

УДК 621.039.534.63

Расчетный анализ температурных пульсаций в стенке трубы прямоточного парогенератора и его экспериментальная проверка

НЕКРАСОВ А. В., ЛОГВИНОВ С. А., ВОЛКОВ Г. А., БАБУШКИН В. В., ТЕСТОВ И. Н., СПАСКОВ В. П.

Кризис теплоотдачи при кипении воды в трубах прямоточных парогенераторов сопровождается пульсацией температуры поверхности теплообмена. При определенных условиях в спектре пульсации присутствует доминирующая частота, которая может быть следствием гармонического колебания границы пленки жидкости, омывающей стенку трубы, относительно ее среднего положения. Справедливость такой гипотезы проверена в настоящей работе сопоставлением значений интенсивности пульсации температуры стенки, полученной экспериментальным путем в работе [1], с расчетными значениями по одной из простейших методик, в частности численным методом.

Система уравнений, описывающая изменение во времени коэффициента теплоотдачи на внутренней поверхности трубы, а также температуры стенки по ее толщине и вдоль оси, решалась на ЭВМ «Минск-22». При интегрировании уравнений использовался разностный метод [2]. Режимные параметры, заложенные в расчет, соответствовали параметрам описанных в работе [1] экспериментов с обнаруженной доминирующей частотой в спектре пульсации температуры стенки.

Получено удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных значений интенсивности пульсации. Экспериментальные данные по интенсивности пульсации [1] для случая с доминирующей частотой в спектре пульсаций при $p = 149$ бар, $q = 0,3 \div 1,0$ МВт/м², $\rho w = 350 \div 730$ кг/(м²·с), а также расчетные результаты настоящей работы для таких же

условий с удовлетворительной точностью обобщаются уравнением

$$\sigma_x = 22q (d_0/d_x) \exp(-x \sqrt{\pi f/a}),$$

где q — тепловой поток на поверхности трубы, омываемой пароводяной смесью, МВт/м²; σ_x — интенсивность пульсации на расстоянии x от внутренней поверхности трубы, °С; d_0, d_x — внутренний диаметр трубы и диаметр, соответствующий расстоянию x от внутренней поверхности трубы соответственно м; f — частота; a — коэффициент температуропроводности, м²/с.

Результаты показывают, что при наличии доминирующей частоты в спектре пульсации температуры стенки предположение о гармоническом законе колебания границы пленки жидкости относительно ее среднего положения оправданно.

(№ 873/8372. Статья поступила в Редакцию 23/VI 1975 г., аннотация — 17/V 1976 г. Полный текст 0,5 а.л., 5 рис., 5 библиогр. ссылок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов А. В. и др. «Атомная энергия», 1975, т. 39, вып. 1, с. 20.
2. Бабушка И., Витасек Э., Прагер М. Численные методы решения дифференциальных уравнений. М., «Мир», 1969.

УДК 539.12.04+541.15

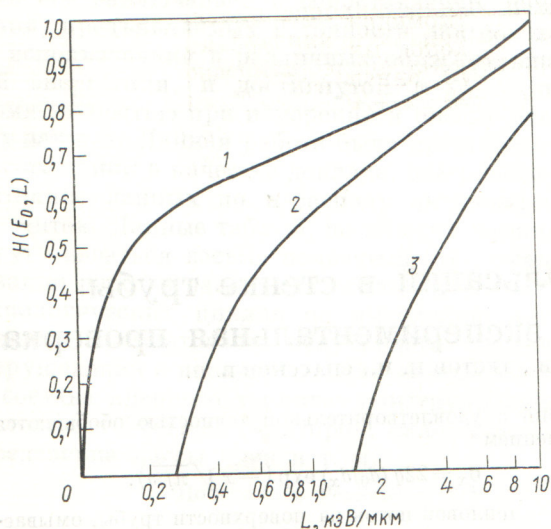
Распределение поглощенной дозы по ЛПЭ для различных видов ионизирующего излучения

НИЖНИК Е. И., ЛАВРЕНТОВИЧЪЯ И., ВЕРХГРАДСКИЙ О. П.

Опубликованные данные о распределении поглощенной дозы по ЛПЭ основаны на численном методе определения энергетического спектра вторичных электронов. С использованием формулы для энергетического спектра вторичных электронов [1] и определения линейной передачи энергии согласно [2] в работе получены аналитические выражения для распределения поглощенной дозы по ЛПЭ в любом веществе, хорошо согласующиеся с численными расчетами.

Рассматривается случай, когда в бесконечно протяженную среду попадает поток моноэнергетических элек-

тронов с начальной энергией E_0 . Характеристикой распределения поглощенной энергии по ЛПЭ служит функция $H(E_0 L_\Delta)$ — отношение энергии, потерянной электронами с ЛПЭ, меньшей или равной $L_\Delta(E)$, и поглощенной локально ко всей поглощенной энергии. Распределение поглощенной дозы по ЛПЭ тесно связано с распределением ее по энергии электронов. Такое распределение характеризуется функцией $F(E_0, E)$, являющейся отношением энергии, потерянной электронами с энергией большей или равной E и поглощенной локально, к общей поглощенной энергии при попадании



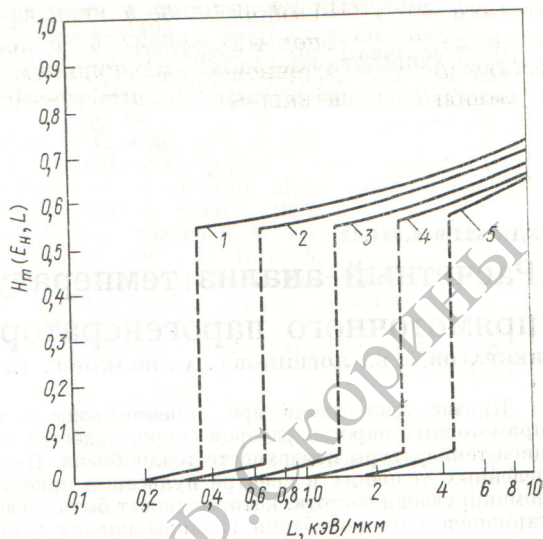
Р и с. 1. Зависимость изменения функции $H(E_0, L)$ от ЛПЭ электронов

в бесконечную среду электронов с энергией E_0 . Для $F(E_0, E)$ получены следующие приближенные формулы:

$$F(E_0, E) \approx \begin{cases} [1 - (E/E_0)] P(E, \Delta) & \text{при } E_0/2 \leq E \leq E_0; \\ (E_0/2E)^{\varepsilon/2} [1 - (E/E_0)] P(E, \Delta) & \\ \text{при } E \leq E_0/2, \end{cases}$$

где $P(E, \Delta) = L_{\Delta}(E)/L_{\infty}(E)$; $\varepsilon = 1/\ln \frac{(E_0)}{I}$; $L_{\Delta}(E)$ — ЛПЭ электронов с энергией E ; $L_{\infty}(E)$ — их тормозная способность; I — средний потенциал ионизации атомов тормозящей среды.

Учитывая монотонную зависимость ЛПЭ от энергии электронов в интервале энергии 1 кэВ — 1 МэВ, можно считать, что $H[E_0, L_{\Delta}(E)] = F(E_0, E)$. На рис. 1 представлено распределение поглощенной энергии по ЛПЭ для случаев, когда в бесконечно протяженную водную среду попадают электроны с энергией 10^6 (1); 10^5 (2) и 10^4 эВ (3).



Р и с. 2. Зависимость изменения функции $H_m(E_H, L)$ от ЛПЭ заряженных частиц

Аналогично получены формулы для распределения энергии, поглощенной в пленках, находящихся в условиях электронного равновесия, при облучении их тяжелыми заряженными частицами. На рис. 2 приведены значения такого распределения при облучении полиэтиленовой пленки протонами 10^8 (1); $5 \cdot 10^7$ (2); $2 \cdot 10^7$ (3); 10^7 (4) и $5 \cdot 10^6$ эВ (5).

(№ 874/8473. Статья поступила в Редакцию 1/IX 1975 г., аннотация — 31/V 1976 г. В окончательной редакции 31/V 1976 г. Полный текст 0,55 а.л., 5 рис., 7 библиогр.-ссылок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нижник Е. И., Лаврентович Я. П. «Атомная энергия», 1972, т. 33, вып. 2, с. 701.
2. Радиационная безопасность. Величины, единицы, методы и приборы. М., Атомиздат, 1974.

УДК 621.039.534.225

Определение концентрации кобальта в нержавеющей и углеродистой сталях активационным методом

ГИМЕЛЬШТЕЙН Б. Г., ТЕПЛОВ П. В., ФЕДОРОВ В. А., БОЛЬШАКОВ О. П.

В настоящей работе определена концентрация кобальта в основных марках стали, применяемой в реакторостроении. Для этого использовался нейтронный активационный анализ с последующей регистрацией γ -излучения от образцов. Этот метод позволяет достоверно фиксировать концентрацию кобальта, превышающую 0,001%. Образцы облучались в сухом канале реактора МИФИ ИРТ = 2000, анализ проводился с помощью Ge (Li)-детектора и 800-канального амплитудного ана-

лизатора LP = 4840. Для определения концентрации кобальта f_{Co} в навесках из различных марок стали использовался относительный метод эталонов (см. таблицу). Различные марки углеродистой стали имеют примерно одинаковые значения f_{Co} ($\sim 0,01\%$), в хромистой стали — в 1,5—2 раза больше, а в хромоникелевой нержавеющей стали — в 4—10 раз выше, чем в углеродистой.