

КОРРЕКЦИЯ ВКЛАДА ИСТОЧНИКА Ti^{44}

А.Д. Ломыгин, К.Д. Уразова, Ю.С. Бордулев

Научный руководитель: Ю.С. Бордулев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: lomyginanton141@gmail.com

CORRECTION SOURCE CONTRIBUTION Ti^{44}

A.D. Lomygin, K.D. Urazova, Y.S. Bordulev

Scientific Supervisor: Y.S. Bordulev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: lomyginanton141@gmail.com

Abstract. Currently, positron annihilation methods are the most effective methods of studying the defect structure of the substance. The radioisotopes are usually used as sources of positrons in methods of positron annihilation. In this research, the contribution of Ti^{44} source in positron lifetime spectra is studied. The experiment was performed by positron lifetime spectrometry. As a result of this experiment the dependence of Ti^{44} source contribution on atomic number of studied element was obtained. This dependence was described by the function, obtained by the least squares method. This function can be used for Ti^{44} source contribution evaluation for any material.

Введение. Спектрометрия времени жизни позитронов в настоящее время широко используется для анализа дефектной структуры материалов [1]. Традиционным источником позитронов, применяемым сегодня является изотоп Na^{22} . Однако, данный источник не производится на территории Российской Федерации. В качестве альтернативного источника может быть использован изотоп Ti^{44} , характеристики которого не до конца изучены. Данный источник обладает рядом преимуществ. Не смотря на это, его вклад в спектры времени жизни позитронов не определен. Существует зависимость (1) вклада источника позитронов от атомного номера образца [2,3]:

$$S.C. = a * Z^b + c * \ln(Z) + d * Z + e, \quad (1)$$

где S.C. – вклад источника в спектр времени жизни позитронов (СВЖП), Z – атомный номер исследуемого материала.

Данная зависимость имеет ряд коэффициентов (a, b, c, d, e), которые необходимо определить. Найденные коэффициенты дадут возможность определять вклад источника Ti^{44} для разных элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева, а свободный коэффициент (e) покажет постоянную долю позитронов, которые аннигилируют в самом источнике Ti^{44} . Таким образом, **целью** данной работы является коррекция источника позитронов Ti^{44} в СВЖП. Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие **задачи**:

1. Подготовить образцы для проведения опыта;
2. Снять спектры времени жизни позитронов с использованием источника Ti^{44} ;
3. Обработать спектры (с помощью специального программного обеспечения);

4. Аппроксимировать зависимость вклада источника Ti^{44} , т.е. узнать неизвестные коэффициенты из формулы (1).

Материалы и методы. В эксперименте были использованы следующие металлы: алюминий(Al), железо(Fe), никель(Ni), медь(Cu), цинк(Zn), свинец(Pb), цирконий(Zr), олово (Sn). Данные материалы были отожжены в вакуумной печи, для обеспечения бездефектной структуры. Характеристики отжига описаны в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики отжига материалов

Исследуемый материал	Время отжига, час	Температура отжига, К
Алюминий	1	773
Железо	2	1173
Никель	2	1173
Медь	2	1123
Цинк	1	523
Свинец	1	523
Цирконий	2	1173
Олово	2	493

Метод СВЖП основан на измерении отрезка времени между двумя событиями: рождением и аннигиляцией позитрона. Полученные значения времени жизни позитронов собираются в спектр, со статистикой примерно 5-10 миллионов событий, где по оси абсцисс откладывается время жизни, по оси ординат – интенсивность. Далее происходит обработка спектров в программе LT10, с помощью мульти экспоненциальной модели. Результатом данной обработки является набор компонент (для каждого состояния позитрона), характеризуемых временем жизни и интенсивностью. Из данной обработки может быть получена доля позитронов, аннигилирующих непосредственно в источнике позитронов (вклад источника). Аппроксимация экспериментальной зависимости вклада источника от атомного номера образца с помощью функции (1) реализуется с помощью метода наименьших квадратов с применением программного продукта MatLab.

Результаты. Результаты, полученные с помощью программы LT 10 представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Результаты обработки в программе LT 10

Материалы	Время жизни, пс	Атомный номер	Вклад источника	χ^2
Al	166.80±0,08	13	16,57	1,0228
Fe	109.90±0,09	26	19,44	1,00435
Ni	106.80±0,05	28	20,21	0,9982
Cu	117.40±0,03	29	20,65	1,00815
Zn	149.50±0,05	30	19,84	1,01895
Zr	160.50±0,01	40	22,1	1,01965

Pb	201.9±0,1	82	26,86	0,9965
Sn	197.9±0,2	50	22,1	1,0393

Из таблицы видно, что времена жизни позитронов исследуемых материалах соответствуют временам жизни позитронов в бездефектных материалах[4]. Видно, что значение χ^2 для всех спектров близко к 1. Следовательно, данные спектры обработаны корректно. Из таблицы видно, что существует зависимость между атомным номером элемента и вкладом источника. Данные о вкладах источников используются далее для аппроксимации зависимости, которая выполняется при помощи программы MatLab.

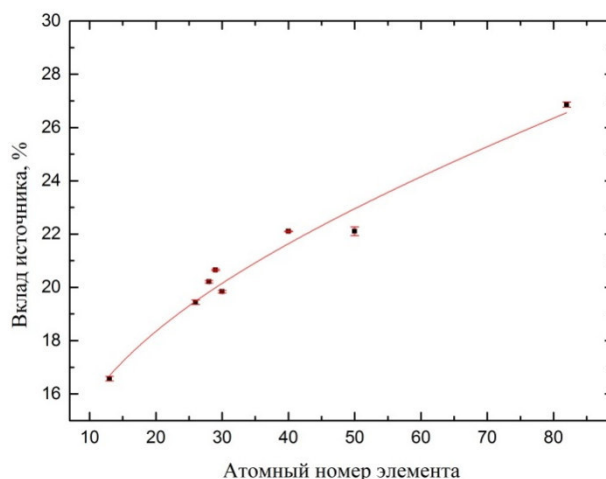


Рис. 2. Зависимость порядкового номера элемента от вклада источника

В ходе аппроксимации методом наименьших квадратов, были получены следующие коэффициенты: $a = 2,76$, $b = -15$, $c = 2,7$, $d = 0,07$, $e = 8,8$.

Закключение. В результате данной работы был изучен источник позитронов Ti^{44} . Полученна зависимость вклада источника от атомного номера образца. Данная зависимость была аппроксимирована методом наименьших квадратов. Были определены коэффициенты функциональной зависимости вклада источника от атомного номера материала. Данные коэффициенты могут быть использованы для расчета вклада источника Ti^{44} для любого материала. Также была определена постоянная доля позитронов, аннигилирующих в самом источнике, которая составила 8,8%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Графутин В.И., Графутин Е.П. Прокопьев. Применение позитронной аннигиляционной спектроскопии для изучения строения вещества // Приборы и методы исследований. – 2002. – Т. 172. – № 1.
2. Surbeck H., Lebensdauer der Positronen in Silberbromid. Helv. Phys. Acta 1977; 50: 705-721.
3. Djourellov N., Misheva M., Phys. J. Source correction in positron annihilation lifetime spectroscopy. Condens. 1996.
4. Campillo Robles J.M., Plazaola F. Trans Tech Publications. Collection of Data on Positron Lifetimes and Vacancy Formation Energies of the Elements of the Periodic Table 2003; Vols 213-215; 141-0.