

**МОДЕЛЬ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
И РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ***

Л.Б. Зуев, В.В. Горбатенко, Л.В. Данилова

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Рассмотрена модель развития локализованного пластического течения твердых тел, основанная на представлениях о взаимодействии носителей пластичности и сигналов акустической эмиссии, возникающих при развитии элементарных актов пластичности. Экспериментально показано, что на макроскопическом масштабном уровне пластическое течение всегда протекает локализовано, причем распределение зон локализации в объеме принимает формы различных автоволновых процессов и связано с законом деформационного упрочнения.

Ключевые слова: пластичность, деформация, дефекты, автоволны, разрушение.

Введение

Экспериментальное изучение закономерностей пластической деформации твердых тел показало, что она протекает неоднородно на любом своем этапе. Универсальность этого суждения проверена на микро- [1], мезо- [2] и макроскопическом [3] масштабных уровнях, и можно думать, что разномасштабные явления локализации становятся существенными для природы процессов пластического течения практически одновременно. В наших исследованиях [3] экспериментально было установлено, что макролокализация обязательна для любых материалов и любых условий нагружения, а формы распределения очагов локализации и кинетика их развития коррелированы с характером кривой пластической деформации материала на протяжении всего процесса пластического течения. Возникающие при этом в образце пространственно-временные структуры локализации спонтанно появляются при пластической деформации с постоянной скоростью и закономерно эволюционируют во времени. В результате в процессе пластического течения пластичная среда самопроизвольно расслаивается на деформирующиеся и недеформирующиеся в рассматриваемый момент объемы, пространственно разделенные друг с другом. В общем случае подобное расслоение деформируемой среды можно рассматривать как ее самоорганизацию, под которой Хакен [4] понимал обретение системой какой-то пространственной, временной или функциональной структуры без специфического воздействия извне. Возможность такого взгляда на локализацию пластического течения была обоснована в работе [5] расчетом снижения энтропии системы при формировании областей локализованной пластической деформации, которое служит типичным признаком процесса самоорганизации [4].

В совокупности деформирующиеся и недеформирующиеся объемы материала образуют *паттерн локализованной пластичности*, который выявляет динамические деформационные макроструктуры – *автоволны локализованного пластического течения* [3]. Они были обнаружены и изучены методом модифицированной для анализа пластичности спекл-фотографии [6], позволяющей пошагово восстанавливать поле векторов смещения $\mathbf{r}(x, y)$ в деформируемом образце, регистрировать его эволюцию и рассчитывать все компоненты тензора пластической дисторсии

$$\beta_{i,j} = \nabla \mathbf{r}(x, y, t) \quad (1)$$

как функции координат x, y и времени t . Результаты анализа данных этих экспериментов привели к выводу о том, что при пластическом течении в образцах возникает эволюционирующая картина локализованной деформации с характеристическим масштабом неоднородности $\sim 10^{-2}$ м. Границы слоев локализации могут быть неподвижными или перемещаться с характеристической скоростью $V_{\text{ав}} \approx 10^{-5} - 10^{-4}$ м/с, которая пропорциональна скорости движения подвижного захвата испытательной машины и обычно на порядок ее превышает [7]. Примеры возможных вариантов распределения очагов локализованной деформации (паттерна), а также пояснения метода определения пространственно-временных параметров деформационного процесса показаны на рис. 1.

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0011.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>