

7. Керимов Б. К. «Изв. АН СССР», сер. физич., 25, 157, 1961.
8. Соколов А. А. Phys. Lett., 3, 211, 1963.
9. Iso S. Nuovo Cim., 25, 456, 1962.
10. Керимов Б. К., Романов Ю. И. ЖЭТФ, 46, 1912, 47, 1123, 1964; «Изв. АН СССР», сер. физич., 29, 1172, 1965; 32, 317, 1968.
11. Abers E. S., Norton R. E., Dicus D. A. Phys. Rev. Lett., 18, 676, 1967.
12. Berman S. M., Sirlin A. Ann. of Phys., 20, 20, 1962.

Поступила в редакцию  
10.11 1967 г.

Кафедра  
теоретической физики

УДК 538.56 : 530.145

В. А. ДИАНОВА, Т. А. КУЛИЕВ, Е. Р. МУСТЕЛЬ, В. Н. ПАРЫГИН

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРЯДА ПОВЕРХНОСТИ АДР ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ

В последнее время появился ряд работ, в которых исследуется электронно-лучевой модулятор света [1, 2]. Это прибор, в котором необходимое для модуляции света напряжение на электрооптическом кристалле создается с помощью электронного

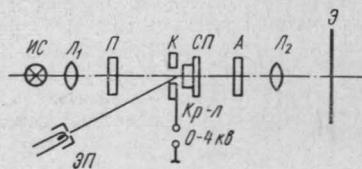


Рис. 1. Схема установки. П — поляризатор, А — анализатор, К — коллектор, ЭП — электронная пушка, Э — экран (фотоумножитель), ИС — источник света, Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub> — линзы, Кр-л — кристалл, СП — сигнальная пластина (стеклянная пластина с проводящим слоем)

луча, сканирующего по поверхности кристалла. Поэтому большой интерес представляет изучение заряда поверхности электрооптического кристалла электронным лучом.

В работе [3] описан способ наблюдения процессов зарядки поверхности различных диэлектриков с помощью растрового микроскопа. Данная статья посвящена исследованию заряда поверхности электрооптических кристаллов с помощью линейного электрооптического эффекта. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Электронный пучок проходит через отверстие в коллекторе на мишень. Размеры коллектора таковы, что заряжается вся поверхность кристалла, а прямое попадание электронов на сигнальную пластину исключено. Размеры кристалла 10×10×15 мм. Расстояние между поверхностью кристалла и коллектором 3—4 мм. Кристалл АДР(NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) помещен между двумя скрещенными поляроидами и через него пропускается параллельный световой пучок. Одна из поверхностей кристалла находится под потенциалом сигнальной пластины, а на другой создается потенциальный рельеф с помощью электронного луча за счет вторичной эмиссии. Интен-

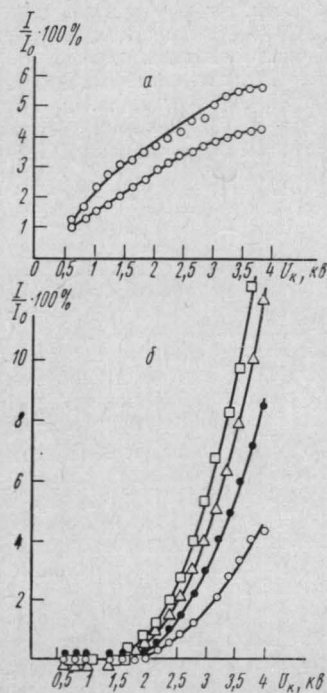


Рис. 2. Зависимость относительной интенсивности света  $I/I_0$  от напряжения на коллекторе ( $U_k$ ): а — сигнальная пластина, соединенная с катодом, б — сигнальная пластина, соединенная с коллектором

сивность света, прошедшего на экран через кристалл ADP и систему поляризаторов, зависит от разности потенциалов между поверхностями кристалла, т. е. свет дает на экране изображение потенциального рельефа. При измерениях вместо экрана в схему (рис. 1) устанавливался ФЭУ. Исследовалась зависимость интенсивности света, проходящего через систему, при облучении кристалла широким электронным пучком от потенциала на коллекторе для случаев, когда сигнальная пластина соединена с катодом и когда сигнальная пластина соединена с коллектором.

На рис. 2, *а* приведена зависимость относительной интенсивности света  $I/I_0$  от напряжения на коллекторе, когда сигнальная пластина соединена с катодом пушки.  $I_0$  — интенсивность света, проходящего через систему при параллельных поляризаторах  $P$  и  $A$ . При напряжении на коллекторе, лежащем между критическими потенциа-

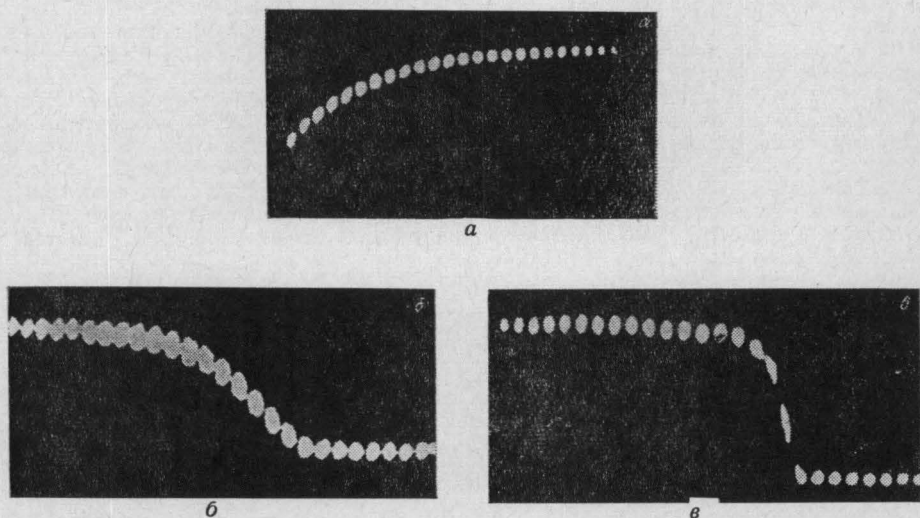


Рис. 3. Осциллограммы времени разряда и заряда поверхности кристалла ADP: *а* — осциллограмма  $\tau_{\text{разр}}=11$  мсек, *б* —  $I_{\text{л}}=1$  мка,  $\tau_{\text{разр}}=8$  мсек, *в* —  $I_{\text{л}}=11$  мка,  $\tau_{\text{разр}}=2$  мсек

лами  $U_{\text{кр}1}$  и  $U_{\text{кр}2}$  [4], интенсивность света, проходящего через кристалл, возрастает с увеличением потенциала. Возрастание интенсивности на выходе системы связано с тем, что с увеличением потенциала коллектора разность потенциалов между поверхностью мишени и сигнальной пластиной растет. При увеличении тока первичных электронов график проходит несколько выше, чем в случае меньшего тока. Это связано с зависимостью коэффициента вторичной эмиссии от тока. На рис. 2, *б* приведена зависимость относительной интенсивности прошедшего через систему света от напряжения на коллекторе, когда сигнальная пластина соединена с коллектором.

В этом случае  $\frac{I}{I_0}=0$  до тех пор, пока величина напряжения на коллекторе меньше  $U_{\text{кр}2}$ . Как только потенциал коллектора превысит второй критический потенциал, через систему начинает проходить свет, интенсивность которого продолжает расти при дальнейшем увеличении потенциала коллектора. Увеличение тока первичных электронов приводит к более резкому изменению интенсивности света, проходящего через систему. Резкая зависимость интенсивности прошедшего света от напряжения на коллекторе дает возможность определить критический потенциал  $U_{\text{кр}2}$  для электрооптических кристаллов.

Было проведено исследование времени заряда и разряда поверхности кристалла ADP широким электронным пучком. Для этого использовалась прежняя схема, изображенная на рис. 1. Электронная пушка запиралась отрицательным потенциалом. Отпирание пушки производилось прямоугольными импульсами от триггера, запускаемого генератором импульсов. Сигнал от фотоумножителя поступал на осциллограф. Исследования, проведенные при комнатной температуре, показали, что время разряда поверхности кристалла составляет 11 мсек (рис. 3, *а*, метка 1 мсек). Время заряда мишени зависит от величины тока пучка. С ростом тока электронного пучка время заряда уменьшается. Так, при токе пучка 1 мка  $\tau_{\text{зар}}=8$  мсек (рис. 3, *б*), а при токе пучка 11 мка  $\tau_{\text{зар}}=2$  мсек (рис. 3, *в*).

Был также предварительно исследован электроннолучевой модулятор с узким электронным лучом, развертываемым по поверхности кристалла ADP. Использовалась стандартная электронная пушка от скиатрона и стандартные фокусирующая катушка и отклоняющая система. Коллектором служил слой аквадага, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. Система кристалл—сигнальная пластина крепилась на вакуумном шлифе, дававшем возможность проверять качество фокусировки электронного луча. Для этого на этом же шлифе был укреплен люминесцирующий экран. Поворот шлифа давал возможность направлять луч либо на экран, либо на поверхность кристалла. Развертка луча по поверхности кристалла осуществлялась звуковым генератором с частотой 20 кГц. Параллельный пучок света пропускался через кристалл, помещенный между скрещенными поляроидами. В отсутствие электронного пучка или напряжения на коллекторе свет через систему не проходил.

При подаче на коллектор и сигнальную пластину напряжения +4 кВ относительно катода и развертке электронного луча по поверхности кристалла на экране наблюдалась световая полоса, соответствующая поданной развертке. Глубина модуляции света составляла примерно 20—25%. Ширина линии на экране оказалась больше, чем ширина луча на поверхности кристалла. По-видимому, это объясняется перераспределением вторичных электронов из-за большой глубины потенциального рельефа. При длительной бомбардировке поверхность кристалла портилась вдоль линии развертки электронного луча, что приводило к снижению яркости изображения на экране.

Проведенные измерения позволяют сделать вывод о возможности использования электрооптического эффекта для исследования характеристик заряда поверхности кристалла электронным лучом. Критический потенциал для кристалла ADP составляет 2 кВ, время растекания заряда по поверхности порядка 10 мкс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Missiles and rockets, **16**, No. 12, 35, 1965.
2. Lindberg E. Electronics, **36**, No. 51, 33, 1963.
3. Сапарин Г. В., Спивак Г. В. «Изв. АН СССР», сер. физич., **30**, 787, 1966.
4. Кноль М., Кейзан Б. Электронно-лучевые трубки с накоплением зарядов. М., Госэнергоиздат, 1955.

Поступила в редакцию  
17.12 1967 г.

Кафедра  
физики колебаний

УДК 621.373

К. К. ЛИХАРЕВ

### О ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ЭФФЕКТЕ ДЖОЗЕФСОНА

Нестационарный эффект Джозефсона [1] является общим свойством слабых сверхпроводящих контактов<sup>1</sup> [2]. Этот эффект связан с тем, что прохождение через слабый контакт тока куперовских пар определяется разностью фаз  $\varphi$  волновой функции пар по обе стороны контакта. Сама же разность фаз имеет специфическую зависимость от электрического и магнитного полей, что обуславливает большое разнообразие свойств и возможных применений слабых контактов [6, 7].

В частности, при нестационарном эффекте Джозефсона оказываются возможными параметрические взаимодействия электромагнитных волн. В настоящем сообщении рассмотрены особенности таких взаимодействий, и на этой основе обсуждаются некоторые экспериментальные результаты.

Характер параметрических взаимодействий будет существенно зависеть от соотношения между длинами участвующих в процессе электромагнитных волн  $\lambda_i$  ( $i=1, 2, \dots$ ), размерами контакта  $l$  и глубиной проникновения в него магнитного поля  $\lambda_J$  [5, 8].

Рассмотрим простейший случай, когда выполнено условие квазистационарности  $\lambda_i \gg l$ . В этом случае выражение для тока через контакт  $l$  имеет вид

<sup>1</sup> Такими контактами между двумя массивными сверхпроводящими образцами могут являться тонкий изолирующий слой [3], точечный контакт [4], тонкий сверхпроводящий мостик [5].