

УДК 539.21

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ НАЛИЧИЕМ ЕДИНИЧНОГО ДВОЙНИКА В ЗЕРНЕ ПОЛИКРИСТАЛЛА РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

Т. В. Дробышевская, О. М. Остриков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

В настоящее время к изделиям машиностроения с точки зрения их уровня качества и долговечности предъявляются весьма жесткие требования. В связи с этим является важной разработкой методик по прогнозированию и предотвращению разрушения деталей машин, в том числе и разрушения, обусловленного двойникованием. Таким образом, решение задачи о расчете напряженно-деформированного состояния, обусловленного единичным двойником в зерне поликристалла, является важным и своевременным.

Целью данной работы стало изучение напряженно-деформированного состояния, обусловленного единичным микродвойником в зерне поликристалла и анализ зависимости его от формы зеренных границ.

Рассматривалось напряженно-деформированное состояние зерен поликристалла, в которых размещен единичный клиновидный двойник. Рассмотренные зерна имеют форму правильного n -угольника (принимается $n = 4, 5, 6, 7$) и расположены на большом расстоянии от поверхности двойникующегося материала. Границы зерен поликристалла были смоделированы в виде стенок полных дислокаций, при этом учитывали напряжения, которые создает сам двойник, а также напряжения на границах зерна. Смещения и напряжения, создаваемые клиновидным двойником с учетом смещений и напряжений на границах зерна, определялись с помощью принципа суперпозиции:

$$\begin{pmatrix} u_i \\ \sigma_{ij} \end{pmatrix} = \sum_{m=1}^2 \begin{pmatrix} (u_i^{(m)})_{tw} \\ (\sigma_{ij}^{(m)})_{tw} \end{pmatrix} (x, y) + \sum_{k=1}^n \begin{pmatrix} (u_i^{(k)})_b \\ (\sigma_{ij}^{(k)})_b \end{pmatrix} (x, y),$$

где i принимает значения x, y или z ; $(u_i^{(m)})_{tw}(x, y)$ – смещения, создаваемые соответствующими двойниковыми границами; $(u_i^{(k)})_b(x, y)$ – смещения, создаваемые соответствующими зеренными границами; $(\sigma_{ij}^{(m)})_{tw}(x, y)$ – напряжения, создаваемые двойниковыми границами; $(\sigma_{ij}^{(k)})_b(x, y)$ – напряжения, создаваемые границами зерен. Данные смещения и напряжения определяли с помощью криволинейных интегралов вдоль профилей соответствующих границ.

Проведенные расчеты показали, что форма полей напряжений, обусловленных наличием единичного двойника в теле зерна, несущественно зависит от количества граней у зерна. На изображениях полей напряжений четко просматриваются как двойниковые, так и зеренные границы, являющиеся концентраторами напряжений. При этом максимальные нормальные напряжения наблюдаются на двойниковых границах; максимальные скалывающие напряжения σ_{xy} локализованы в узловых точках двойника; скалывающие напряжения σ_{zy} максимальны на зеренных границах; а скалывающие напряжения σ_{xz} – на зеренных (за исключением вертикальной) границах зерна.

Результатом проведенного исследования явилась разработка метода расчета полей смещений и напряжений, обусловленных наличием единичного микродвойника в зерне поликристалла различной формы.