

01;05

О законах распределения микропластических деформаций

© В.В. Осташев, О.Д. Шевченко

Псковский политехнический институт

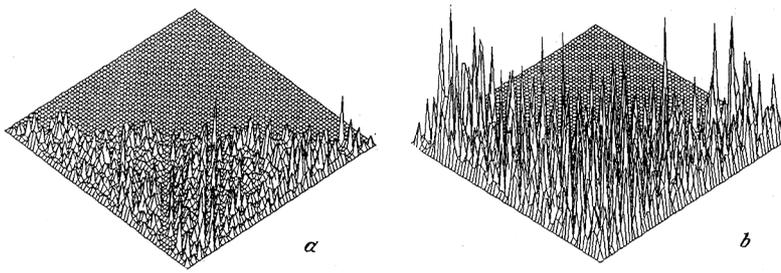
Поступило в Редакцию 23 января 1998 г.

Расчетом и построением биспектров показано, что отклонение закона распределения плотности вероятностей микропластических деформаций от нормального есть мера развития явлений синхронизации и мера полноты протекания релаксационных процессов, определяющих пластичность материала.

Осциллирующий характер пластических деформаций на локальных структурных уровнях может быть описан параметрами скрытых колебательных процессов (амплитуда, частота, фаза), а взаимодействие деформационных дефектов на различных масштабных уровнях отображено суперпозицией и наложением случайных величин с различными законами распределения [1]. Вид закона распределения плотности вероятностей микропластических деформаций в условиях факторного эксперимента зависит от параметров нагружения. Для образцов с максимальными характеристиками прочности он близок к нормальному во всем диапазоне исследованных деформаций по трансляционным и поворотным модам. Для образцов с максимальной пластичностью оценка закона распределения по критерию Пирсона говорит о недостоверности гипотезы [1]. Отклонение от нормального закона начинается с ротационных мод ω_z и в последующем захватывает трансляционные γ_{xy} , ε_{xx} .

Полагаем, что случайные микродеформации подчиняются нормальному закону до тех пор, пока среди множества факторов, вызывающих неоднородность поля микропластических деформаций, не окажется доминирующих. Таким фактором на уровне волновых взаимодействий является синхронизация, приводящая к уменьшению дисперсии групповой скорости деформационных дефектов и, как следствие, развитию макроротаций [2].

Меру нелинейности взаимодействий микропластических деформаций и вклад синхронизации оценивали расчетом биспектров (см. ри-



Расчетные биспектры для образцов: *a* — с максимальной прочностью; *b* — с максимальной пластичностью.

сунок). Биспектр отражает преобразование Фурье центрированной, корреляционной функции третьего порядка

$$B(f_1, f_2) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \iint_{-\infty}^{\infty} R(\tau_1, \tau_2) \exp[-i(f_1\tau_1 + f_2\tau_2)] d\tau_1 d\tau_2,$$

где $R(\tau_1, \tau_2) = \langle x(t)x(t + \tau_1)x(t + \tau_2) \rangle$ — корреляционная функция третьего порядка, осредненная по ансамблю. Для процесса с нормальным законом распределения третий момент (асимметрия) равен нулю. В этом случае $\langle x^3(t) \rangle = R(0, 0) = 0$ и, следовательно, $B(1, 2) = 0$. Таким образом, биспектр показывает, как отклонения процесса от гауссова "развернуты" по частоте, т.е. возникают за счет некоторых частот, находящихся в условиях синхронизма $f_1 + f_2 + f_3 = 0$.

В общем случае модель поликристаллического деформируемого материала на стадии статистических взаимодействий представляет собой систему, каждый уровень которой можно представить линейной и нелинейной составляющей, и поэтому закон распределения микропластических деформаций приближается к нормальному в той степени, в какой присутствует линейность на данном структурном уровне. Очевидно, что отклонение от нормального закона может быть определено как мера развития процессов синхронизации и как мера протекания релаксационных процессов. В соответствии с этим деформируемый материал показывает определенное сочетание характеристик прочности и пластичности.

Список литературы

- [1] *Осташев В.В., Шевченко О.Д.* // XXXII семинар "Актуальные проблемы прочности". Тез. докл. С.-Петербург, 1996. С. 35–36.
- [2] *Мещеряков Ю.И.* // Новые методы в физике и механике деформируемого твердого тела. Томск, 1990. С. 33–43.
- [3] *Никиас Х.Л., Рагувер М.В.* // ТИИЭР. 1987. Т. 75. № 7. С. 5–30.