

УДК 539.3

О ЧАСТНОМ СЛУЧАЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ОСЛАБЛЕННЫХ НЕСКОЛЬКИМИ СИСТЕМАМИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТРЕЩИН

Вяльцева В. В.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Пронина Ю. Г.

СПбГУ

valcevav@gmail.com

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 25-29-00565), <https://rscf.ru/project/25-29-00565/>.

Введение

Для оценки вклада трещин в эффективные упругие и проводящие свойства материалов используется параметр плотности трещин. В матричных композитах аналогично выражается и эффект тонких плоских включений (являющихся жесткими в контексте упругих свойств или изоляторами в контексте тепло- или электропроводности). В анизотропном случае плотность трещин является тензорной величиной. Экспериментальная оценка данного параметра обусловлена рядом трудностей, поскольку не может быть выражена через поддающуюся измерениям долю свободного объема. Ранее в [1] были получены соотношения для оценки трёхмерной плотности трещин в объеме материала по их следам на поверхностях сечений в случае, если материал ослаблен системой параллельных трещин. Однако в реальных материалах часто можно наблюдать множество систем трещин. Поэтому актуально изучение совокупного влияния нескольких систем трещин на эффективные свойства материала и создание универсального алгоритма оценки параметра плотности трещин в этом случае.

Основная часть

Настоящая работа посвящена исследованию возможности восстановления трёхмерной плотности трещин (с последующей оценкой эффективных свойств) по информации с поверхности образца для случаев, когда материал ослаблен несколькими системами параллельных трещин. Для этого используется представление тензора плотности трещин как суммы тензоров трёх главных систем трещин, предложенное М.Л. Качановым в [2]. Это же представление применимо для следов трещин (главные системы в этом случае будем называть «главными следами»). Проверяется гипотеза о возможности восстановления главных систем трещин по их «главным следам» на сечениях образца. На примере показано, что даже в простейшем случае нельзя напрямую определить главные скалярные значения трёхмерной плотности на основе «главных следов». Необходимым условием для восстановления плотности является использование данных не только о «главных следах», но и информации об ориентации трещин, которую можно получить с трёх взаимно ортогональных сечений.

Выводы

В работе показано, что в общем случае невозможно восстановить трёхмерную плотность трещин, используя информацию только о главных двумерных системах их следов на поверхности, кроме некоторых частных случаев. Результаты работы в дальнейшем могут быть использованы для создания методики оценки эффективных свойств материалов с помощью обработки изображений их сечений.

Литература

1. Vialtseva V., Pronina Yu., Kachanov M. Finding densities and orientations of cracks and platelets from their traces in cross-sections, in anisotropic cases of non-random orientations // *Mechanics of Materials*. – 2025. – Vol. 209, October. – Art. 105447.
2. Kachanov M. Continuum model of medium with cracks // *J. Eng. Mech. Div. ASCE*. 1980. Vol. 106. P. 1039–1051.