

ДИНАМИКА ДИСЛОКАЦИЙ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ

Шепилова М.В., Ревнюк М.А.

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, проф. Платков В.Я.

Луганский национальный аграрный университет

(61002, Харьков, просп. Юбилейный, 65Г, каф. Общеобразовательных дисциплин, тел. +38 066 997 86 93. E-mail: lna_u_stroifac@ukr.net

В рамках приближения линейного натяжения численными методами изучена динамика дислокационной петли (ДП) при наличии в ее плоскости скольжения распределенных случайным образом слабых закрепляющих центров. Нормированное уравнение динамики ДП интегрировалось явным и неявным конечно-разностными методами при частотах внешнего напряжения от 0 до 10^8 Гц и значениях коэффициента демпфирования $B=10^{-8}$ - 10^{-4} Н·с·м⁻². Вычислялись динамические характеристики ДП в процессе ее колебаний в широком диапазоне амплитуд внешнего напряжения.

В результате исследования были обнаружены сложные регулярные и хаотические динамические режимы колебаний ДП. Установлен интервал значений нормированной вязкости, при котором эти режимы реализуются. Для динамики в этих режимах характерно наличие участков на ДП, совершающих возвратно-поступательное движение с преодолением слабых закрепляющих центров. Изучен сценарий перехода динамики ДП от однопериодической к хаотической. Переходу к хаотическому режиму всегда предшествуют многопериодические колебания с периодом равным $n \cdot T$, где T – период внешнего напряжения, n – целое число. Двухпериодические колебания с $n=2$ присутствуют всегда при различных конфигурациях слабых закрепляющих центров. При этом, двухпериодические колебания мог совершать только участок ДП, тогда как оставшаяся ее часть колебалась с частотой внешнего воздействия. Наибольшее значение периода колебаний ДП, которое наблюдалось, было равно $36T$. С увеличением амплитуды внешней силы сценарий перехода к хаосу качественно не изменялся. Однако, набор значений n для много-периодических колебаний был чувствителен к амплитуде внешней силы. С уменьшением величины нормированной вязкости хаотические режимы колебаний прерывались узкими ”окнами” многопериодических режимов. Для анализа хаотической и сложной регулярной динамики проведен корреляционный анализ, Фурье-анализ и получены спектры колебаний для соответствующих временных рядов, изучено влияние начальных условий на динамику ДП, вычислены старшие показатели Ляпунова.

Переход к хаотическому режиму сопровождается появлением ”пьедестала” в области низких частот в спектре мощности. При этом, также возникает высокая чувствительность динамики ДП к начальным условиям, которая отсутствует для регулярных режимов. Ничтожно малые изменения в начальных условиях за небольшие промежутки времени приводят к существенным изменениям временных зависимостей дислокационной деформации. Для многопериодических режимов старший показатель Ляпунова был отрицательным, тогда как при переходе к хаосу он меняет свой знак на положительный.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что наблюдаемый хаос в динамике индивидуальной ДП является детерминированным.

При этом, проявление сложной регулярной и хаотической динамики ДП обусловлено нелинейностью данной динамической системы (наличие слабых закрепляющих центров в плоскости скольжения дислокации).