

Исследование влияния примесей полимеров в органических теплоносителях на интенсивность отложений на греющей поверхности

Ф. Ф. БОГДАНОВ, К. К. ПОЛУШКИН, О. И. УТКИН,
В. Д. ХОРОШАВИН, Р. Г. ШАПОВАЛОВ

УДК 621.039.534.7

Изложены результаты экспериментального изучения влияния некоторых факторов, в том числе процентного содержания примесей полимеров и окиси железа в органическом теплоносителе (газойль), а также шероховатости греющей стенки, на скорость накопления отложений на поверхностях нагрева.

Теплоносителем служил газойль из первого контура реактора «Арбус», который отработал кампанию в контуре реактора. В качестве экспериментальных участков использовали трубки из стали и алюминия ($\varnothing 6/1$, $l = 360$ мм) и из алюминиевых сплавов ($\varnothing 9/1$, $l = 360$ мм). Трубки из стальных и алюминиевых сплавов были только гладкие, а из алюминия — как гладкие, так и с различной степенью шероховатости, в том числе и анодированные.

Показано, что основная причина образования отложений на греющей поверхности при использовании органических теплоносителей — высокие температуры греющей стенки, $t_{ст} > 350^\circ\text{C}$. При более низких температурах, $t_{ст} = 315 \div 350^\circ\text{C}$, отложения могут накапливаться только при наличии поверхностного кипения на греющей стенке и одновременно примесей полимеров в теплоносителе; причем отложения накапливаются тем быстрее, чем интенсивнее поверхностное кипение и чем больше полимеров содержится в теплоносителе.

При отсутствии поверхностного кипения отложения на греющей поверхности не накапливались даже при содержании 27% полимеров (если температура

греющей стенки не превышала $t_{ст} = 350^\circ\text{C}$). Если же на греющей поверхности не было поверхностного кипения, а температура стенки не превышала 350°C , то тепловые потоки и полимеры при использовании газойля в качестве теплоносителя не являлись причиной отложений.

Показано, что при наличии поверхностного кипения и полимеров (если температура греющей стенки $t_{ст} > 320^\circ\text{C}$) в теплоносителе существует прямая зависимость скорости накопления отложений от величины теплового потока.

Экспериментом установлено, что шероховатость греющей поверхности оказывает незначительное влияние на скорость накопления отложений. Причем мелкая шероховатость с выступами до 0,1 мм несколько повышает интенсивность отложений, а с выступами более 0,2 мм уменьшает эту интенсивность.

Примеси окиси железа в теплоносителе существенно увеличивают интенсивность отложений, которые при $t_{ст} \leq 350^\circ\text{C}$ являются рыхлыми и частично смыываются с поверхности нагрева потоком теплоносителя. Тонкий слой рыхлых отложений ($\delta = 0,1$ мм) не оказывает заметного влияния на конвективный теплообмен, т. е. на температурный перепад в пристенном слое.

(№ 273/5116. Поступила в Редакцию 21/X 1968 г. Полный текст 0,6 а. л., 2 рис., 7 библиографических ссылок.)

Функция Грина уравнения переноса нейтронов для задач с цилиндрической симметрией

Н. И. ЛАЛЕТИН

УДК 621.039.51.12

Дается вывод функции Грина уравнения переноса моноэнергетических нейтронов для цилиндрического источника в бесконечной однородной среде. Функция Грина получается в форме, удобной для использования в методе поверхностных псевдоисточников, предложенном ранее автором настоящей работы, и строится из элементарных решений с нужной симметрией. Преимущества такого подхода заключаются в том, что элементарные решения по своей структуре проще всей

функции Грина; поэтому, найдя единообразный способ получения различных элементарных решений из решений, соответствующих плоской задаче, можно решать задачу в два этапа: сначала получить решения для плоской геометрии, а затем строить из них элементарные решения в геометрии, соответствующей рассматриваемой задаче.

В работе приведена ортонормированная система элементарных решений, обладающих цилиндрической

симметрией. Некоторые из них оказываются обобщенными функциями в смысле Соболева — Шварца*. Для обоснования результатов используется тот факт, что элементарные решения получаются в пределе базисных решений, появляющихся в P_N -приближениях метода сферических гармоник.

Функция Грина записана в виде

$$\psi_T(\rho, \Omega; \rho', \Omega') = \sum_{p, k, n, m} Y_n^m(\Omega) Y_p^k(\Omega') G_{np}^{mk}(\rho; \rho');$$

$$G_{np}^{mk}(\rho; \rho') = \begin{cases} S \sum_{l=0, 2, 4, \dots}^{\min(n, p)} \frac{A_n^l(\nu) A_p^l(\nu) \Phi_{m, l}^n(\rho) F_{k, l}^p(\rho')}{\nu N(\nu, l)} & \text{при } \rho < \rho'; \\ S \sum_{l=0, 2, 4, \dots}^{\min(n, p)} \frac{A_n^l(\nu) A_p^l(\nu) F_{m, l}^n(\rho) \Phi_{k, l}^p(\rho')}{\nu N(\nu, l)} & \text{при } \rho > \rho'. \end{cases}$$

Здесь $Y_n^m(\Omega) = P_n^m(\cos \theta) \cos m\varphi$ — сферические функции, причем система координат выбрана так,

что полярной осью является радиус-вектор ρ ; функции $\Phi_{m, l}^n(x)$ и $F_{k, l}^p(x)$ — комбинации модифицированных функций Бесселя первого и третьего рода. Для них получены интегральные представления и рекуррентные соотношения. Величины $A_n^l(\nu)$, $N(\nu, l)$ — коэффициенты разложения плоских элементарных решений по сферическим гармоникам и нормировочные интегралы для плоских элементарных решений соответственно. Знак S означает операцию

$$S \int_{\nu} f(\nu) = f(\nu_0) + \int_0^1 f(\nu) d\nu.$$

В статье указан способ получения системы элементарных решений, необходимых для построения более общих функций Грина, а именно функции Грина для точечного и нитевидного источников, испускающих пучки мононаправленных нейтронов.

(№ 274/5082. Поступила в Редакцию 27/IX 1968 г. Полный текст 1 а. л., 11 библиографических ссылок.)

Восстановление спектра быстрых нейтронов реактора по данным пороговых детекторов

А. А. ЧЕРНОЯРСКИЙ, В. С. МЕДИК, А. М. ЗАЙТОВ,
В. И. КУХТЕВИЧ

УДК 539.125.5.164

В данной работе предлагается усовершенствованный по сравнению с работой Диркса** способ восстановления спектра быстрых нейтронов в диапазоне энергий 1—3 Мэв, использующий экспоненциальную аппроксимацию. На ЭВМ вычислены функции от параметров экспоненциальной аппроксимации вида

$$F_k(\alpha) = \int_{E_i}^{E_{i-1}} e^{-\alpha(E-E_i)\sigma_k(E)} dE.$$

Вычисления проводились с использованием реальных энергетических зависимостей сечений. Функции $F_k(\alpha)$ рассчитаны для значений показателя экспоненты от 0 до 2,4, что практически позволяет восстанавливать всевозможные спектры нейтронов, которые имеют место в активной зоне реакторов.

В каждом энергетическом интервале найдена точка, наиболее близкая к истинному спектру, так называемая условно достоверная точка. Как показал анализ, условно достоверная точка является наиболее устой-

чивой по отношению к ошибкам в активационных интегралах.

В результате исследования ряда наборов пороговых детекторов установлено, что набор $Np^{237}(n, f)$ — $U^{238}(n, f)$ — $Al^{27}(n, p)$ — $Fe^{56}(n, p)$ — $Al^{27}(n, \alpha)$ обеспечивает получение весьма устойчивого решения по отношению к ошибкам в экспериментальных данных. Кроме того, включение в набор $Np^{237}(n, f)$; $U^{238}(n, f)$ позволило понизить низкоэнергетическую границу восстанавливаемого спектра до 0,5 Мэв.

Указанным способом проведено восстановление спектров двух различных реакторов, которые были восстановлены ранее другими методами. Достаточно хорошее согласие результатов показывает, что приведенный способ может быть весьма успешно применен для восстановления спектров быстрых нейтронов реактора по небольшому числу детекторов.

(№ 276/5058. Статья поступила в Редакцию 16/IX 1968 г., аннотация — 28/XI 1968 г. Полный текст 0,65 а. л., 7 рис., 1 табл., 8 библиографических ссылок.)

Экспериментальное исследование теплопроводности растворов борной кислоты в воде

В. И. ПОПОВ, Н. А. МОРОЗОВА

УДК 621.039.534:621.039.562.26

Проведено комплексное изучение плотности, теплоемкости, теплопроводности и вязкости растворов

* См. И. М. Гельфанд, Г. Е. Шиллов. Обобщенные функции и действия над ними. Вып. 1. М., Физматгиз, 1959.

** R. D i e r k x. Neutron Dosimetry. Vol. 1. Vienna, IAEA, 1963, p. 325.

борной кислоты в воде. В статье сообщается об экспериментальном исследовании теплопроводности и ее теоретическом расчете. В расчетах использованы полученные авторами настоящей работы данные по плотности и теплоемкости этих растворов.

Экспериментальное исследование теплопроводности выполнено по методу коаксиальных цилиндров. Измерительная ячейка не имеет охранных нагревателей,