

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗИТРОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСТОЧНИКА
ПОЗИТРОНОВ ^{64}Cu**

В. Чэнь, Ю.С. Бордулев

Научный руководитель: ассистент, Ю.С. Бордулев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: 335195531@qq.com

POSITRON ANNIHILATION STUDY USING ^{64}Cu POSITRON SOURCE

W. Chen, Y.C. Bordulev

Scientific Supervisor: assistant, Y.C. Bordulev

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

E-mail: 335195531@qq.com

***Abstract.** This research is attributed to properties study of ^{64}Cu isotope as a positron source. This isotope was obtained by neutron irradiation of copper foil in research nuclear reactor. The Doppler broadening spectrometer was used in this research to study the parameters of ^{64}Cu . The experiment shows that, as ^{64}Cu loses its activity, the peak to noise ratio increases, while the S parameter goes up and the W parameter goes down.*

Введение. Традиционным источником, применяемым в методах позитронной аннигиляции, является изотоп ^{22}Na [1]. В России используется изотоп ^{44}Tl . Однако, традиционные источники позитронов имеют ряд ограничений в использовании. Они не могут применяться при высоких температурах, а также в агрессивной среде водорода. Это ограничивает их использование в области исследования новых материалов для водородной энергетики.

Решить данную проблему может применение ^{64}Cu в качестве источника позитронов. Данный изотоп может быть использован при высокой температуре благодаря тому, что температура плавления меди достаточно высокая (1083°C) и медь не взаимодействует с водородом. Однако, перед использованием ^{64}Cu в методах позитронной аннигиляции, необходимо провести дополнительные исследования о применимости данного изотопа в качестве источника позитронов.

Соответственно, целью данной работы является исследование применимости источника позитронов на основе меди для методов позитронной аннигиляции.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Получить изотоп ^{64}Cu
2. Провести эксперимент по исследованию аннигиляции позитронов
3. Обработать данные

Изотоп ^{64}Cu был получен путем облучения образца медной фольги (99.99%) потоком нейтронов. Вес образца составил 40мг. Облучение проводилось в исследовательском ядерном реакторе ТПУ ИРТ-Т. Образец был облучен потоком нейтронов с мощностью дозы 10^{13} нейтрон/см²*сек. Время облучения составило 30мин. Для исследования свойств данного источника был применен спектрометр Доплеровского уширения аннигиляционной линии (ДУАЛ) [2], состоящий из γ -детектора на основе

особо-чистого германия и системы сбора и обработки данных. После облучения медного образца был выждан временной период в несколько дней для того чтобы активность материала снизилась до ~ 50

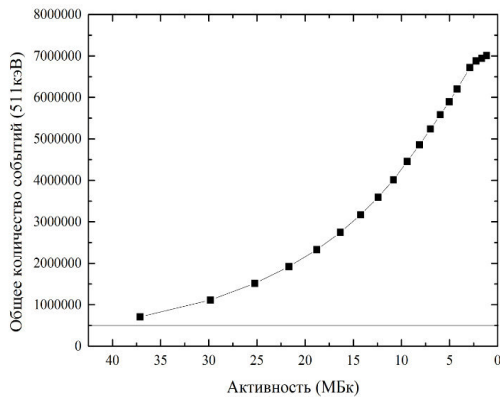


Рис.1 Зависимость общего количества событий (511КэВ) от активности 64Cu.

МБк. После облучения медного образца был выждан временной период в несколько дней для того чтобы активность материала снизилась до ~ 50 МБк. Далее источник был помещён между двумя бездефектными образцами титана и потом помещён перед детектором. Далее в течение 3 дней был произведен эксперимент по набору энергетических γ -спектров с помощью спектрометра ДУАЛ. Анализ сигналов включал получение зависимости соотношения доли хороших сигналов ко времени, скорости счёта, соотношения пика к шуму, а также

аннигиляционных параметров ДУАЛ - S и W к активности изотопа.

Результаты и обсуждение. Зависимость общего количества событий (511КэВ) и скорости сбора сигналов от активности представлена на Рис. 1 и 2, соответственно. На Рис. 1 мы видим, что общее количество событий постепенно увеличивается с уменьшением активности. Очевидно, что во всех спектрах количество событий превышает 0,5 миллиона (достаточная статистика, для получения характеристик позитронной аннигиляции с удовлетворительной погрешностью).

На Рис. 2, мы обнаружили, что сначала скорость счёта увеличивается, соответственно уменьшению активности 64Cu до около 15МБк. А затем скорость счёта постепенно снижается. Когда активность больше чем 15 МБк, событий, соответствующих $\beta +$ распаду слишком много. Поэтому детектор не успевает обработать такое количество сигналов, поступающих одновременно, и это приводит к уменьшению скорости счёта.

Зависимость отношения доли хороших сигналов ко времени от активности представлена на Рис. 3. Мы видим, что сначала значение хороших сигналов увеличивается соответственно увеличению активности 64Cu до около 5 МБк, а потом постепенно снижается. При активности около 5МБк, значение хороших сигналов самое высокое.

Зависимость соотношения (пик/шум) от активности 64Cu представлена на Рис. 4. Мы видим, что сначала соотношение пика к шуму постепенно увеличивается соответственно

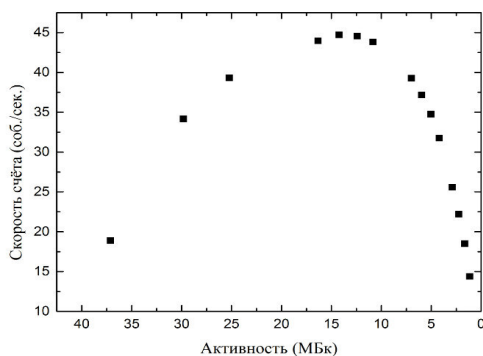


Рис. 2 Зависимость скорости счёта сигналов с детектора в зависимости от активности 64Cu.

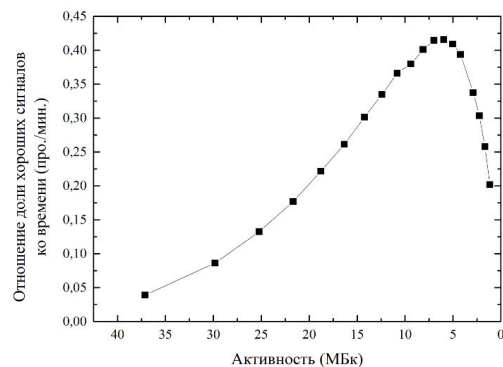


Рис. 3 Зависимость отношения доли хороших сигналов ко времени от активности.

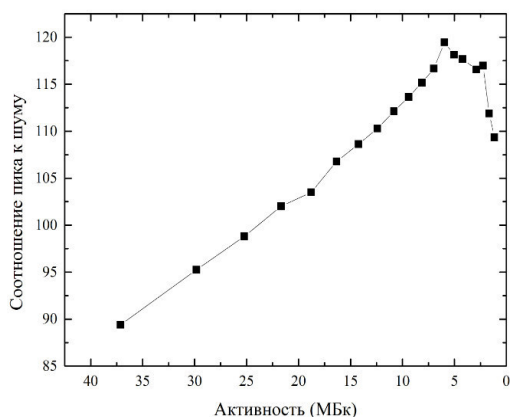


Рис. 4 Зависимость соотношения (пик/шум) от активности ^{64}Cu

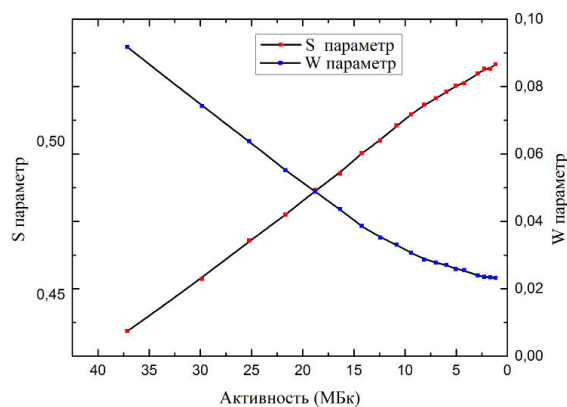


Рис. 5 Зависимость S и W параметра от активности ^{64}Cu

уменьшению активности ^{64}Cu до около 5МБк. А затем соотношение пика к шуму снижается. Чем выше соотношение пика к шуму, тем лучше энергетический спектр. При активности 5МБк, соотношение пика к шуму очень высокое. Таким образом, из зависимостей, представленных на Рис. 3 и Рис. 4. видно, что данная активность лучше всего подходит для эксперимента со статистической точки зрения.

Зависимость S параметра и W параметра от активности представлена на Рис. 5. Мы видим, что S параметр увеличивается и W параметр уменьшается с течением времени. Дефектная структура материала не менялась с течением времени, но с потерей активности изотопа, форма спектра изменялась. Параметры S и W, являясь параметрами формы спектра, зависят от активности. Соответственно, уменьшающаяся активность, делая пик уже и выше, приводит к увеличению S и падению W параметров. Когда активность изотопа больше чем 12,5МБк, зависимость параметров S и W от активности является линейной.

Заключение. Было проведено исследование по применимости ^{64}Cu в качестве источника позитронов для метода позитронной аннигиляции. С уменьшением активности, S параметр увеличивается и W параметр уменьшается. Это не связано с природой материала. Это связано с изменением активности источника ^{64}Cu . Мы видим, что зависимость S, W параметра от активности является линейной, когда активность изотопа больше чем 12,5МБк. Мы можем получить приближенную зависимость

$$y=kx+b,$$

где y-S параметр, x-активность, k и b-константы. Когда мы используем ^{64}Cu как источник позитронов в эксперименте ЭПА, изменения активности изотопа ^{64}Cu не будут влиять на результаты эксперимента потому, что угол между y и x не меняется, т.е. k-констант. Для осуществления эксперимента необходимо знать разницу результатов между бездефектным образцом и исследуемым образцом.

Таким образом, мы можем использовать ^{64}Cu как источник позитронов при активности больше чем 12,5МБк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. P. Hautojarvi. Positrons in Solids.– New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1979. – 3 с.
2. Jakub Cizek. Investigation of Crystal Lattice Defects in Deformation and Irradiation Damaged Solids by Means of Positron Annihilation. – Prague: Charles University Prague, 2001. – 29 с.