

ХРАНЕНИЕ УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ В СОСУДЕ С МАГНИТНОЙ "СТЕНКОЙ"

Ю.Ю.Косвинцев, Ю.А.Кушнир, В.И.Морозов.

В работе описан эксперимент по хранению УХН с энергией $0 \pm 30 \cdot 10^{-9}$ эв в сосуде, закрытом при помощи магнитного поля. Результаты проведенного эксперимента подтверждают возможность применения магнитных полей для хранения ультрахолодных нейтронов.

Как показано в работе [1], нейтроны достаточно низкой энергии могут отражаться от энергетического барьера, создаваемого магнитным полем, при любых углах падения, что создает возможность удержания их в ограниченной области пространства при помощи поля.

Такого рода эксперимент проведен на установке для получения УХН из реактора СМ-2 [6]. Схема эксперимента представлена на рис. 1. Для хранения УХН использовался медный цилиндрический сосуд 5 с внутренним диаметром 100 мм и длиной 2,4 м. На одном из торцов сосуда был установлен электромагнит, состоявший из соленоида 8 с сердечником 9 диаметром 100 мм и внешнего стального панциря 6. Соле-

ноид с внутренним диаметром 110 мм и длиной 18 см был намотан медной шиной сечением 20 мм². При максимальном токе через обмотку (200 а) напряженность поля на поверхности сердечника достигала 5,3 кэ (в центре) и 6,5 кэ (у края). На расстоянии 25 см от поверхности сердечника напряженность убывала до 50 э. Для нейтронов со спином, направленным по полю, магнитное поле в районе торца сердечника создает энергетический барьер

$$U = 3,2 + 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ эв}$$

($U = \mu H$, где μ – магнитный момент нейтрона, H – напряженность поля). Для таких нейтронов магнитное поле играет роль своеобразной "стенки", удерживающей нейтроны в сосуде, если их энергия $E < U$.

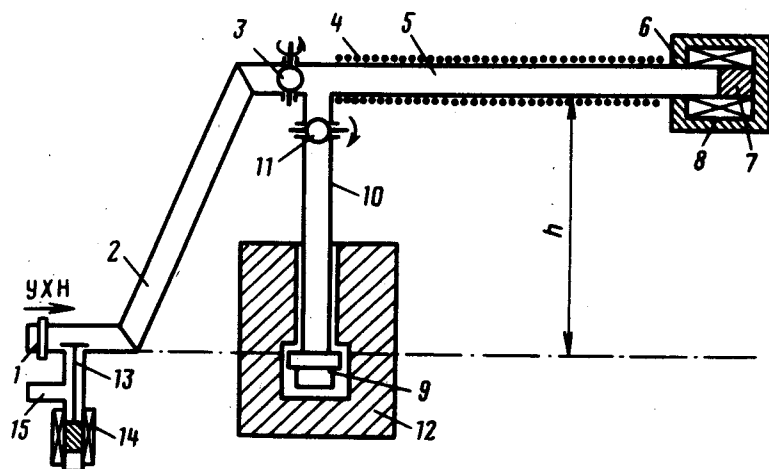


Рис. 1. Схема эксперимента по хранению УХН в сосуде с магнитной "стенкой": 1 – выходной патрубок установки для извлечения УХН, 2 – наклонный нейтронный канал, 3 – впускная заслонка, 4 – соленоид ведущего поля, 5 – сосуд для хранения УХН; 6 – панцирь электромагнита, 7 – сердечник электромагнита, 8 – соленоид, 9 – детектор УХН, 10 – вертикальный канал, 11 – заслонка детектора, 12 – защита детектора; 13 – клапан откачки, 14 – электромагнит клапана, 15 – патрубок откачки

Нейтроны со спином, направленным против поля, будут ускоряться последним и "вытекать" из сосуда.

Для уменьшения депolarизации УХН в объеме хранения создавалось однородное ведущее поле напряженностью ~ 50 э при помощи дополнительного соленоида 4.

Заполнение сосуда нейтронами производилось из выходного патрубка 1 установки для получения УХН по наклонному нейтронному каналу через заслонку 3. Весь сосуд был поднят относительно выходного патрубка на высоту $h = 135$ см. При этом энергия накапливаемых УХН не пре-

вышает $3 \cdot 10^{-8}$ эв, поскольку спектр УХН на выходе установки имеет верхнюю границу $1,62 \cdot 10^{-7}$ эв (при подъеме на $h = 1$ см кинетическая энергия нейтрона уменьшается на $0,98 \cdot 10^{-9}$ эв).

Для регистрации УХН использовался газовый пропорциональный счетчик 9 на основе He^3 с алюминиевым входным окном площадью 60 см^2 . Перед регистрацией в детекторе "вытекающие" из сосуда нейтроны ускоряются в вертикальном канале 10, приобретая энергию, большую граничной энергии алюминия ($\sim 5 \cdot 10^{-8}$ эв).

В эксперименте исследовалась зависимость числа нейтронов, сохранившихся в сосуде, от времени хранения.

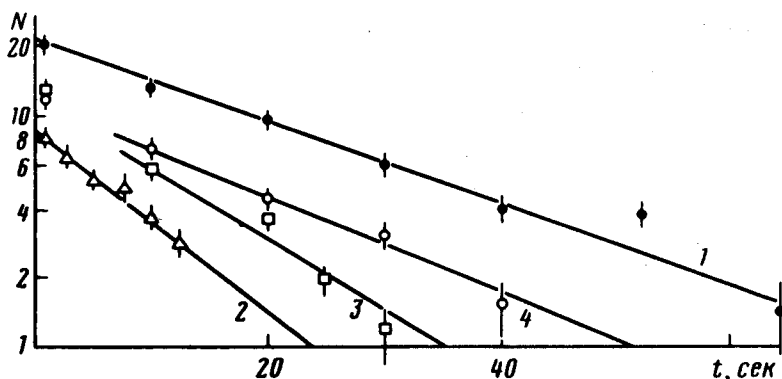


Рис. 2. Зависимость числа УХН, оставшихся в сосуде, от времени хранения: 1 – торец сердечника покрыт медной фольгой, электромагнит отключен, 2 – торец сердечника покрыт полиэтиленом, электромагнит отключен, 3 – торец покрыт полиэтиленом, электромагнит включен, 4 – торец покрыт полиэтиленом, электромагнит включен, соленоид ведущего поля включен

Для случая, когда поля электромагнита и ведущее отключались, а поверхность торца сердечника покрывалась медной фольгой, время хранения составило $25 \pm 2 \text{ сек}$ (кривая 1, рис. 2). В дальнейших измерениях торец сердечника покрывался поглотителем УХН (полиэтиленом). В этом случае время хранения УХН составило $10,5 \pm 1,5 \text{ сек}$ и $15 \pm 2 \text{ сек}$ соответственно при отключенном и включенном поле электромагнита (кривая 2 и 3, рис. 2). Полученное малое время хранения свидетельствует о заметной деполяризации УХН в объеме сосуда. Возможной причиной деполяризации может быть нестабильность генератора, запитывающего обмотку электромагнита.

При включении ведущего поля деполяризация существенно уменьшилась, поскольку время хранения возросло до $22 \pm 3 \text{ сек}$. Это значение в пределах ошибки совпадает со значением времени хранения УХН в сосуде, закрытом медной фольгой.

Результаты проведенного эксперимента подтверждают предсказанную в работе [1] возможность применения магнитных полей для хранения нейтронов низких энергий.

Авторы благодарны Ю.С.Замятнину, Ю.Г.Абову и П.А.Крупчицкому за обсуждение постановки эксперимента.

Поступила в редакцию
8 декабря 1975 г.

Литература

- [1] В.В.Владимирский. ЖЭТФ, 39, 1062, 1960.
 - [2] Ф.Л.Шапиро. ОИЯИ, РЗ-7135, Дубна, 1973.
 - [3] В.И.Лушиков. Ю.Н.Покотилловский, А.В.Стрелков, Ф.Л.Шапиро. Письма в ЖЭТФ, 9, 40, 1969.
 - [4] Л.В.Грошев. и др. ОИЯИ, РЗ-5392, Дубна, 1970.
 - [5] В.М.Лобашев и др. ЯФ, 19, 300, 1974.
 - [6] Ю.С.Замятнин и др. ОИЯИ, РЗ-7946, Дубна, 1974.
-