

## К теории распространения нейтронных волн в гетерогенных средах

А. В. СТЕПАНОВ

УДК 539.125.52

На основе общей теории переноса нейтронов в неоднородных средах рассмотрено прохождение нейтронных волн через гетерогенную систему. В диффузионном приближении для волн с частотой  $\omega$  и волновым вектором  $\mathbf{p}$  в бесконечном слое замедлителя дисперсионное уравнение имеет вид

$$\left[ p^2 D_{\Gamma}(E) + \langle \Sigma_a(E) \rangle + \langle \Sigma_s^{\text{неупр}}(E) \rangle - \frac{i\omega}{v} \right] \times \langle \Phi(\mathbf{p}, E, \omega) \rangle - \int dE' R(\mathbf{p}, \omega, E, E') \times \langle \Phi(\mathbf{p}, E', \omega) \rangle = 0. \quad (1)$$

Здесь  $\langle \Phi(\mathbf{p}, E, \omega) \rangle$  — фурье-компонента макроскопического потока нейтронов; символ  $\langle \dots \rangle$  означает усреднение по статистическому ансамблю неоднородных сред\*;

$$D_{\Gamma}(E) = \frac{1}{3 \langle \Sigma_{tr}(E) \rangle};$$

$$R(\mathbf{p}, \omega, E, E') = \langle \Sigma_s(E', E) \rangle + m(\mathbf{p}, \omega, E', E). \quad (2)$$

Ядро интегрального оператора  $m$  описывает влияние неоднородности среды на поведение макроскопического потока нейтронов. Приближенное выражение для  $m$  может быть найдено для широкого класса гетерогенных систем. В односкоростном приближении уравнение (1) принимает вид

$$p^2 D_{\Gamma} + \langle \Sigma_a \rangle - i\omega \frac{1}{v} - m(\mathbf{p}, \omega) = 0. \quad (3)$$

При малых частотах его решение для двумерной периодической решетки можно записать в виде

$$\begin{cases} \text{Im } p_j \\ \text{Re } p_j \end{cases} = \frac{1}{\sqrt{D_j}} \left[ \frac{\omega^2}{v^2} + (\Sigma_a^{\text{эфф}})^2 \right]^{1/4} \times$$

$$\times \begin{cases} \cos \varphi/2 \\ \sin \varphi/2 \end{cases}, \quad \text{tg } \varphi = \frac{\omega/v}{\Sigma_a^{\text{эфф}}}, \quad (4)$$

$$j = \{ ||, \perp \},$$

где  $D_{\perp}$ ,  $D_{||}$  и  $\Sigma_a^{\text{эфф}}$  — компоненты тензора коэффициента диффузии и эффективное сечение поглощения нейтронов в решетке, причем их величина зависит от  $m(\mathbf{p})$ .

Групповая скорость распространения импульса нейтронов при малых частотах определяется выражением

$$v_{\text{гр}}^{(j)} = \left( \frac{\partial \omega}{\partial \text{Re } p_j} \right)_{\omega=0} = 2v \sqrt{\frac{D_j}{\Sigma_a^{\text{эфф}}}}. \quad (5)$$

Отметим, что векторы  $\mathbf{v}_{\text{гр}}$  и  $\mathbf{p}$ , вообще говоря, неколлинеарны. Это означает, что поверхности постоянной фазы и постоянной амплитуды могут быть ориентированы различным образом. Из выражений (4) и (5) видно, что в гетерогенных средах длина волны, постоянная затухания и групповая скорость зависят от направления волн в решетке. Эта анизотропия может быть изучена экспериментально. В заключение отметим, что граничная частота непрерывного спектра  $\omega_{\text{крит}}$  также зависит от ориентации источника нейтронов по отношению к неоднородностям среды.

(№ 342/5317. Статья поступила в Редакцию 27/III 1969 г., аннотация — 26/V 1969 г. Полный текст 0,5 а. л., 18 библиографических ссылок.)

## Взаимное влияние газовых и металлических примесей на электросопротивление расплавленного лития

М. Н. АРНОЛЬДОВ, М. Н. ИВАНОВСКИЙ, А. Д. ПЛЕШИВЦЕВ, В. И. СУББОТИН, В. А. ШМАТКО

УДК 621.039.542.426

Присутствие газовых примесей кислорода, водорода, азота и углерода в жидкометаллических теплоносителях отражается на многих физических свойствах металла.

\* А. В. Степанов. Kernenergie, 11, 125, 148 (1968).

Ранее авторы изучали раздельное влияние основных газовых примесей на электросопротивление расплавленного лития при 300° С\*\*.

\*\* М. Н. Арнольд и др. «Теплофизика высоких температур», 5, № 5 (1967).