтирован люминесцентный экран. Дифракционная картина от исследуемого вещества, полученная на люминесцентном экране, принимается считывающим устройством с контактной фоторегистрацией и передается на рабочий компьютер в виде двумерной оцифрованной карты интенсивностей.

В газовой электронографии давно назрела необходимость отказа от прежней традиционной фотографической методики регистрации дифракционной картины и перехода к новой, обладающей большей чувствительностью, большей разрешающей способностью, обеспечивающей линейный диапазон чувствительности в несколько порядков, а также такой, которая позволяла бы отказаться от кропотливой обработки фотопластинок [1]. Система Imaging Plates (IP) была создана японской фирмой "Fuji" [2] и получила широкое применение для регистрации излучений различного типа (рентгеновского, электронного, нейтронного, ультрафиолетового, а также в видимой части спектра). Она состоит из трех компонентов [3].

Специальная пленка, регистрирующая излучение, состоит из гибкой основы (полиэстер), на которую наносится слой кристаллического тонко дисперсного BaF (Br,I):Eu²⁺.

Считыватель, который сканирует экспонированную пленку и получает двумерную оцифрованную карту поглощенного излучения.

Стиратель, убирающий информацию на экспонированной пленке и подготавливающий ее для нового цикла измерений.

Система (IP) по сравнению с фотографическим методом регистрации имеет следующие преимущества [4]:

- 1) чувствительность в 10–100 раз выше, чем у фотоматериалов;
- 2) линейный диапазон чувствительности составляет 5–6 порядков, в то время как у фотоматериалов он не более 2;
- 3) возможность многократного использования пленки (обеспечивается более 1000 циклов) и отсутствие химической обработки.

Японские авторы [5] в 1998 г. впервые применили систему IP для газовой электронографии. Они отметили, что система обладает самой высокой чувствительностью, в 100 раз превосходящей чувствительность фотопленок. Однако это имеет место лишь при рабочем напряжении на электронографе 200 кВ, а при больших и меньших значениях напряжения чувствительность резко падает, теряя до 4/5 от своего максимального значения.

Кроме того, хотя и не требуется химической обработки фотопленок, но пленка IP должна быть подвергнута облучению светом лазера ($\lambda = 633$ нм), а затем ультрафиолетовым светом ($\lambda = 390$ нм) для подготовки к новому циклу измерений. К тому же стоимость этого импортного оборудования исключительно высока.

В этой связи нам представляется перспективной новая конструкция регистрирующего блока, где вместо фотопластинки стационарно вмонтирован экран с

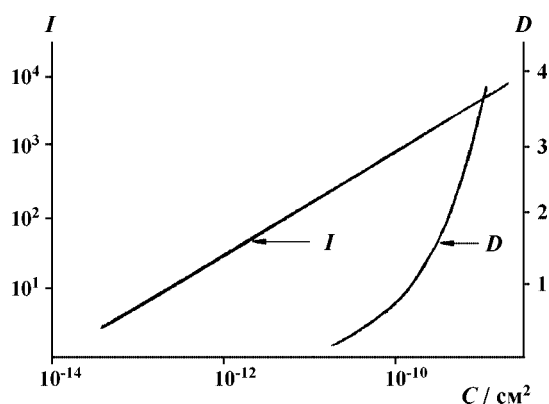


Рис. 1. Зависимость чувствительности от электронной дозы ($C/\text{см}^2$) по [5]: I – интенсивность Fuji imaging plate при $V = 200$ кВ; D – оптическая плотность Fuji FG film

нанесенным на него слоем люминофора подходящего состава. Электронный луч, претерпевая рассеяние на молекулах исследуемого вещества, создает на люминесцентном экране дифракционную картину. Яркость свечения экрана зависит от энергии электронов, т.е. от ускоряющего напряжения, а также от угла рассеяния падающего луча.

Дифракционная картина, полученная на люминесцентном экране, принимается считывающим устройством и передается на рабочий компьютер для дальнейшей обработки.

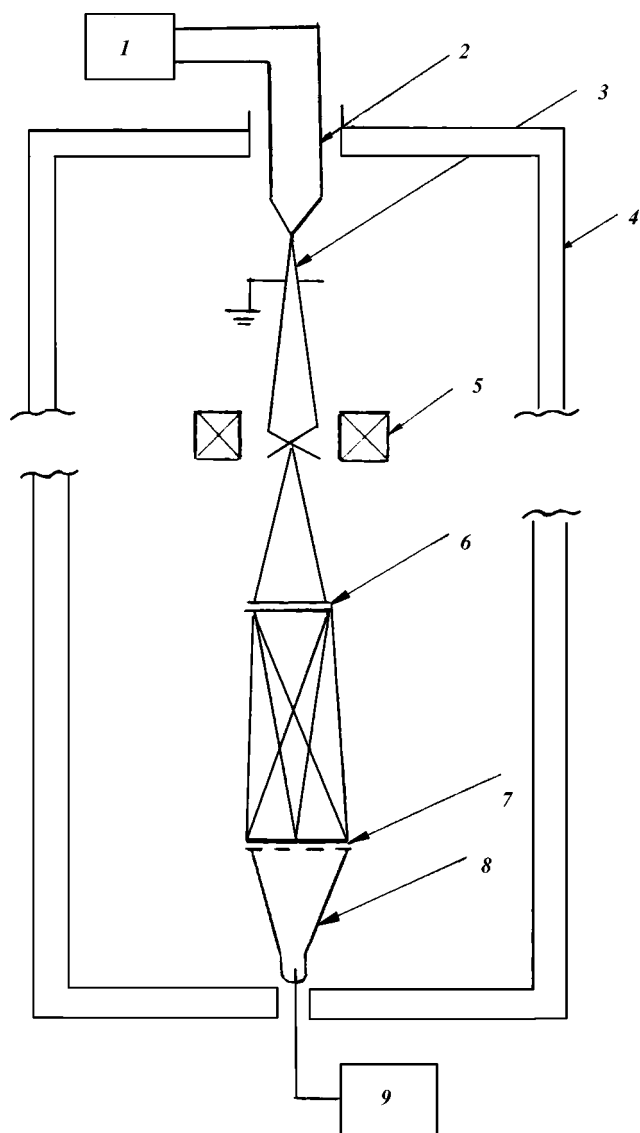


Рис. 2. Принципиальная схема электронографа: 1 – высоковольтный источник; 2 – электронная пушка; 3 – электронный луч; 4 – колонна электронографа; 5 – электромагнитные линзы; 6 – исследуемое вещество; 7 – люминесцентный экран; 8 – считывающее устройство с контактной фоторегистрацией; 9 – компьютер

Основными свойствами люминофоров, определяющими их пригодность для экранов того или иного назначения, являются [6]:

- 1) цвет свечения;
- 2) длительность послесвечения;
- 3) яркость свечения при определенном режиме возбуждения;
- 4) стойкость к электронному облучению;
- 5) разрешающая способность.

Сопоставление технических данных люминофоров разного типа [7] позволяет сделать вывод, что для нашей цели наиболее предпочтительными являются редкоземельные люминофоры, т.е. регулярные люминофоры с высокой концентрацией активатора (до нескольких %). Такие люминофоры более токоустойчивы.

Выбор цвета свечения экрана связан прежде всего со спектральной чувствительностью приемника излучения, так что люминесцирующий экран и считывающее устройство должны быть строго согласованы по спектральной чувствительности.

По длительности послесвечения выбор экрана определяется темпами обновления поступающей информации, но поскольку возникающая на люминесцентном экране дифракционная картина поступает на компьютер для дальнейшей обработки, то требование к длительному послесвечению в нашем случае не является жестким.

Важной характеристикой экрана при возбуждении электронным пучком является стойкость к электронному облучению. Мерой стойкости люминофора к электронному облучению при токовых нагрузках, не приводящих к необратимому температурному выжиганию экрана, может служить ресурс экрана, т.е. плотность электрического заряда, вносимого пучком, при которой яркость падает до половины начального значения. Ресурс экрана оказывается наибольшим (100) для люминофоров типа $Y_3A_{15}O_{12}:Ce$.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод, что наиболее подходящими для нашей цели по химическому составу, длительности послесвечения, ресурсу экрана и другим параметрам являются редкоземельные люминофоры. Для настоящей работы выбран люминофор марки “КЛЗ-2” $ZnS-Gd:Th,Tb$.

Вторым этапом работы, неразрывно связанным с выбором люминофора для экрана, является выбор считывающего устройства подходящего типа, свойства которого (спектральная чувствительность, разрешающая способность и другие параметры)

точно соответствовали бы свойствам люминесцентного экрана.

Сопоставление технических данных электронно-лучевых трубок высокой разрешающей способности [7–9] показывает, что наиболее предпочтительной для нашей цели является трубка 11ЛК7А. Ее используют в устройствах специального назначения с контактной фоторегистрирующей. Возможно также использование трубки 13 ЛК17А. Небольшие размеры этих трубок

(длина 315 мм, вес не более 700 г) позволяют вмонтировать их в регистрирующий блок электронографа.

Таким образом, предлагаемый нами новый метод регистрации дифракционной картины позволяет не только сохранить все преимущества IP, обусловленные использованием люминесцентного слоя, принимающего излучение, но и избавиться от ряда трудностей благодаря применению считывающего устройства с контактной фоторегистацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков В.П. Дис. ... докт. хим. наук. М., 2001.
2. Fuji Film Image Gauge V. 1.3 Fuji Photo Film Co., Ltd. Kohshin Graphics System, Inc, 1996.
3. Fuji Film, Imaging and Information. How Imaging Plates Work. Tokyo, 1998.
4. Shorokhov Dm.J. Molecular structures and conformational preferences studied by quantum chemical calculations and gas electron diffraction using different recording media. Dissertation for degree of doctor scientiarum. Oslo, December 2000.
5. Iijima T., Suzuki W. // Jpn. Appl. Phys. 1998. **37**. P. 5064.
6. Герус В.Л. Физические основы электронно-лучевых приборов. М., 1993.
7. Грицкив З.Д. Электронно-лучевые трубки высокой разрешающей способности и их применение. М., 1989.
8. Архипов В.К. Масштабно-временное преобразование сигналов на основе запоминающих ЭЛТ. М., 1985.
9. Электронно-лучевые приборы: Сборник справочных листов. НИИ «Электронстандарт». М., 1996.

Поступила в редакцию 02.10.2006

A NEW METHOD FOR THE DIFFRACTION PICTURE REGISTRATION IN GAS ELECTRON DIFFRACTION STUDY

Ye.Yu. L'vova

(Division of Physical Chemistry)

A new register device for diffraction picture is proposed; in it instead of photoplates the steady – state luminescent screen is situated. The electron diffraction from substance being studies excite luminescence of this screen, which is fixed by photo-contact reader and then transmit in form of two-dimensional intensity matrix on working computer.