

05.1;07;08;12

©1994

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОБЛУЧЕНИИ

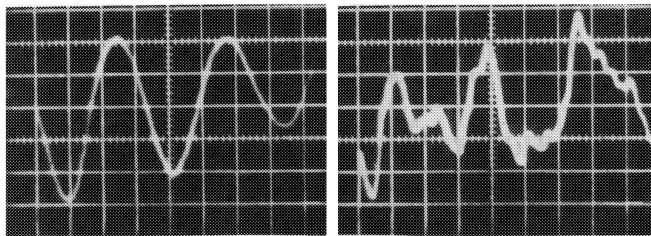
И.А. Коновалов, К.С. Скляренко, С.К. Скляренко

Многочисленные исследования взаимодействия концентрированных энергетических потоков (лазерное излучение, пучки быстрых частиц, искровые разряды и т.д.) с твердыми телами связаны с необходимостью регистрации различных структурных и фазовых переходов, происходящих на поверхности в результате такого воздействия. Использование оптических методов регистрации изменений на поверхности в процессе облучения материалов часто бывает невозможно или достаточно сложно и трудоемко, если применяются различные интерферометрические или фотодифракционные методы [1,2]. С этой целью нами изучались возможности использования акустических методов для регистрации порогов разрушения различных материалов при импульсном лазерном облучении.

Облучению подвергались различные материалы: металлы, полупроводники, щелочно-галлоидные кристаллы, керамики. При облучении использовалось излучение лазера ЛТИ-ПЧ в режиме модулированной добротности с длиной волны $\lambda = 1.06$ мкм, длительность импульса 20 нс, мощность излучения $P = 2$ МВт. Для регистрации фотоакустических сигналов использовался пьезоприемник, который укреплялся на тыльной стороне образца.

При значениях энергии излучения, не приводящих к каким-либо изменениям на поверхности облучаемого образца, регистрируется акустический сигнал в области одной из резонансных частот исследуемого образца. Типичная осциллограмма такого сигнала для образцов монокристалла NaCl приведена на рис. 1. Размеры образца: 10×10 мм, толщина 3 мм; облучалась поверхность параллельная грани (001). С увеличением энергии импульса происходит монотонный рост амплитудного значения акустического сигнала. После достижения некоторого порогового значения энергии происходят резкие изменения амплитудного значения и формы акустического сигнала (рис. 1, б). Эти изменения сопровождаются появлением в приповерхностных слоях монокристалла NaCl очага хрупкого разрушения (рис. 2) в области падения на поверхность лазерного луча.

С точки зрения механических свойств исследованные материалы можно рассматривать как хрупкие и пластичные.



a

б

Рис. 1. Осциллограмма акустического сигнала, возникающего при действии лазерного импульса на поверхность монокристалла NaCl (2 мкм в 1 дел.): *a* — энергия облучения меньше критической, приводящей к разрушению; *б* — энергия облучения больше критической.

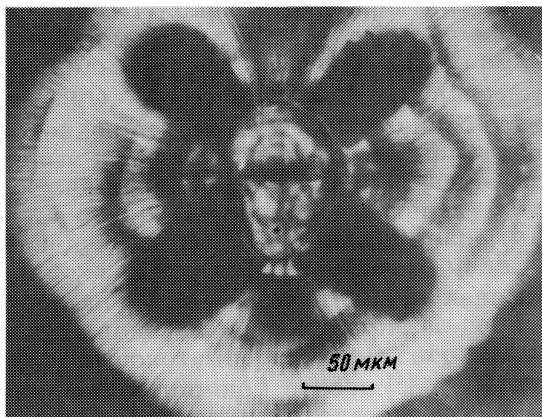


Рис. 2. Зона разрушения приповерхностных слоев монокристалла NaCl.

Аналогичные результаты, однако менее ярко выраженные, получены нами при облучении металлов (пластичные). При увеличении энергии излучения до значений, приводящих к плавлению поверхности, наблюдаются изменения в форме и характере роста амплитудного значения акустического сигнала.

Таким образом, этот простой метод может быть использован для регистрации порогов различных структурных и фазовых переходов при воздействии мощных лазерных импульсов на поверхность различных материалов.

Список литературы

- [1] Вейко В.П., Дрейден Г.В. др. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 4. С. 162-164.
- [2] Гусев В.Э., Карбутов А.А. Лазерная оптоакустика. М., 1991. 304 с.

Поступило в Редакцию
20 декабря 1994 г.