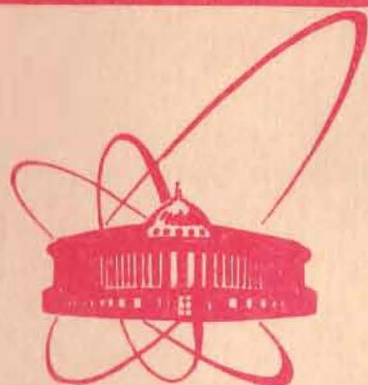


80-721



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

С 341.1ж + С 348

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

РЗ-80-721

919/1-81

Н.А.Гундорин, В.М.Назаров

ЭФФЕКТИВНЫЙ ЗАМЕДЛИТЕЛЬ
ДЛЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ НЕЙТРОНОВ

Направлено на V конференцию по нейтронной физике, Киев,
сентябрь 1980 г.

1980

Гундорин Н.А., Назаров В.М.

P3-80-721

Эффективный замедлитель для импульсных источников нейтронов

Сообщаются результаты оптимизации формы замедлителей с целью улучшения их качества. Лучшие результаты были получены для водяного замедлителя, имеющего в сечении форму гребенки. Использование на ИБР-30 ЛНФ такого замедлителя позволило увеличить в три раза средний поток тепловых нейтронов для всех каналов реактора. Поток холодных нейтронов ($\leq 5,0$ мэВ) возрос в 5-6 раз. Показано, что охлаждение замедлителя до 85 К не улучшает его качества для холодных нейтронов.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОЯЯ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1980

Gundorin N.A., Nazarov V.M.

P3-80-721

Effective Moderator for Neutron Pulsed Sources

Results on optimization of the shape of moderators in order to improve their quality are reported. Best characteristics appeared to have a comb shaped water moderator. Such moderator used at the IBR-30 reactor (Laboratory of Neutron Physics) allowed to make the average thermal neutron flux 3 times higher in all the reactor channels. Cold neutron flux (≤ 5.0 MeV) was increased by a factor of 5-6. It was shown that the moderator's quality for cold neutrons do not become better with its cooling down to 85 K.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1980

Вопросам оптимизации замедлителей для импульсных источников посвящено достаточное количество работ ^{/1/}. Исследования велись в следующих направлениях: по выбору материалов для замедлителей и его температуры ^{/2,3/}, оптимизации формы и размеров ^{/4,5/}, применению отражателей-фильтров ^{/6/}. В большинстве указанных работ качество замедлителей оценивается по параметру $\psi = \Phi / \tau^2$ ^{/7/}. Здесь Φ - поток нейтронов на образце с энергией от E до $E+dE$, а τ - эффективная длительность нейтронного импульса. Этот параметр пропорционален счёту детектора или потоку нейтронов на образце за временной интервал, равный ширине временного разрешения Δt . Для нахождения ψ необходимо знать временное распределение нейтронов $F(t)$, по которому определяется $\tau = J_E^{-1} \int_0^\infty F(t) dt$, где J_E - интенсивность нейтронов в максимуме распределения $F(t)$. Для измерения нестационарных спектров нейтронов мы использовали кристаллический спектрометр в сочетании с методикой времени пролета ^{/2,4/}. Схема спектрометра представлена на рис. 1. В измерениях использовались монокристаллы Zn и Cu с мозаичностью около 20 минут. Общая пролетная

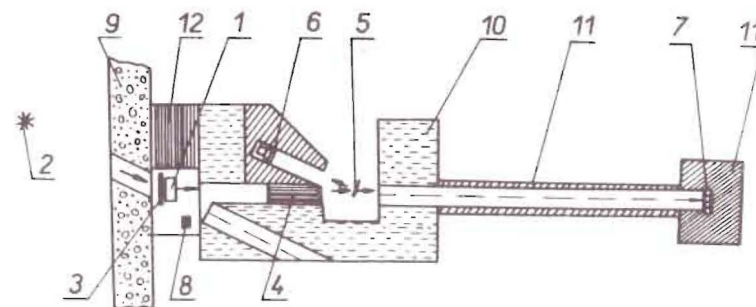


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 - исследуемый замедлитель и криостат; 2 - источник быстрых нейтронов; 3 - фильтр из B_4C ; 4 - солеровский коллиматор; 5 - монокристалл; 6 - сцинтилляционный детектор $ZnS(Ag) + ^{10}B$; 7 - борные счетчики; 8 - монитор; 9, 10, 11, 12 - защита установки.

база кристаллического спектрометра была 4,7 м, угол между направлением пучка и плоскостью кристалла составлял 84°. Солеровский коллиматор обеспечивал 15-минутное угловое разрешение. При указанных условиях временное разрешение кристаллического спектрометра для нейтронов с энергией 6 и 90 мэВ было не хуже

9 и 6 мкс, соответственно. Источником быстрых нейтронов являлся ИБР-30 в режиме бустера при длительности импульсов $\theta = 5 \text{ мкс}^{1/8}$.

Исследуемый гребенчатый замедлитель представлял собой алюминиевый сосуд, наполненный водой или водно-спиртовой смесью, форма которого представлена на рис. 2. Сплошной слой воды толщиной h выбирался экспериментально в диапазоне 3-5 см. Высота гребней $H = 10$ см выбрана так, чтобы общая усредненная толщина замедлителя по воде была не менее 8-10 см. При таком слое воды на глубине 3,0 см достигается максимальная плотность потока нейтронов. Как видно из рис. 2, в отличие от дырчатых замедлителей ^{9/} и пушек ^{5/}, гребенчатый замедлитель в горизонтальной плоскости может просматриваться любым числом каналов.

По измеренным функциям $F(t)$ для некоторых фиксированных энергий нейтронов /рис. 3/ были получены зависимости $\tau(E)$. /рис. 4/. Из них хорошо видно, что при охлаждении замедлителя до 85 К, начиная с 20 мэВ, τ уменьшается по сравнению с теплым /280 К/ замедлителем.

Исследования гребенчатого замедлителя показали, что он в 2-3 раза эффективнее дырчатого замедлителя ^{9/} и замедлителя с отражателем из бериллия ^{6/}. Полученная из спектров зависимость фактора выигрыша $G(E)$ показывает, что даже без охлаждения новый замедлитель увеличивает в 5-6 раз интенсивность холодных нейтронов /рис. 5/.

При охлаждении макета гребенчатого замедлителя до 90-100 К было показано, что выход холодных нейтронов увеличивается почти в три раза. Однако при наличии рабочей криогенной системы /увеличение количества стенок, удаления от активной зоны и т.п./ поток холодных нейтронов оказался не намного выше, чем у теплого /300 К/ замедлителя без дополнительных конструкций.

Полученные на ИБР-30 значения факторов выигрыша качества /отношение качества гребенчатого замедлителя к качеству плоского/ приведены в таблице.

	Реакторный режим, $\theta = 100$ мкс					Бустерный режим, $\theta = 5,0$ мкс				
Е, эВ	0,2	0,089	0,05	0,022	0,005	0,2	0,089	0,05	0,022	0,005
g_{ψ} при 300 К	1,3	1,4	1,5	2,6	3,0	0,9	1,2	1,6	2,2	
g_{ψ} при 85 К	1,3	2,6	4,4	2,1	2,3	8	7,5	1,8	1,8	

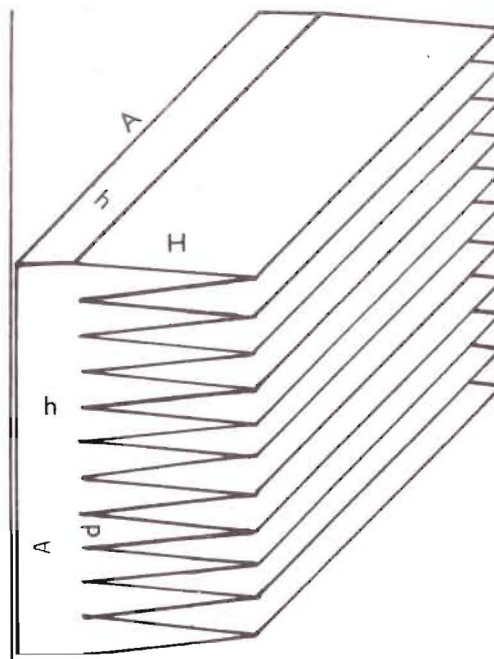


Рис. 2. Замедлитель в виде гребенки. $A \times A = 22 \times 22$ см², $d = 2,0$ см.

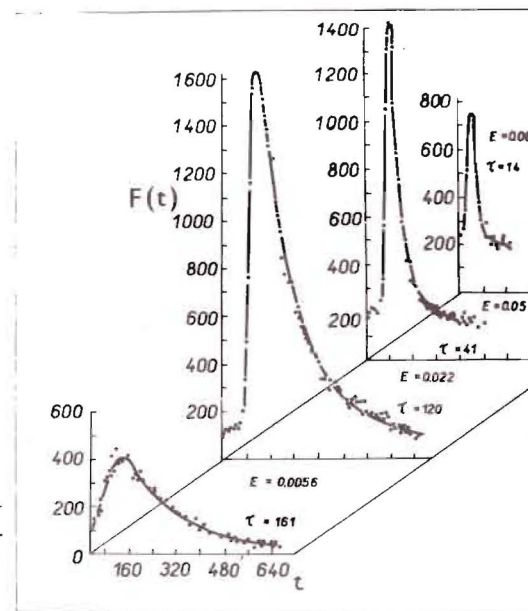


Рис. 3. Спектры $F(t)$ для охлажденной до 85 К гребенки. F - число импульсов в канале, t - время в мкс, τ /мкс/, E /эВ/.

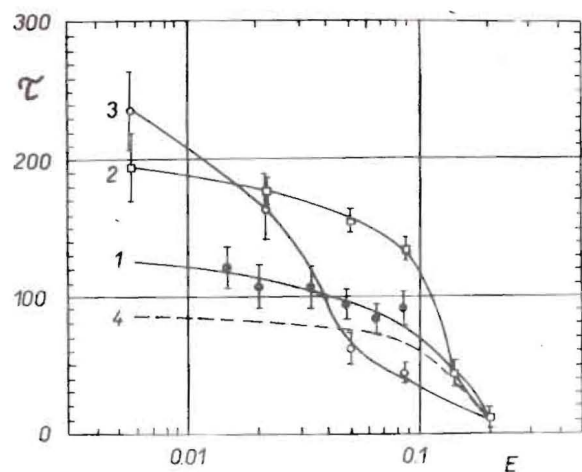


Рис. 4. Зависимость эффективной длительности нейтронного импульса τ от энергии нейтронов E . 1 - плоский замедлитель 25×25 см², толщиной 4,5 см; 2 - гребенчатый замедлитель при температуре 280 К; 3 - охлажденный гребенчатый замедлитель /85 К/; 4 - теоретическая зависимость среднего времени жизни нейтронов в замедлителе $25 \times 25 \times 4,5$ см³ τ /мкс/, E /эВ/.

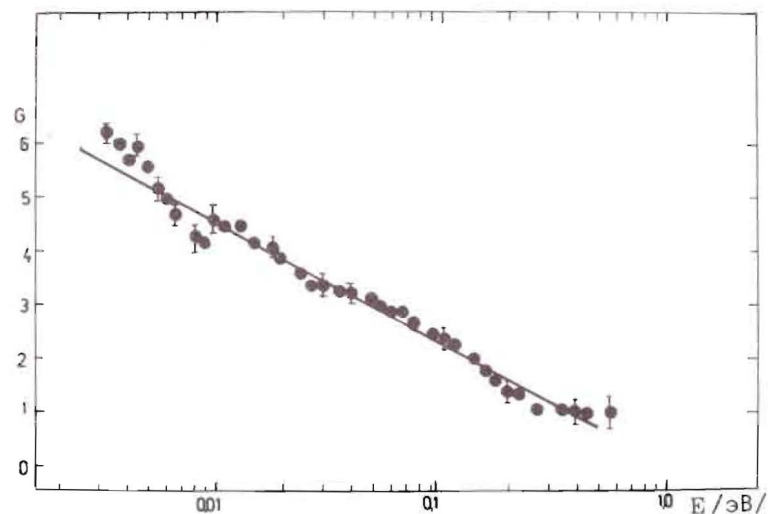


Рис. 5.

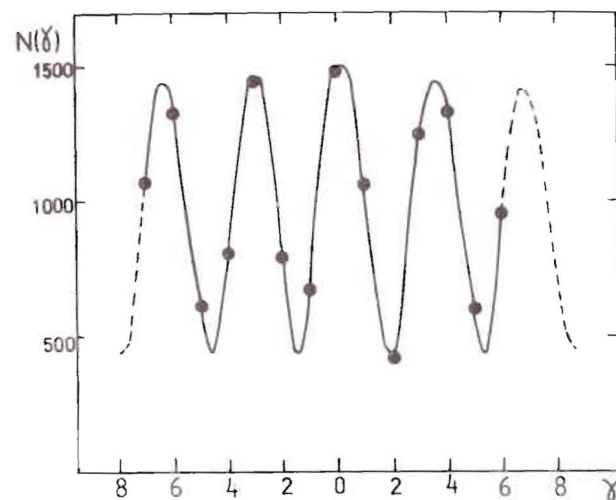


Рис. 6. Угловое распределение пучка на 10 м базе: γ - угол в мин., $N(\gamma)$ - число отсчетов /в отн. ед./.

Такие замедлители в одной из плоскостей пучка могут модулировать общую угловую расходимость пиками с меньшей угловой расходимостью. Действительно, измеренное на 10 м базе через горизонтально расположенную узкую щель угловое распределение нейтронов в вертикальной плоскости как бы повторяет форму гребней замедлителя /рис. 6/. Угловая расходимость одного пика в π раз меньше, где π - число гребней, чем общая расходимость пучка на этой базе.

Модуляция пучка узкими пиками может оказаться полезной в сочетании такого замедлителя с зеркальным нейтронным каналом.

Авторы благодарят Ю.М.Останевича и Ж.А.Козлова за полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптимизация нейтронных пучков. Атомиздат, М., 1965.
2. Ишмаев С.Н., Садиков Н.П., Чернышев А.А. Препринт ИАЭ-1954, 1970.
3. Beister J.R., Russel J.L. "Pulsed High Intensity Fission Neutron Sources", Proc. Symp. USAEC, Washington, Conf.-650217, 36, 1965.

4. Day D.H., Sinclair R.N. Nuclear Instruments and Methods, 1969, 72, p. 237-253.
5. Arcipiani B. et al. Energia Nucleare, 1967, v. 14, p. 3.
6. Голиков В.В. и др. Symp. on Inel Scatt. of Neutrons, Vienna, 1961, v. 1.
7. Michaudon A. J.Nucl.Energy, 1963, A/B 17, p. 165.
8. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, 13-4395, Дубна, 1969.
9. Байорек А. и др. "Inel.Scatt. of Neutrons, Vienna, 1965, v. 2, p. 519.

Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-8405	Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варна, 1974.	2 р. 05 к.
P1,2-8529	Труды Международной школы-семинара молодых ученых. Актуальные проблемы физики элементарных частиц. Сочи, 1974.	2 р. 60 к.
Д6-8846	XIV совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1975.	1 р. 90 к.
Д13-9164	Международное совещание по методике проволочных камер. Дубна, 1975.	4 р. 20 к.
Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды УI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна 1978. /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна 1978.	5 р. 00 к.
P18-12147	Труды III совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач.	2 р. 20 к.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 ноября 1980 года.