

МИКРОНАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛА КУБИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ МНОГОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

В условиях многоциклового усталости, когда зона зарождения трещины соизмерима с размером зерна, актуальной является задача учета анизотропии и ориентации области, ответственной за старт трещины.

В работе [1] экспериментально определяются локальные деформации микронеоднородного металла при одноосном растяжении.

В работе [2] сделана попытка теоретического нахождения касательных микронапряжений при одноосном растяжении квазиизотропного поликристалла. При этом функции отношения между макро- и микронапряжениями выбирались как линейные комбинации четных степеней синусов и косинусов углов ориентации монокристалла. Эти функции удовлетворяют некоторым интегральным соотношениям, однако их количество неограничено, что вносит элемент неопределенности.

Ниже предлагается методика, позволяющая устранить элементы неопределенности при определении микронапряженного состояния.

Макродеформированное состояние квазиизотропного поликристалла описывается системой уравнений [3]:

$$\epsilon_{ij} = T x_{ij} \quad (1)$$

где $T = T(E, \mu)$ - тензор упругих постоянных квазиизотропного тела.

Микродеформированное состояние в системе координат поликристалла может быть описано следующей системой уравнений:

$$e_{ij} = R b_{ij} \quad (2)$$

где $R = L(c_{12}, c_{44}) + r M(c_{11}, c_{12}, c_{44}, \psi, \theta)$ - тензор упругих постоянных монокристалла при повороте плоскостей упругой симметрии относительно координатных плоскостей на углы ψ и θ ;

$$r = \frac{1}{c_{11} - c_{12}} - \frac{1}{2c_{44}}$$

c_{11}, c_{12}, c_{44} - упругие постоянные монокристалла кубической структуры.

Для случая одноосного растяжения поликристалла в направлении оси OZ

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ x_z \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad e_{ij} = \begin{bmatrix} T_{12} & x_z \\ T_{12} & x_z \\ T_{11} & x_z \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Решая совместно выражения (1), (2) и (3), находим компоненты тензора микронапряжений для данного состояния металла, когда:

$$E = \text{const}, \mu = \text{const}.$$

Методика реализована численно на ЭЦМ ЕС 1033.

Таким образом, данная методика позволяет определить по заданной внешней нагрузке локальные напряжения в упругой области для металлов кубической структуры и легко распространяема на структуры с менее выраженными свойствами упругой симметрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДРИЦ М.Е. и др. Разрушение алюминиевых сплавов при растягивающих напряжениях. - М.: Наука, 1973.
2. ГУСЕВ В.А. Некоторые вопросы микронапряженного состояния поликристаллических тел. Автореф. канд.дис. Красноярск, 1970.
3. ДЕМИДОВ С.П. Теория упругости. - М.: Выш.школа, 1979.