ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/61

СОСТОЯНИЕ ПРЕДРАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЗАРОЖДЕНИЕ

¹Хон Ю.А., ²Zapolsky Н.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Rouen university, Rouen, France

Как известно, разрушение твердых тел определяется зарождением и ростом микроскопических трещин при разрыве атомных связей. В имеющихся к настоящему времени методах моделирования разрушения предполагается, что микротрещина уже существует. Что касается самого механизма зарождения микротрещины, то здесь ситуация более сложная. Обычно предполагается, что имеются некие преддефекты, которые приводят к зарождению микротрещины. Без таких преддефектов зарождение микротрещины возможно лишь при величине приложенного напряжения $\frac{\sigma}{E} \gg 0.1$ (здесь E – модуль Юнга). Предполагается наличие концентраторов напряжений.

На самом деле зарождение микротрещин может происходить при $\sigma/E \ll 0.1$ и без наличия преддефектов. Так, например, при сверхмногоцикловой деформации трещина может зародиться внутри зерен. Методом сканирующей туннельной микроскопии показано [1], что при постоянных растягивающих нагрузках $\sigma > \sigma_1$ первоначально плоская поверхность твердых тел искривляется. Например, для поверхности (111) монокристалла германия $\sigma_1 \approx 40$ МПа. При дальнейшем увеличении нагрузки до σ_c на поверхности образуются канавки. Для аморфного сплава $\text{Fe}_{70}\text{Cr}_{15}\text{B}_{15}$ $\sigma_c \approx 300$ МПа, глубина канавок достигает ≈ 1000 nm. При снятии нагрузки поверхность снова становится плоской. При увеличении нагрузки выше σ_c образец разрушается. Образование таких канавок обусловлено локализацией неупругой обратной деформации. Неупругая деформация в этой области характеризуется локальным удлинением вдоль направления растяжения и сжатия в поперечном направлении. Уменьшение поперечного сечения образца при деформации принято называть образованием шейки. Это состояние предшествует хрупкому разрушению твердого тела. По этой причине оно названо состоянием предразрушения.

Происхождение и зарождение состояния предразрушения в рамках существующих подходов остается не ясным. Ни тепловые флуктуации, ни дефекты различного типа, ни диффузия атомов не приводят к его образованию. В докладе рассматриваются причины такого положения дел. Предложена модель, в котором твердое тело под нагрузкой представляет открытую систему ядер и электронов, находящуюся в смешанном состоянии. Наряду с колебательными степенями свободы учитываются неадиабатические переходы атомов между различными состояниями неравновесной системы ядер и электронов. Ключевая роль отводится неадиабатическим переходам атомов между различными состояниями неравновесной системы ядер и электронов. Неадиабатические переходы атомов определяются изменением химических связей и возбуждением динамического ближнего порядка – носителя избыточного объема. Получены кинетические уравнения, описывающие релаксацию неравновесной системы. Показано, что локализация избыточного объема инициирует локализацию смещений атомов, определяемых колебательными степенями свободы. Получены условия локализации неупругой деформации. Дальнейшая эволюция состояния предразрушения может протекать либо хрупким либо вязким разрушением.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.1.2 и поддержана грантом РФФИ 20-08-00305А.

1. В.Е. Корсуков, А.С. Лукьяненко, Б.А. Обидов, В.Н. Светлов, Е.В. Степин. Рост шершховатости на поверхности фольги из аморфного сплава $\text{Fe}_{70}\text{Cr}_{15}\text{B}_{15}$ как отклик на растягивающую нагрузку // Письма в ЖЭТФ. 1993. Т. 57, С. 343-345.