

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1077/83

28/2-83

P3-82-811

В.К.Игнатович, Ким Зун Бок, В.И.Лушиков,
А. Д.Стойка*, А.В.Стрелков, Чан Хань Май

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ХРАНЕНИЮ УХН
В СОСУДАХ В ПРОТОЧНОМ РЕЖИМЕ

*Институт ядерных энергетических реакторов,
г.Питешть, СРР.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема хранения УХН в замкнутых сосудах^{/1/} заключается в том, что теоретически рассчитанное время хранения намного больше экспериментально наблюдаемого. Этот факт, изучавшийся в многочисленных экспериментах /например, ^{/2-4/}/, до сих пор не получил еще удовлетворительного объяснения. Было показано, что УХН покидают сосуды в результате нагрева при столкновении с их стенками до энергий порядка энергии тепловых нейтронов^{/5,6/}. Этот результат противоречит тому обстоятельству, что время хранения УХН, как было показано в ^{/7,8/}, слабо зависит от температуры.

В настоящей работе проточным способом одновременно измеряется время хранения УХН и поток тепловых нейтронов, образующихся при столкновении УХН со стенками сосудов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Сосуд 1 /рис.1/, в котором изучалось хранение УХН, представляет собой отрезок медной трубы /длина 1,5 м, внутренний диаметр 7,5 см, толщина стенки 1,25 мм/ с электрополированными внутренними стенками. Внутренний объем сосуда с торцов герметично отделен от остального вакуумного объема фольгами из чистого /99,999%/ алюминия толщиной 100 мкм. Эти фольги достаточно прозрачны и служат окнами для входа 2 и выхода 3 УХН из сосуда. Снаружи сосуд обвит электронагревательными элементами 4 и медными трубками для прокачки жидкого азота 5, что позволяет варьировать температуру сосуда в пределах /80-850/К, измеряемую термомпарами в центре и по краям. Сосуд для хранения УХН помещен в трубу из нержавеющей стали 6 /диаметр 10 см, толщина стенки 1 мм/, на которую с зазором 0,2 мм надет счетчик подогретых нейтронов /СПН/ 7. Чувствительный к нейтронам объем СПН - пространство между двумя алюминиевыми цилиндрами /диаметрами 10,6 см и 23 см, длиной 63 см/, разделенное симметричным образом вдоль оси тонкими перегородками на 6 частей, в каждой из которых протянута вольфрамовая нить - анод /толщиной 20 мкм/. СПН заполнен газовой смесью: ³He - 1,5 атм, Ar - 1,5 атм, CO₂ - 40 Торр.

Импульсы от СПН регистрируются амплитудным анализатором и параллельно поступают через дифференциальный дискриминатор на пересчетное устройство, причем щель дискриминатора /0,5-1 МэВ/ настраивается на пик в амплитудном спектре, соответствующий энергии, выделяемой заряженными частицами T⁺ при захвате нейтрона ³He /0,764 МэВ/.

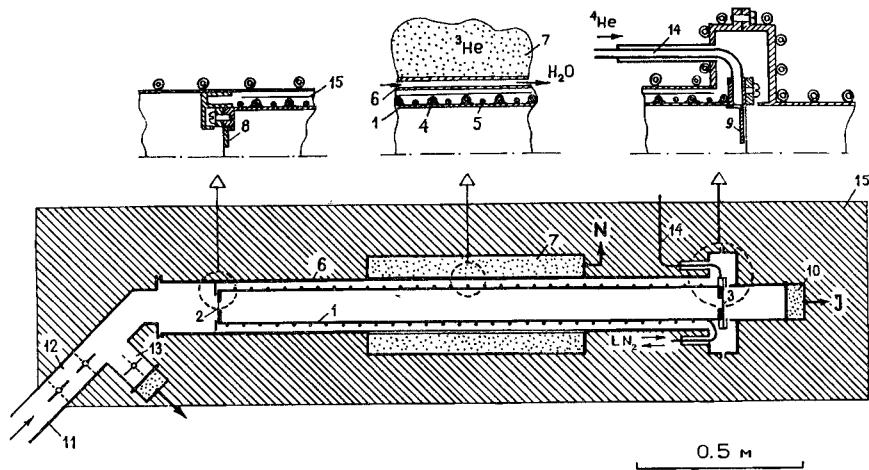


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 - сосуд для хранения УХН; 2 - входное, 3 - выходное окна; 4 - трубки для охлаждения сосуда жидким азотом, 5 - электронагреватель; 6 - вакуумный кожух; 7 - счетчик подогретых нейтронов; 8 - входная, 9 - выходная диафрагмы; 10 - счетчик УХН; 11 - транспортный нейтронный канал; 12 и 13 - заслонки УХН; 14 - трубка для откачки; 15 - защита.

СПН расположен на некотором удалении от Al-фольг - окон для того, чтобы препятствовать попаданию в счетчик нейтронов, нагревшихся на алюминиевых окнах и стенках нейтронного канала. Внутри сосуда для хранения УХН непосредственно у входного и выходного окон расположены сменные диафрагмы 8,9 из меди, позволяющие оптимизировать входящие и выходящие потоки УХН. За выходным окном расположен счетчик УХН 10. Этот счетчик работает в пропорциональном режиме, наполнен смесью газов ^3He - 5 Торр, Ar - 750 Торр, CO_2 - 25 Торр с Al-окном толщиной 60 мкм и площадью 60 см². Поскольку площадь используемого отверстия из сосуда /площадь рабочей диафрагмы ~1,7 см²/ намного меньше площади окна счетчика, можно полагать, что отражение от Al-окна счетчика не влияет на его эффективность. В такой постановке эффективность счетчика отличается от единицы только на некоторую долю УХН, захватившихся в Al-окне и нагревшихся на балластном газе - Ar.

От источника /9/ по транспортному нейтронному каналу 11 ультрахолодные нейтроны поступают в сосуд 1, причем этот поток за время ~0,3 с можно прерывать сдвоенной /для уменьшения просачивания через щели/ заслонкой 12. Заслонка 13 открывает доступ УХН к эффективному поглотителю /полиэтилен площадью 60 см²/ и служит для определения времени вытекания УХН из сосуда при синхронном закрытии заслонки 12 и открывании заслонки 13.

После окончательного монтажа защиты, содержащей слой В₄С ~5 см и борированный полиэтилен 25 см, фон /заслонка 12 закрыта/ составил СПН - $N \approx 0,25 \text{ с}^{-1}$, а счетчика УХН - $J \approx 0,02 \text{ с}^{-1}$. При неработающем реакторе $N \approx 0,1 \text{ с}^{-1}$, $J \approx 0,003 \text{ с}^{-1}$, причем этот остаточный фон не вызван нейтронами, поскольку в амплитудных спектрах детекторов не наблюдалось выраженного пика с энергией 0,764 МэВ, характерной для регистрации нейтронов счетчиком с ^3He /на это обстоятельство указывает и постоянство значения остаточного фона при уменьшении в 4 раза давления ^3He в СПН/.

Заслонка 12 изготовлена из медной фольги толщиной 7 мкм. Замена этой фольги на нержавеющую сталь толщиной 1 мм не изменила результата для N и J при закрытой заслонке. Это указывает на отсутствие заметной примеси в N и J нейтронов со скоростями ~ $6 \cdot 10^4 \text{ мс}^{-1}$, несколько превышающими скорости УХН.

Откачка внутренней полости сосуда осуществляется через медную трубку 14 внутренним диаметром 6 мм и длиной 1,5 м, которая соединяет сосуд с вакуумной системой нейтронного канала, где поддерживается вакуум $\sim 10^{-3} - 10^{-4}$ с помощью диффузионных насосов. Для увеличения скорости откачки сосуда применялась периодическая промывка чистым ^4He /наполнение сосуда ^4He до давления ~0,5 атм с последующей откачкой в вязкостном режиме /8/.

Поверхности вакуумной камеры, СПН и счетчика УХН охлаждаются проточной водой, причем вода проходит по зазору /~0,2 мм/ между камерой и СПН. Для улучшения теплоизоляции сосуда он окружен экраном 15 из нержавеющей стали толщиной 0,1 мм.

Нагретые нейтроны до попадания в СПН проходят через 1,5 мм слой меди, 1,1 мм слой нержавеющей стали, 0,2 мм слой воды /только в измерениях при T = 300 К/ и 2 мм слой алюминия, что ограничивает нижний энергетический предел регистрации СПН значением 10^{-4} эВ.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В предположении постоянства плотности и изотропности потока УХН по всему объему сосуда интенсивность регистрации на выходе из сосуда УХН (J) и тепловых нейтронов, образующихся при неупругих соударениях УХН со стенками сосуда (N), определяется выражениями:

$$J = K \frac{\tau_t}{\tau_2} J_0,$$

$$N = \epsilon \frac{\tau_t}{\tau_{ie}} J,$$

где K и ϵ - соответственно эффективность регистрации счетчика

УХН и СПН, τ - время пребывания УХН в сосуде; $\tau_t^{-1} = \tau_1^{-1} + \tau_2^{-1} + \tau_{ex}^{-1}$, τ_1 и τ_2 - время вытекания УХН из входного и выходного отверстий, соответственно, $\tau_{ex}^{-1} = \tau_a^{-1} + \tau_{ie}^{-1} + \tau_\beta^{-1}$, τ_a - время хранения до захвата $\tau_a^{-1} = \mu_a \bar{v}$, τ_{ie} - время хранения до нагрева $\tau_{ie}^{-1} = \mu_{ie} \bar{v}$, \bar{v} - средняя частота столкновений УХН со стенками сосуда, μ_a и μ_{ie} - соответственно коэффициенты потерь УХН за счет захвата и нагрева при однократном ударе УХН о стенки, τ_β - время до β -распада свободного нейтрона ~ 900 с/, J_0 - поток УХН, входящий в сосуд.

Для определения τ_a и τ_{ie} измеряется соответственно зависимость интенсивности регистрации J и N от p_{He} - давления 4He в сосуде:

$$\frac{1}{J} = \frac{\tau_2}{K J_0} \left(\frac{1}{\tau_t} + \frac{p_{He}}{(p\tau)_{He}} \right),$$

$$\frac{N}{J} = \frac{\epsilon}{K} \tau_2 \left(\frac{1}{\tau_{ie}} + \frac{p_{He}}{(p\tau)_{He}} \right),$$

где $(p\tau)_{He}$ - постоянная величина, $(p\tau)_{He} = \frac{kT}{\sigma_{He} \bar{v}_{He}}$. Здесь kT - тепловой фактор, σ_{He} - сечение рассеяния нейтрона на атомах 4He , \bar{v}_{He} - средняя скорость атомов 4He . Расчетное значение $(p\tau)_{He} = 343$ Торр·с хорошо согласуется с экспериментальным значением 350 ± 25 Торр·с / 10^4 .

Величину τ_t можно определить и в нестационарном режиме, используя зависимость J от времени с момента синхронного закрытия и открытия заслонок 12 и 13 соответственно.

Для установления связи площадей входного (s_1) и выходного (s_2) отверстий с временем вытекания УХН в эти отверстия произведены измерения зависимости J от площади выходного отверстий.

Наблюдаемая линейная зависимость /см. рис.2/:

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{K J_0} \left(1 + \frac{s_1 + s_\mu}{s_2} \right),$$

где $s_1 \propto \frac{1}{\tau_1}$ и $s_\mu \propto \frac{1}{\tau_{ex}}$, дает возможность определить суммарную площадь вытекания - $s_t = s_1 + s_2 + s_\mu$, измеренную в квадратных сантиметрах окна, закрытого алюминиевой фольгой. Зная τ_t /из измерений с 4He , либо из нестационарного эксперимента по вытеканию/, можно вычислить константу для нашей установки $s_t \tau_t = s\tau$, которая зависит только от \bar{v} - средней скорости УХН:

$$s\tau = \frac{\Sigma}{\bar{v}(\bar{v})\beta(\bar{v})},$$

где Σ - геометрическая площадь внутренней поверхности ловушки, $\beta(\bar{v}) = 1 - R(\bar{v})$, $R(\bar{v})$ - коэффициент отражения УХН от Al-окна с учетом захвата и усредненный по углу падения.

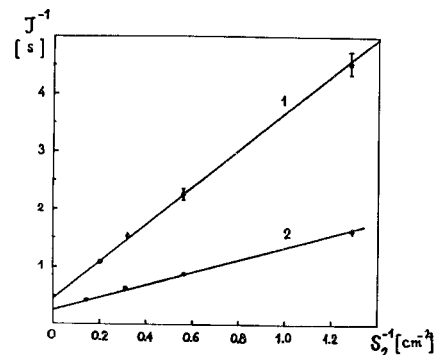


Рис.2. Зависимость J -интенсивности регистрации счетчика УХН от площади выходной диафрагмы s_2 . 1 - для необезгаженного медного сосуда при $s_1 = 4,91$ см²; 2 - для обезгаженного медного сосуда при $s_1 = 1,77$ см². /При измерении 1 интенсивность УХН в нейтронноводе была в 3 раза меньше, чем во всех остальных измерениях/.

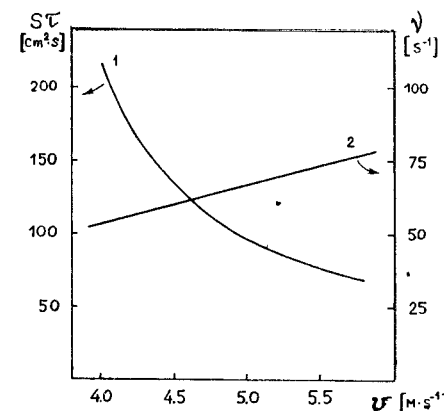


Рис.3. Зависимость фактора $s\tau$ /см²·с/ и ν -частоты столкновений /с⁻¹/ от v -скорости УХН /м·с⁻¹/.

На рис.3 показан результат расчета величины $s\tau$ по этому выражению. Значение, полученное в нашем эксперименте, $s_t \tau_t = s\tau = 78,8 \pm 5,1$ /см²·с/ / s_t - из измерений $1/J(s_2)$, а τ_t - из измерений $1/J(p_{He})$ / соответствует $v = 5,40 \pm 0,14$ м·с⁻¹ и $\bar{v} = 72 \pm 2$ с⁻¹.

Возникает вопрос: в какой мере невыполнение условия постоянства плотности и изотропности потока УХН внутри сосуда повлияет на полученные таким образом результаты? Неизотропность потока УХН не сможет внести систематической ошибки в результаты измерений τ_{ex} и τ_{ie} , поскольку вероятность нагрева УХН на 4He не зависит от направленности потока УХН, но может повлиять на вычисляемые величины \bar{v} и μ . Однако неизотропность потока УХН в нашем случае незначительна, поскольку время /1-2 с/ до первого диффузного столкновения УХН со стенками намного меньше τ_t . Для более точного учета этого обстоятельства необходимо знать зависимость числа столкновений до вылета УХН в отверстия s_1 и s_2 , от угла па-

дения. Постоянство плотности УХН в сосуде подтверждается линейным характером экспериментально наблюдаемых зависимостей $J^{-1} / \text{с}^{-1}$ и $p_{\text{He}} /$ и $N/J(p_{\text{He}})$, даже при экстремальном значении этих аргументов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

а. Медь

Измеряя соответственно зависимость $1/J$ и N/J от давления ${}^4\text{He}$ в сосуде и производя обработку этих данных по ранее описанному способу, получаем значения параметров удержания УХН в медном сосуде /см. табл./.

Таблица

	τ_t	τ_{ex}	τ_a	τ_{ie}	$M_f \times 10^{-4}$	$M_a \times 10^{-4}$	$M_{ie} \times 10^{-4}$
Сu ^{не} обезг.	12.2 ± 4.2	27.0 ± 6.0	40.0 ± 13	83.7 ± 7.0	5.0 ± 4.1	3.5 ± 1.1	1.68 ± 0.45
Сu обезг. I	11.8 ± 1.3	25.1 ± 6.0	27.0 ± 7.0	41.0 ± 4.0	5.4 ± 4.3	—	—
Сu обезг. II	12.9 ± 0.3	30.7 ± 2.2	35.0 ± 2.7	37.1 ± 6.0	4.4 ± 0.3	4.2 ± 0.3	0.37 ± 0.05
Ве обезг.	—	—	—	93 ± 2.0	—	—	1.5 ± 0.3

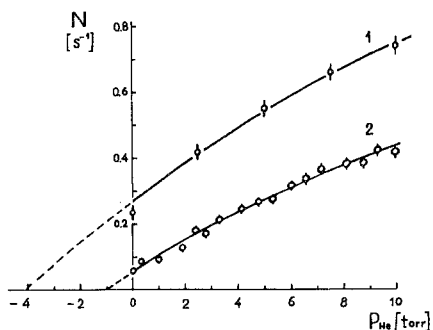


Рис.4. Зависимость N-интенсивности регистрации нагретых нейтронов /с⁻¹/ от p_{He}-давления гелия в сосуде /Торр/ для: 1 - необезгаженного и 2 - обезгаженного медного сосуда.

На рис.4 показана зависимость интенсивности регистрации нагретых УХН от давления ${}^4\text{He}$ в сосуде. Поток нагретых УХН на стенках необезгаженной медной поверхности эквивалентен потоку нагретых УХН на ${}^4\text{He}$ при давлении ~ 5 Торр.

После даже легкого прогрева /T = 450 K в течение десятка минут/ интенсивность нагретых УХН на стенках медного сосуда уменьшилась в 5 раз.

Рис.5. Температурная зависимость N-интенсивности регистрации нагретых УХН /с⁻¹/ для 1 - необезгаженного и 2 - обезгаженного медного сосуда.

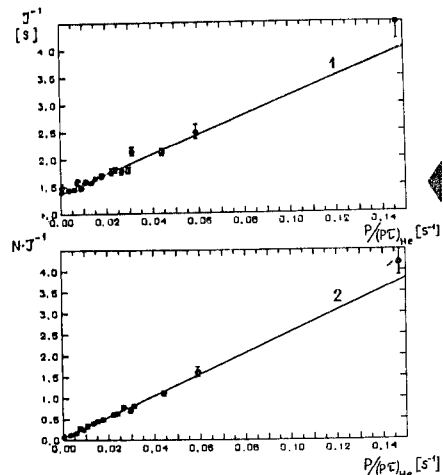


Рис.7. Зависимость n-числа зарегистрированных счетчиком УХН от времени /с/. В момент времени t=0 открывается входная заслонка 12 /при закрытой 13/, при t = 12 с заслонка 12 закрывается, а 13 - открывается.

Дальнейшее обезгаживание в двух режимах: I - T = 570 K, t = 30 мин; II - T = 850 K, t = 10 ч не изменило потока нагретых УХН.

Напуск атмосферного воздуха на две недели в обезгаженный сосуд, находящийся при T = 300 K, приводит к полной потере эффекта обезгаживания / N возросла до значения $\sim 0,25 \text{ с}^{-1}$ /. На рис.5 показана зависимость потока нагретых УХН от температуры соответственно обезгаженных и необезгаженных стенок медного сосуда. На рис.6 приведена зависимость $1/J(p_{\text{He}})$ и $N/J(p_{\text{He}})$, измеренная для сосуда, обезгаженного в режиме II.

Измеренное по вытеканию в нестационарном режиме значение $\tau_i = 13 \pm 4 \text{ с}$ /см. рис.7/ согласуется с результатом τ_i , определенным из измерений с ${}^4\text{He}$.

б. Бериллий

Использовался листовой бериллий - горячий прокат из полученных методом пресс-порошковой металлургии заготовок дистиллирован-

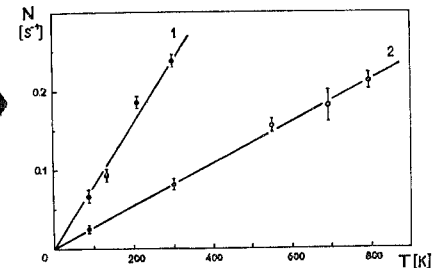
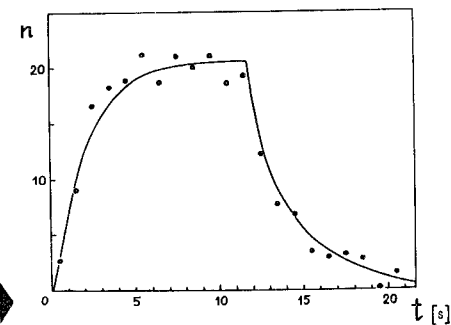


Рис.6. Зависимость $J^{-1}/\text{с}$ / и NJ^{-1} от p-давления гелия в медном сосуде /в единицах $\frac{p}{(p\tau)_{\text{He}}} / \text{с}^{-1} //$.



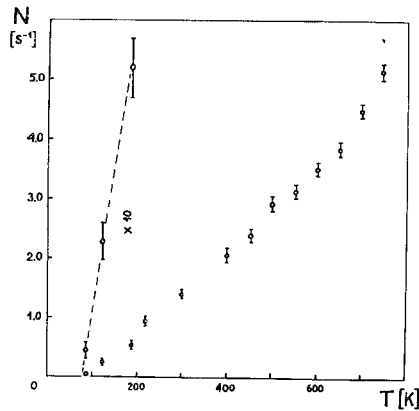
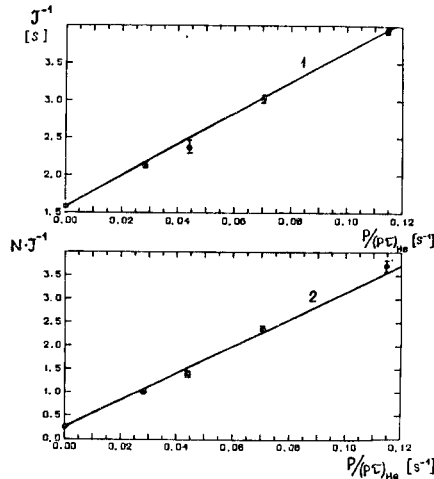


Рис.8. Температурная зависимость N -интенсивности регистрации нагретых УХН /с⁻¹/ от обезгаженной Ве-поверхности.

Рис.9. Зависимость J^{-1} /с/ и NJ^{-1} от p -давления гелия в медном сосуде с помещенным в него бериллиевым листом /в единицах

$$\frac{p}{(pr)_{He}} /c^{-1}/.$$



ного бериллия с чистотой 99,79% /основные примеси /в %//: Fe - $7,1 \cdot 10^{-2}$, Al - $5,6 \cdot 10^{-2}$, Cu - $2,1 \cdot 10^{-2}$, Cr, Mn - 10^{-2} , В и Cd - менее $2 \cdot 10^{-5}$. Лист Ве толщиной 0,15 мм, предварительно протравленный в растворе NaOH и промытый дистиллированной водой, сворачивался по спирали Архимеда с шагом по радиусу 1 см и помещался внутрь медного сосуда на равном удалении от входного и выходного отверстий. При $s_1 = 23 \text{ см}^2$, $s_2 = 1,77 \text{ см}^2$, $T = 300 \text{ К}$ для медного сосуда без Ве-спирали: $J = /2,27 \pm 0,08/ \text{ с}^{-1}$, $N = /0,301 \pm 0,04/ \text{ с}^{-1}$, а с Ве-спиралью /с полной площадью 3780 см², длиной 37 см вдоль оси сосуда/ $J = /0,573 \pm 0,017/ \text{ с}^{-1}$, $N = /8,59 \pm 0,12/ \text{ с}^{-1}$. После обезгаживания /при $T = 775 \text{ К}$ в течение 1,5 ч/ была измерена температурная зависимость потока нагретых УХН на поверхности Ве /рис.8/.

Поскольку используемая Ве-поверхность /площадь 3780 см²/ существенно уменьшила плотность УХН в сосуде /на 30% после обезгаживания/, в дальнейших измерениях зависимости $J(p_{He})$ и $N(p_{He})$, площадь Ве-спирали была уменьшена до 846 см² при длине 9 см вдоль оси сосуда. На рис.9 представлена зависимость соответственно $NJ^{-1}(p_{He}(pr)_{He}^{-1})$ и $J^{-1}(p_{He}(pr)_{He}^{-1})$ для обезгаженной Ве-поверхности /при $T = 600 \text{ К}$ в течение 40 мин./ . Из этих зависимостей вычислены параметры удержания УХН на обезгаженной Ве-поверхности /см. табл./.

При этом использовано расчетное значение $\frac{\epsilon_{Ве}}{\epsilon_{Cu}} = 0,51$, где $\epsilon_{Ве}$ и ϵ_{Cu} - эффективности регистраций нагретых нейтронов на бериллиевой и медных поверхностях соответственно.

в. Вода

Присутствие водородсодержащих веществ на поверхности сосуда является вероятной причиной аномального исчезновения из него УХН. Наиболее распространенным таким веществом является H₂O. В работе /10/ по хранению и пропусканию УХН было обнаружено, что $(pr)_{H_2O}$ более чем на порядок меньше значения этой величины для газообразного водорода. В нашей постановке эксперимента, сравнивая интенсивность нагретых нейтронов на ⁴He и на H₂O, можно непосредственно определить сечение нагрева УХН на H₂O.

Требуемые сравнительно малые количества паров H₂O вызывают определенные трудности измерения давления и подачи их в сосуд, поэтому использовалась смесь паров H₂O с преобладающим количеством ⁴He, постоянная pr для которого хорошо известна. Заранее приготовленная смесь H₂O и He подавалась в сосуд до давления $p = 10$ Торр, затем по мере откачки смеси при фиксированных давлениях измерялась зависимость $N(p)$ /рис.10/. Характер зависимости $N(p)$ для смеси H₂O + He показывает, что из сосуда сначала откачивается только чистый He, а после $p \sim 2$ Торр начинают откачиваться и пары H₂O. В предположении равномерной конденсации паров воды по всей поверхности сосуда, расчетная толщина пленки составляет: 2,5; 6 и 60 монослоев H₂O соответственно для трех концентраций H₂O в He: 0,41, 1,10% /объемных/. При давлениях смеси более 2-Торр для концентраций 0,41 и 1% подающее количество H₂O в сосуде находится в конденсированном состоянии на стенках, а для концентрации 10% в газовой фазе на-

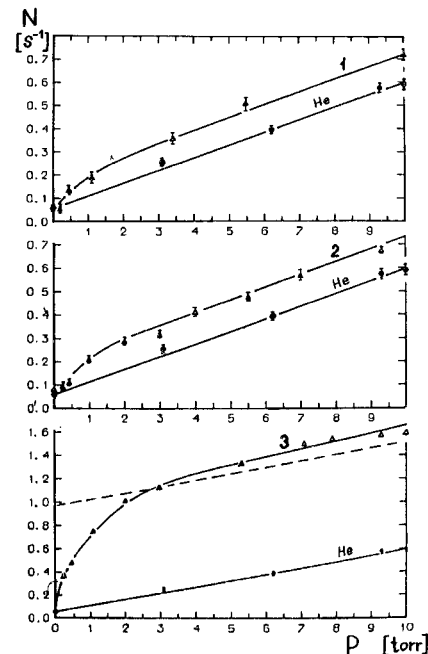


Рис.10. Зависимость N -интенсивности регистрации нагретых УХН от p -давления /Торр/ смеси: 1 - /He + 0,4% H₂O /, 2 - /He + 1% H₂O /, 3 - /He + 10% H₂O / в медном сосуде.

ходится только $\approx 20\%$ от общего количества H_2O в сосуде. Оценка $p\tau$ для паров H_2O дает значение 5 Торр·с.

По-видимому, очень низкое значение $(p\tau)_{H_2O} \approx 0,276$ Торр·с, полученное в работе /10/, вызвано неконтролируемой конденсацией паров H_2O на поверхности сосуда в этом эксперименте. По этой же причине не следует придавать большого значения и полученному нами результату для $(p\tau)_{H_2O}$, поскольку часть паров H_2O , подаваемых по длинной трубке, могла оседать на ее стенках. Вероятно, и толщина слоев H_2O в действительности несколько меньше оценок, приведенных выше.

Поскольку во всех случаях /рис.10/ при полной откачке газовой смеси из сосуда значение $N(p=0)$ возвращалось к старому значению, соответствующему потоку нагретых нейтронов от обезгаженной стенки, можно сделать предположение, что десорбируемые молекулы с поверхности при ее обезгаживании не являются молекулами H_2O , либо характерное время поглощения паров H_2O поверхностью обезгаженной меди превышает 3 часа.

ВЫВОДЫ

1. В обезгаженном медном сосуде время хранения УХН определяется в основном только процессом захвата их ядрами меди. Полученное значение μ_a в пределах ошибки совпадает с расчетным значением этой величины /11/, а значение $\mu_{ie} / T = 300$ К/ на порядок меньше μ_a .

2. Обезгаживание поверхности сильно уменьшает значение μ_{ie} /для Си в 3 раза, а для Ве - более чем в 10 раз/. Для Си эффект обезгаживания достигается даже при $T \sim 450$ К /дальнейшее увеличение температуры и времени обезгаживания не уменьшает потока нагретых нейтронов/. Это позволяет более простым способом производить очистку сосудов для хранения УХН, чем методикой тлеющего разряда, примененной в /12/, с помощью которой были получены аналогичные результаты.

3. Остаточный нагрев УХН на медной поверхности /после ее обезгаживания/ соответствует их нагреву на поверхности H_2O толщиной менее одного монослоя.

4. Настоящие результаты не согласуются с результатами работы /8/, в которой для Си и Ве получено сравнительно большое значение в μ_t доли, не зависящей от температуры. Это различие может быть вызвано влиянием на τ_{ex} поверхности сильфона, находящегося внутри сосуда, поэтому разница между экспериментальным и расчетным значениями τ_{ex} , вероятно, определялась в основном только процессом захвата на поверхности сильфона.

5. Примененная методика с регистрацией нагретых нейтронов позволяет достаточно точно измерять τ_{ie} . При используемой в настоя-

щей работе плотности потока УХН ~ 1 см⁻²·с⁻¹ в течение 10 мин. можно набрать статистическую точность, необходимую для обнаружения $\sim 0,1$ монослоя водородсодержащих молекул на поверхности сосуда для хранения УХН. Увеличение исследуемой площади поверхности и использование более интенсивного потока УХН /до 10^3 см⁻²·с⁻¹/ /13/ позволят детально изучить процессы адсорбции на поверхностях.

6. В настоящей работе применено моноскоростное приближение для спектра используемых УХН. Учет реальной формы спектра УХН может некоторым образом повлиять на результат μ_a . Также предполагалась одинаковая эффективность регистрации нагретых нейтронов на стенках сосуда и на наполняющем его газе. В принципе, они могут отличаться, поскольку могут быть различны спектральные и угловые распределения образующихся тепловых нейтронов.

7. Проточный вариант постановки эксперимента по изучению хранения УХН весьма прост. Он не требует создания качественных заслонок УХН, автоматики управления заслонками, временных анализаторов. Однако существенного выигрыша в статистической точности за счет постоянно работающих детекторов в проточном варианте не происходит, поскольку в оптимальном варианте с помощью диафрагм приходится существенно понижать плотность УХН в сосуде.

Авторы признательны В.И.Морозову, Ю.Ю.Косвинцеву, Ю.А.Кушнину, Ю.Н.Покотилковскому и Г.И.Терехову за обсуждения и помощь при проведении эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапиро Ф.Л. Нейтронные исследования. "Наука", М., 1976.
2. Groshev L.V. et al. Phys.Lett., 1971, 34B, p.293; ОИЯИ, РЗ-5352, Дубна, 1970.
3. Егоров А.И. и др. ЯФ, 1974, 19, с.300.
4. Steyerl A., Trüstedt W.-D. Z.Phys., 1974, 267, p.379.
5. Stoica A.D. et al. Z.Phys., 1978, B29, p.349.
6. Стойка А.Д., Стрелков А.В. ОИЯИ, РЗ-11593, Дубна, 1978.
7. Косвинцев Ю.Ю. и др. ОИЯИ, РЗ-80-91, Дубна, 1980.
8. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-80-761, Дубна, 1980.
9. Kosvintsev Yu.Yu. et al. Nucl.Instr.Meth., 1977, 143, p.133.
10. Морозов В.И. Экспериментальные исследования с ультрахолодными нейтронами. Изд-во НИИАР, г.Дмитровград, 1980.
11. Грошев Л.В. и др. ОИЯИ, РЗ-9534, Дубна, 1976.
12. Mampe W. et al. Z.Phys., 1981, B45, p.1.
13. Altarev I.S. et al. Phys.Lett., 1980, A80, p.413.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 декабря 1982 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

P3-82-811

Игнатович В.К. и др.
Эксперименты по хранению УХН в сосудах в проточном режиме

Проточным способом измерено парциальное время хранения УХН до нагрева и захвата их стенками обезгаженного медного и бериллиевого сосудов. Измененное значение коэффициента захвата УХН для меди совпадает с расчетным. Для бериллия значение коэффициента нагрева УХН превышает соответствующую величину для меди. Показано, что поток нагретых на поверхности обезгаженной меди УХН соответствует потоку их от водородсодержащего вещества толщиной менее одного монослоя. Приведены результаты измерений температурной зависимости потока нагретых УХН.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

P3-82-811

Ignatovich V.K. et al.
Experiments on UCN Storage in Bottles in the Channel Mode

Partial storage times of UCN in bottles are measured independently before their capture and heating up by the method of UCN flow through a bottle with two holes. The UCN loss coefficient measured for copper, is in agreement with its theoretical value, while for beryllium the coefficient of UCN heating up exceeds the calculated one by a factor of 20. It is shown that thermal outgasing improves much the UCN storage and reduces the flux of heated UCN from the walls. Thermal dependence of the flux of heated UCN from the outgassed copper and beryllium surfaces are measured. The effect of water condensation of the outgassed copper surface under pressure much less than the water vapour pressure of corresponding dew point is observed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.