

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ*

Л.Б. Зуев, М.В. Надежкин, Н.М. Мних

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. Показано, что на макромасштабном уровне пластическое течение всегда протекает локализованно, 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

Исследования пластичности металлов и сплавов, выполненные в предыдущие годы (см., например, [1]), показали, что обязательным и наиболее важным признаком процессов пластического течения является их склонность к протеканию локализованным образом. Установлено, что в материале на любой стадии процесса формоизменения самопроизвольно генерируется специфическая картина распределения очагов локализации – паттерн локализованного пластического течения. Форма паттерна определяется действующим в материале законом деформационного упрочнения. Наблюдаемые паттерны локализации могут быть использованы в качестве информативного признака при прогнозировании запаса пластичности деформируемых материалов. Эта идея становится еще более привлекательной, если принять во внимание, что при пластической деформации меняются многие физические свойства деформируемой среды, в частности, акустические.

По этой причине важно одновременно регистрировать показатели механических и акустических свойств, а также паттерн локализованного пластического течения. При этом следует иметь в виду, что изменения акустических характеристик в процессе пластического течения обычно не превышают 10^{-4} – 10^{-3} , так что регистрация возникающих изменений является непростой задачей. Вариации скорости распространения ультразвука при изменениях состава, структуры и состояния материалов были обнаружены и детально описаны в работе [2]. Позднее большое число исследований было посвящено анализу природы связи акустических свойств материалов с пластической деформацией. Параллельное изучение соответствующих деформационных закономерностей указало на возможность использовать малые изменения скорости распространения ультразвука в твердых телах в качестве информативного параметра. В пользу этого соображения говорит и развиваемый в наших работах подход, связывающий механические и акустические свойства твердых тел при пластической деформации. Такой подход характеризуется упругопластическим инвариантом деформации [1] и следствиями из него, рассмотренными в [3].

1. Испытательный стенд и его возможности

Для развития и подтверждения таких взглядов на динамику пластического течения необходимо было разработать измерительный стенд для проведения комплексных взаимно дополняющих исследований механических и акустических свойств деформируемых материалов разных классов непосредственно в процессе их формоизменения. Стенд предназначен для оценки показателей прочности и пластичности материалов при квазистатических испытаниях на растяжение, сжатие и изгиб и синхронизированного с записью диаграммы «напряжение – деформация» определения величин скорости распространения ультразвука и коэффициента затухания ультразвуковой волны как функций деформации. Возможны также регистрация и обработка паттерна локализованной пластичности, возникающего при пластической деформации исследуемого материала, автоматический анализ получаемых показателей и их графическое представление в режиме реального времени с записью получаемых результатов в памяти управляющего компьютера.

* 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>