

Построение статистической модели для анализа процесса неупругого деформирования поликристаллов и выявления факторов возникновения межзеренных трещин

Научный руководитель – Котельникова Наталья Васильевна

Селиванов Глеб Дмитриевич

Студент (бакалавр)

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Факультет прикладной математики и механики, Пермский край, Россия

E-mail: selivanovgd@gmail.com

На сегодняшний день изделия из металлических сплавов продолжают играть ключевую роль в различных отраслях промышленности, однако они неизбежно подвергаются сложным нагрузкам в процессе эксплуатации, что может привести к разрушению и выходу детали из строя. Для продления их срока службы необходимо обратить внимание на совершенствование технологий обработки и изготовления металлических изделий. Эффективным методом решения данной проблемы является построение многоуровневых математических моделей, которые способны в полной мере описать эволюцию структуры материала в процессе неупругого деформирования в условиях интенсивного нагружения при различных диапазонах температур.

Образование и рост межзеренных трещин является одной из распространенных причин выхода деталей из строя. В данной работе рассматривается возникновение трещин, которое происходит вследствие накопления дефектов на различных масштабных уровнях. Рост межзеренных трещин является не менее важным механизмом разрушения, однако существует довольно большое количество моделей, описывающих его.

Для анализа дефектной структуры на мезо- и макроуровнях в настоящей работе применяется многоуровневый подход, использование которого предполагает выстраивание соответствий между материальной точкой на некотором масштабном уровне и неоднородной областью на нижележащем масштабном уровне. Основным классификационным признаком моделей является способ связи “родственных” переменных соседних уровней, по которому различают статистические, самосогласованные и прямые модели [2].

Модели основанные на применении статистического подхода, широко применяются в современных исследованиях сложных технологических процессов, так как упрощают моделирование рассматриваемого процесса деформации и позволяют учитывать в модели более низкие масштабные уровни, они основываются на рассмотрении элементов мезоуровня независимо друг от друга. Объединение элементов и рассмотрение их в качестве представительного макрообъема осуществляется статистическим осреднением на основе принятых гипотез [2].

Таким образом, данная работа заключается в разработке физически обоснованной многоуровневой модели, обладающей всеми преимуществами статистического подхода, для анализа возникновения межзеренных трещин и является актуальной. На данный момент реализована базовая модель для описания неупругого деформирования поликристалла алюминия, в ней используется модификация, которая позволяет учитывать соседство зерен, что необходимо для анализа процесса межзеренного разрушения. Соотношения для построенной модели можно увидеть в статье [1]. Были также получены графики зависимости напряжения от деформации.

Источники и литература

- 1) Селиванов, Г. Д. Построение математической модели для анализа деформирования и межзеренного разрушения поликристаллов / Г. Д. Селиванов // Математическое моделирование в естественных науках. – 2023. – Т. 1. – С. 292-294. – EDN GННСJW.
- 2) Трусов П.В., Швейкин А.И. Многоуровневые модели моно- и поликристаллических материалов: теория, алгоритмы, примеры применения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. – 605 с. DOI: 10.15372/MULTILEVEL2019TPV.