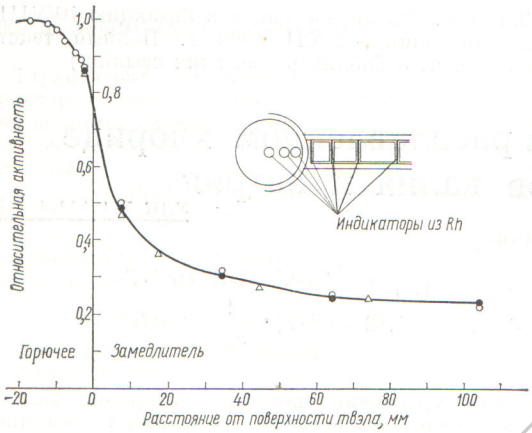
Исследование поля быстрых нейтронов в ячейке уран-графитового реактора пороговым детектором из родия

А. В. БУШУЕВ, В. Г. БОРЦОВ, В. М. ДУВАНОВ

УДК 621.039.524.034.3

Быстрые нейтроны оказывают существенное влияние на некоторые процессы в тепловых реакторах. Для изучения поля быстрых нейтронов можно использовать пороговые детекторы. Наиболее чувствительный из них основан на реакции Rh^{103} (nn'), которая имеет самый низкий порог и наибольшее сечение, поэтому такой детектор пригоден для измерений в экспериментальных системах.



Распределение быстрых нейтронов в ячейке:

○ — ячейка без воды; ●, △ — вокруг твэла находится слой воды толщиной 2 и 11 *мм* соответственно.

В работе описаны аппаратура и методика, использованные при измерениях с родиевым детектором. Рассмотрены источники фона — Rh^{104m} и примеси Ir^{192} и Ir^{194}. Показано, что в некоторых случаях применение кадмия для подавления фона тепловых нейтронов приводит к ошибкам.

Опыты проводились в графитовой сборке с девятью стержнями из природного урана, помещенной в полость в отражателе реактора Ф-1 Института атомной энергии. Приведены результаты измерений в сухой ячейке и в ячейке с водяным зазором вокруг твэла толщиной 2 и 11 *мм*. С помощью метода эффективных пороговых сечений определены эффективный порог реакции, равный 0,72 *Мэв*, и эффективное сечение, составляющее 0,68 *барн*, с неопределенностью ~1%.

Установлено, что водяная пленка толщиной 11 *мм* уменьшает поток быстрых нейтронов на 9,5 ± 1,5%, в то время как пространственное распределение быстрых нейтронов в ячейке практически не изменяется (см. рисунок).

Проведены расчеты с использованием многогруппового диффузионно-транспортного приближения, в которые с помощью программы, приведенной в работе И. С. Слесарева и др. *, вводились поправки на недиффузионность.

Расчетное отношение потока быстрых нейтронов к потоку тепловых нейтронов ячейки с водяным зазором толщиной 11 *мм* оказалось на 8,5% меньше аналогичного отношения для сухой ячейки. Расчетное распределение реакции Rh^{103} (n, n') в ячейке совпадает с экспериментальным.

(№ 384/5378. Статья поступила 13/V 1969 г., в окончательной редакции — 1/VII 1969 г., аннотация — 27/X 1969 г. Полный текст 0,4 а. л., 5 рис., 4 библиографических ссылки.)

Об оптимальных параметрах нейтронного оптического потенциала U^{238}

Г. В. АНИКИН, А. Г. ДОВБЕНКО, Л. Я. КАЗАКОВА, В. Е. КОЛЕСОВ, В. И. ПОПОВ, Г. Н. СМИРЕНКИН, А. С. ТИШИН

УДК 539.125.52

В статье описан принцип работы поисковой программы, осуществляющей подгонку параметров оптического потенциала для наилучшего описания полных сечений и угловых распределений упруго рассеянных нейтронов. Потенциал взят в виде

$$-U = V_0 f(r) + i\,[W_1 f(r) + W_2 g(r)] + V_{c0}\, h(r)\, \overline{l\sigma},$$

где

$$f(r) = \left[1 + \exp\left(\frac{r - R_1}{a}\right)\right]^{-1};$$

$$h(r) = \left(\frac{\hbar}{m_\pi c}\right)^2 \frac{1}{r} \left|\frac{df(r)}{dr}\right|;$$

$$g(r) = \frac{4\exp\left(\frac{r - R_2}{b}\right)}{\left[1 + \exp\left(\frac{r - R_2}{b}\right)\right]^2};$$

$$R_1 = r_1 \sqrt[3]{A}; \quad R_2 = r_2 \sqrt[3]{A}.$$

Такая форма обеспечила возможность исследования потенциалов с объемным, поверхностным и комбинированным поглощениями.

При подгонке параметров для заданного ядра учитывались опытные данные по рассеянию нейтронов 14 энергий в избранном энергетическом интервале.

* И. С. Слесарев и др. В сб. «Теория и физика реакторов». М., Атомиздат, 1967, стр. 30.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. Скорины

Параметры оптических потенциалов

Потенциал	Поверхностное				Объемное				Комбинированное	
Номер группы	I	II	III	IV	I	II	III	IV	II	III
B	10^6	9	9	0	10^6	9	9	0	9	9
V_0	41,5	43,2	41,9	43,3	44,3	43	39,1	42,2	40,9	38,9
r_0	1,31	1,28	1,3	1,29	1,25	1,26	1,35	1,31	1,31	1,35
a	0,36	0,29	0,25	0,27	0,6	0,56	0,36	0,3	0,46	0,31
W_1	—	—	—	—	3,6	4,5	4,2	5	2,1	1,5
W_2	4	4,7	5,6	10	—	—	—	—	5	5
r_2	1,17	1,17	1,05	1,1	—	—	—	—	1,06	1,26
a_2	0,95	1,0	0,95	0,72	—	—	—	—	0,72	0,64
V_{so}	4,9	3,3	17,8	18,5	0	3,1	14,9	17	0	16,4
W_{so}	0,137	0,077	0,054	0,037	0,1	0,057	0,058	0,04	0,061	0,054
r_{so} ($\times 10^{-3}$)	0,17	1,2	3,6	7	0,79	1,2	2,2	9,7	0,64	1,4

В процессе поиска минимизировался функционал

$$H^2 = H_1^2 + H_2^2 = \frac{1}{14N} \times$$

$$\times \sum_{n}^{14} \sum_{i}^{N} \left[\frac{\sigma^{\text{эксп}}(\theta_i, E_n) - \sigma^{\text{расч}}(\theta_i, E_n)}{\sigma^{\text{эксп}}(\theta_i, E_n)} \right]^2 +$$

$$+ \frac{B}{14} \sum_{n}^{14} \left[\frac{\sigma_t^{\text{расч}}(E_n) - \sigma_t^{\text{эксп}}(E_n)}{\sigma_t^{\text{эксп}}(E_n)} \right]^2,$$

Коэффициент B учитывает различие в статистической точности экспериментальных данных по полным сечениям и угловым распределениям рассеянных нейтронов.

Найдены независимые от энергии параметры оптических потенциалов для ядра U^{238}, дающие в среднем удовлетворительное описание полных сечений (с точностью ~3%) и угловых распределений упруго рассеянных нейтронов (с точностью ~10—15%) в диапазоне энергий 0,075—15 *Мэв*. Параметры приведены в таблице.

В статье приводится подробный иллюстративный материал, характеризующий степень согласия расчетных и экспериментальных сечений.

(**№ 385/5440.** Статья поступила в Редакцию 19/VII 1969 г., в окончательной редакции — 1/X 1969 г., аннотация — 27/X 1969 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 рис., 1 табл., 14 библиографических ссылок.)

Температурное поле в неизотермическом двухфазном потоке

М. Х. ИБРАГИМОВ, Г. И. САБЕЛЕВ, В. И. СИДОРОВ

УДК 621.039.534

При эксплуатации энергетических установок в жидкий теплоноситель может попадать некоторое количество газа, что приводит к изменению условий теплоотдачи. Настоящая работа посвящена исследованию влияния газовой фазы на перенос тепла в потоке двухфазной смеси воды с воздухом.

Эксперименты проводились в вертикальном квадратном канале сечением 30 × 30 *мм*², длиной 1800 *мм* при четырехстороннем обогреве и постоянном тепловом потоке на стенке $q = 1 \cdot 10^4$ *ккал/м²·ч*. Воздух вводился в нижнюю входную камеру канала. Температуру стенки канала измеряли тремя микротермопарами, в потоке жидкости — подвижной термопарой с диаметром спая 0,2 *мм*.

Сравнение распределений температур в однофазном и двухфазном потоках показывает (см. рисунок *а*), что при введении в поток воды даже небольшого количества воздуха профиль температуры резко меняет свою форму: в двухфазном потоке профиль температуры уплощается и становится равномерным в большей части сечения канала. Одновременно уменьшается температура стенки; при этом температура жидкости на выходе из канала остается практически постоянной.

Наличие в жидкости пузырьков воздуха приводит к лучшему перемешиванию жидкости, к более интенсивному переносу тепла и увеличению теплоотдачи. Так, при указанном на рисунке *а* (кривая *2*) режиме течения двухфазной смеси коэффициент теплоотдачи увеличился почти в три раза по сравнению со случаем течения воды (см. рисунок *а*, кривая *1*).

Распределение интенсивности пульсаций температуры в потоке воды ($G = 0{,}755$ *м³/ч*) представлено на рисунке *б* (кривая *1*). При введении в поток воды небольшого количества воздуха ($G' = 0{,}055$ *м³/ч*) резко уменьшается интенсивность пульсаций температуры (см. рисунок *б*, кривая *2*), что связано с уплощением профиля температуры и уменьшением температурного напора.

При расходе воздуха через канал, соизмеримом с расходом воды, характер пульсаций температуры изменяется. Например, при объемном расходе воды $G = 0{,}5$ *м³/ч* и воздуха $G' = 0{,}5$ *м³/ч* в ядре потока наблюдались редкие интенсивные пульсации температуры, обусловленные, по-видимому, пробковым режимом течения. Температура жидкости в фиксированной точке потока сначала резко возрастает, а затем резко

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. Скорины