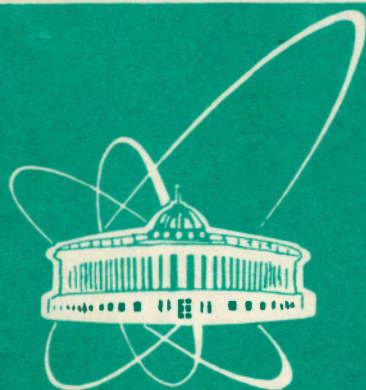


93-237



Объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
Дубна

P2-93-237

В.С.Барашенков, Л.Г.Левчук,  
А.Н.Соснин, С.Ю.Шмаков

БЛОК-ЭФФЕКТ В ЭЛЕКТРОЯДЕРНОЙ МИШЕНИ,  
СОДЕРЖАЩЕЙ ВОДУ

Направлено в журнал «Атомная энергия»

1993

## ВВЕДЕНИЕ

В [2] был проведен расчет мишени электроядерной установки с водяным замедлителем. Считалось, что все компоненты blankets (см. также [3]) распределены гомогенно. В полученных спектрах нейтронов заметную долю при этом составили резонансные и тепловые нейтроны. Именно для нейтронов этих энергетических групп наблюдается существенная зави-

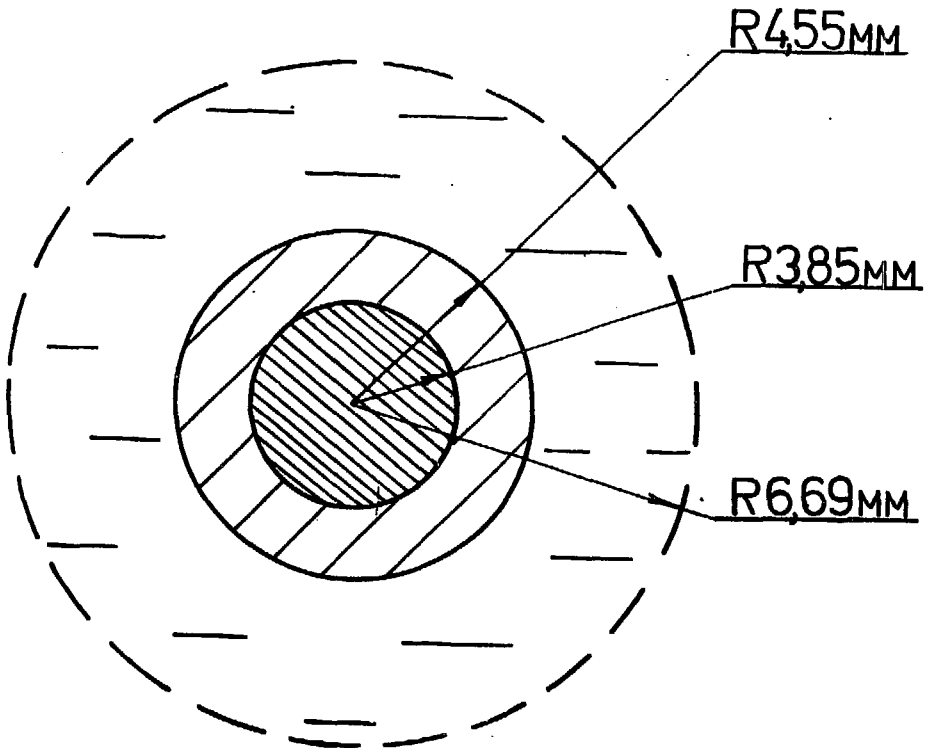


Рис.1. Геометрия расчетной эквивалентной ячейки

симость характеристик замедления от геометрической структуры среды [1]. В данной работе оценивается влияние указанного эффекта на характеристики водосодержащей электроядерной мишени.

Рассматривается элементарная ячейка бланкета (см. рис.1), соответствующая структуре активной зоны реактора ВВЭР-1000 [4]. Считается, что материал оболочки тепловыделяющего элемента — железо ( $Fe^{56}$ ), а обогащение топлива 0,3%  $U^{235}$ , что соответствует [3].

Расчеты проводятся методом Монте-Карло. В качестве спектра первичных нейтронов используется спектр, приведенный на рис.4 в [2]. Принимается, что нейтроны источника распределены равномерно по площади ячейки, а их распределение по высоте выбирается таким, чтобы обеспечить вылет нейтронов через торцы 4—5% от полного числа нейтронов, что соответствует вылету из бланкета в работе [2]. Для расчета используется тот же пакет программ, что и в [2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Результаты расчетов приведены в таблице и на рис.2. В таблице представлено сравнение данных [2] для обогащения 0,3%  $U^{235}$  и результатов настоящей работы. Все величины приводятся в расчете на один первичный протон с энергией 1 ГэВ, т.е. перенормированы в соответствии с результатами [2]:

Таблица. Сравнительные данные расчета электроядерной мишени с водяным теплоносителем и гомогенной загрузкой (I) и элементарной гетерогенной ячейки (II).

	I	II
Число делений на ядрах $U^{235}$ , $n_B$	$8,5 \pm 0,6$	$12,0 \pm 1,5$
Число захватов на ядрах $U^{238}$ , $n_{св}$	$35,5 \pm 1,7$	$37,8 \pm 2,0$
Число вылетевших нейтронов, $n_{вмд}$	$2,3 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,3$
Полное число захватов, $n_c$	$49,6 \pm 2,4$	$55,4 \pm 2,9$
Полное число нейтронов $n = n_c + n_{вмд}$	$51,9 \pm 2,6$	$57,9 \pm 3,2$
Тепловыделение (ГэВ):		
Деление при $\tau \leq 10,5$ МэВ	$1,90 \pm 0,13$	$2,70 \pm 0,30$
Полное тепловыделение*	$2,77 \pm 0,22$	$3,50 \pm 0,40$

\*Полное тепловыделение в элементарной ячейке получено в предположении, что тепловыделение за счет деления при  $\tau > 10,5$  МэВ и потери на ионизацию в бланкете, составленном из гетерогенных ячеек, такие же, как в гомогенном бланкете

$$\tilde{N} = N \frac{\beta}{\alpha},$$

где  $N$  — величина в расчете на  $\alpha$  нейтронов источника;  $\tilde{N}$  — соответствующая величина в пересчете на один первичный протон;  $\beta$  — количество ней-

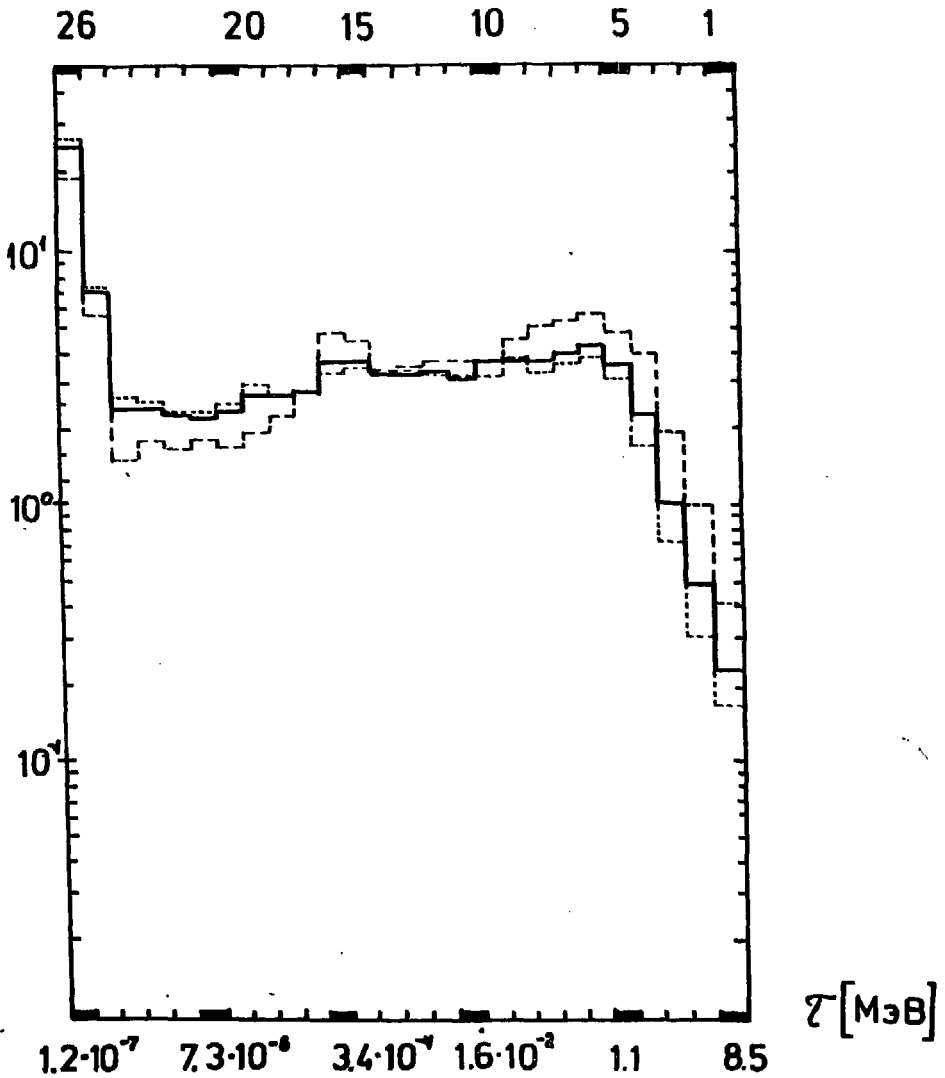


Рис.2. Спектры нейтронов внутри элементарной ячейки: — — — спектр нейтронов в топливе; ····· спектр нейтронов в замедлителе; — — — средний по ячейке спектр нейтронов

тронов на один первичный протон, образующихся на каскадно-испарительной стадии расчета (по результатам [2]).

Гетерогенное размещение топлива увеличивает вероятность избежать поглощения в процессе замедления нейтронов. Как видно из таблицы, это приводит к заметному возрастанию количества нейтронов в мишени, а также к увеличению вследствие этого тепловыделения и числа взаимодействий.

На рис.2 представлены спектры нейтронов в топливе и в замедлителе. Приводится также средний по ячейке спектр нейтронов. Видно, что спектр в топливе значительно жестче, чем в замедлителе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе произведена оценка влияния гетерогенного размещения ядерного горючего в электроядерной мишени с водяным замедлителем нейтронов. Блок-эффект приводит к заметному увеличению числа нейтронов в мишени и их взаимодействий с ядрами. Вместе с тем значительно возрастает выход тепла: «удельное тепловыделение» в расчете на один нейтрон  $Q/n = 53,9; 60,4$  МэВ, то есть увеличивается на 12%.

Авторы благодарят П.Л.Кириллова за внимание, проявленное к работе, а также В.М.Мурогова и Ю.А.Коровина за обсуждение некоторых аспектов задачи.

## Литература

1. Белл Д., Глестон С. — Теория ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1974.
2. Барашенков В.С., Левчук Л.Г., Соснин А.Н., Шмаков С.Ю. — Характеристики электроядерных мишеней, содержащих воду. Препринт ОИЯИ Р2-93-236, Дубна, 1993.
3. Соснин А.Н., Шмаков С.Ю., Левчук Л.Г. — Электроядерная мишень с водой в качестве теплоносителя. Препринт ОИЯИ Р2-93-235, Дубна, 1993.
4. Овчинников Ф.Я. и др. — Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1979, с.40.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июня 1993 года.