П.П.Ананьев, **С.А.Гончаров**, **В.Ю.Иванов** (Москва, НП «ЦИГТ»). **Особенности математической модели нелинейной динамической системы заряженной дислокации во внешнем электромагнитном поле.**

Дислокация представляет собой одномерный протяженный гибкий объект, движение которого имеет значительно более сложный характер, чем движение материальных точек или жестких тел. Практически наиболее подходящей и удобной представляется модель дислокации, рассматриваемая как нить или струна, обладающая собственной массой и упругостью, окруженная непрерывно распределенным зарядовым облаком [1], [2].

Упрощенная модель динамической системы заряженной дислокации во внешнем электромагнитном поле рассмотрена в [3] и может быть описана системой уравнений

$$m_1\ddot{x}_1 = -k_1x_1 + k_2x_2, \quad m_2\ddot{x}_2 = -k_2(x_2 - x_1) + F_e, \tag{1}$$

где m_1 — масса дислокации, x_1 — перемещение дислокации, k_1 — жесткость закрепления дислокации в кристалле, x_2 — перемещение зарядового облака, k_2 — жесткость системы «дислокация–зарядовое облако», m_2 — масса заряда, F_e — сила, обусловленная действием электрической составляющей электромагнитного поля (сила Кулона).

Аналогичную систему можно написать для действия силы Лоренца.

Решение системы уравнений (1) позволяет построить амплитудно-частотную зависимость возникающих механических напряжений при движении дислокации от частоты электромагнитного поля. Так, напряжения, вызываемые силой Кулона, будут максимальны при совпадении частоты электромагнитного поля с собственной частотой системы, обусловленной жесткостью связи «дислокация–зарядовое облако», а зависимость напряжений вызванных силой Лоренца имеет два максимума при частоте, равной 1 и 0,5 собственной частоты системы.

Однако линейное представление о жесткости системы «дислокация–зарядовое облако» (k_2) не позволяет определить реальные значения напряжений в окрестности резонанса, т. к. они стремятся к бесконечности. В то же время, наибольший практический интерес представляет определение этих напряжений, а также определение величины собственной частоты системы.

Бесконечного роста напряжений и деформаций (перемещений дислокации) в резонансной области не происходит в силу нелинейности системы, поскольку собственная частота системы является функцией перемещения, и при росте перемещений величина собственной частоты изменяется, поэтому условие резонанса нарушается.

Параметр, характеризующий нелинейность жесткости системы (k_2), может быть определен, исходя из вида функции потенциала зарядового облака у линии дислокации [2]: $k_2 = \partial^2\varphi_c/\partial x^2 \simeq \psi/(R + x_1)^2$, где ψ — коэффициент пропорциональности, R — радиус зарядового облака.

Раскладывая функцию k_2 в ряд Тейлора по степеням в окрестности $x \to 0$, получим $k_2 = \psi/R^2 - (2\psi/R^3)x = (\psi/R^2)(1 - 2x/R)$.

Учет нелинейности жесткости системы (k_2) позволяет определить конечные значения напряжений и деформаций, возникающих при движении дислокаций под действием внешнего электромагнитного поля в окрестности резонанса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Судзуки Т.*, *Есинага Х.*, *Такеути С.* Динамика дислокаций и пластичность. М.: Мир, 1989, с. 18–19, 155.
2. *Тяпунина Н. А.*, *Белозерова Э. П.* Заряженные дислокации и свойства щелочногалоидных кристаллов. — Успехи физ. наук, 1988, т. 156, в. 4.
3. *Гончаров С. А.*, *Ананьев П. П.*, *Иванов В. Ю.* Разупрочнение горных пород под действием импульсных электромагнитных полей. М.: Изд-во МГГУ, 2006, 91 с.