

ОРТО-ПАРАКОНВЕРСИЯ ПОЗИТРОНИЯ В ДИЭЛЕКТРИКЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

В.И. Гольданский, Б.М. Левин, В.Н. Жантарович, Д.А. Агиевский,
М.В. Лавдау, А.Ф. Тамур, А.В. Шишкин

Экспериментально установлен новый механизм орто-пара-
конверсии позитрония, локализованного в диэлектрической
матрице вблизи поверхности металлической частицы.

Поскольку работа выхода электрона из металла меньше энергии связи позитрония ($\phi < 6,8 \text{ эВ}$), то на поверхности металла даже термализованные позитроны могут образовать позитроний в основном состоянии. Для экспериментального наблюдения этого необходимо, чтобы позитроны останавливались вблизи поверхности металла. В работе [1] с этой целью использовался высокодиспергированный металл, включенный в диэлектрическую матрицу цеолита. На поверхности массивного образца металла наиболее эффективное образование позитрония ($\sim 85\%$) наблюдается для позитронов с начальной энергией около 10 эВ [2].

В настоящей работе экспериментально установлен предсказанный ранее [3] эффект орто-параконверсии позитрония вблизи границы металл — диэлектрик.

В диэлектрике с металлическими включениями образующийся позитроний может локализоваться вблизи металлической поверхности, что стимулирует его орто-параконверсию посредством обмена с электронами металла вблизи поверхности Ферми. Оценки эффективности этого процесса, приведенные в работе [3] показывают, что проявления конверсии позитрония следует ожидать при его локализации в порах диаметром порядка 10 \AA , граничащих с металлической фазой. Полученные оценки стимулировали поиск нового механизма орто-параконверсии позитрония вблизи поверхности металла. Первые результаты экспериментального изучения этого вопроса приводятся ниже.

Временные и корреляционные (угловые) измерения проводились с образцами цеолита $(\text{Ca})\text{NaY} (\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 = 4,5 + 6,0)$, содержащими палладий и платину в количестве 5% по весу. Образцы готовились описанным ранее методом [1]. В отличие от работы [1] образцы представляли собой таблетки, полученные из соответствующих поликристаллических порошков под давлением 2000 кг/см^2 . Средний размер кристаллов палладия в образце с восстановленным металлом составлял по данным рентгеноструктурного анализа (уширение дифракционного пика) около 60 \AA , платины — 240 \AA .

Временные спектры получены на установке с разрешением около $0,3 \text{ нсек}$. Измерения угловой корреляции аннигиляционных γ -квантов проводились в щелевой геометрии на установке с разрешением $0,78 \text{ мрад}$.

Импульсные распределения аннигилирующих e^+e^- -пар с учетом приборной функции установки по методу, предложенному в работе [4],

были получены путем решения интегрального уравнения

$$f(\theta) = \int_0^{\infty} N(p) \left\{ \int_{-p}^p R(\theta' - \theta) (d\theta' / p) \right\} dp \quad (1)$$

методом статистической регуляризации, примененным к данной задаче в работе [5]. В (1) приняты следующие обозначения: $f(\theta)$ — экспериментальное угловое распределение, $N(p)$ — искомое импульсное распределение, $R(\theta' - \theta)$ — приборная функция установки.

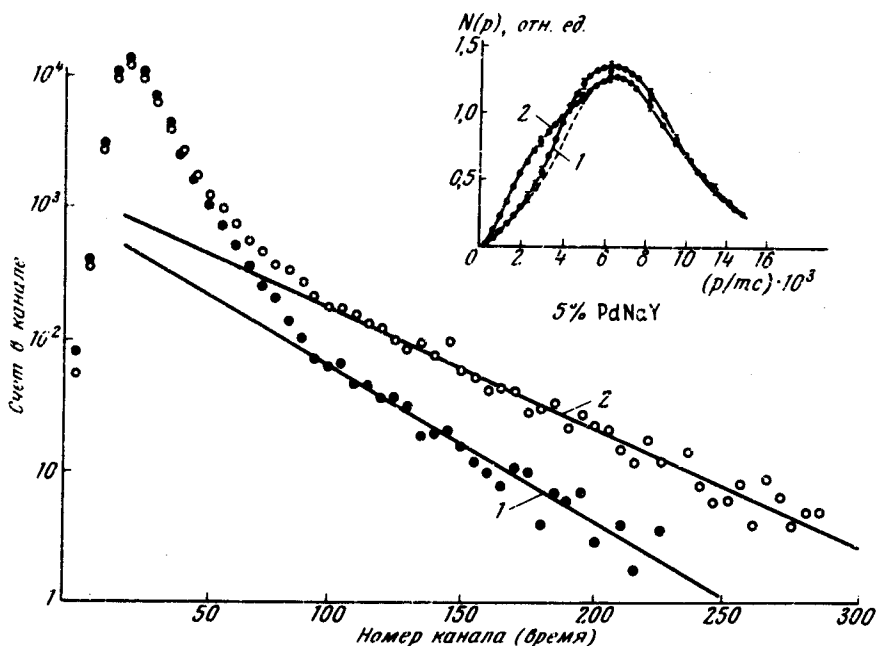


Рис. 1. Временные спектры и импульсные распределения аннигилирующих e^+e^- -пар в системе палладий — цеолит: 1. — катионная форма палладия: $\tau_2 = 1,6$ нсек, $I_2 = 5,5$ % (± 5 %), 2. — металлическая форма палладия: $\tau_2 = 2,0$ нсек, $I_2 = 16$ % (± 5 %), $I_N = 9,5 \pm 1$ %

Результаты временных и угловых измерений показаны на рис. 1 и рис. 2. Сопоставление $I(N)$ (парапозитроний) и I_2 (ортопозитроний) для металлосодержащих образцов цеолита показывает, что отношение $3I_N/I_2$ в два раза превышает значение, соответствующее статистическим весам пара- и ортосостояний позитрония, что свидетельствует о высокой эффективности орто-параконверсии в этих системах. Оценки указанного отношения для катионных форм палладия и платины в цеолите показывают, что оно имеет, в пределах экспериментальных ошибок, нормальное значение ($3I_N/I_2 \approx 1$). Все это позволяет отнести орто-параконверсию позитрония в металлосодержащих образцах за счет упомянутого выше механизма вблизи границы металл — диэлектрик [3].

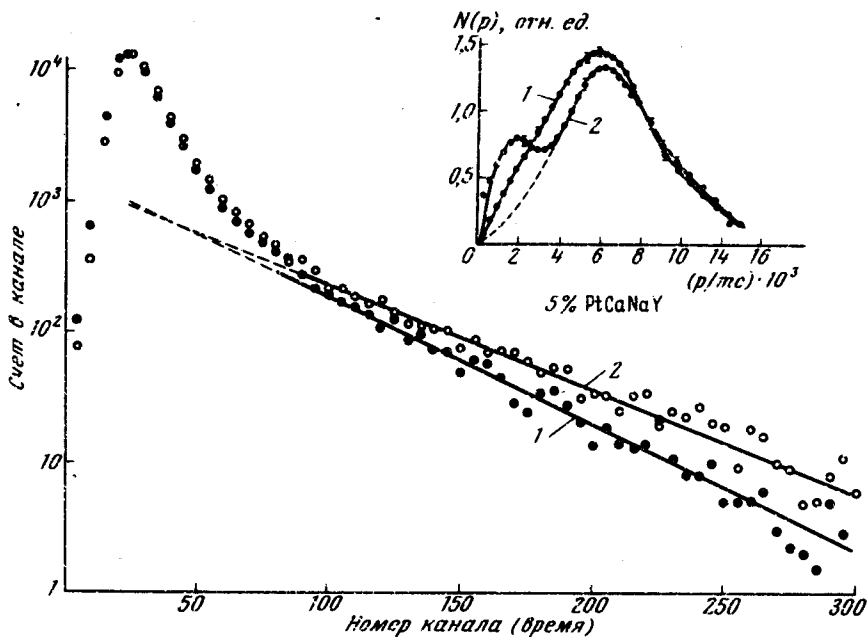


Рис. 2. Временные спектры и импульсные распределения аннигилирующих e^+e^- -пар в системе платина — цеолит: 1. — катионная форма платины: $\tau_2 = 2$ нсек, $I_2 = 15\% (\pm 5\%)$, 2. — металлическая форма платины: $\tau_2 = 2,4$ нсек, $I_2 = 17\% (\pm 5\%)$, $I_N = 12,5 \pm 1\%$

В системах с высокодиспергированным металлом в принципе возможны размерные эффекты в образовании и орто-параконверсии позитрония, поскольку для достаточно мелких металлических частиц заметно возрастает работа выхода электронов [6] и может проявиться дискретность спектра электронных возбуждений [7]. Однако, условия проведенных измерений и их точность не позволяют использовать полученные результаты для определенных заключений о размерных эффектах.

Институт химической физики
Академии наук СССР

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
3 июля 1975 г.

Литература

- [1] В.И. Гольданский, Б.М. Левин, В.П. Шантарович, Д.А. Агиевский, М.В. Ландау. Письма в ЖЭТФ, 19, 448, 1974.
- [2] K.F. Canter, A.P. Mills, Jr., S. Berko. Phys. Rev. Lett., 33, 7, 1974.
- [3] В.И. Гольданский, Б.М. Левин, В.А. Паздзерский, В.П. Шантарович, ДАН СССР, 222, 800, 1975.
- [4] L.C. Smedskjær. Theses, LFT, Technical Univ. of Denmark, 1973.

[5] В.И. Гольданский, А.О. Татур, А.В. Шишкин. ДАН СССР, 223, 76, 1975.

[6] А.П. Максименко, В.И. Твердохлебов. Изв. высш. уч. зав., сер. Физика, 1, 84, 1964.

[7] Л.Н. Горьков, Г.М. Элиашберг. ЖЭТФ, 48, 1407, 1965.
