

МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ КРАТЕРА В ХОДЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

С. В. Васильев, Н. В. Жаркий, А. Ю. Иванов, А. В. Копыцкий

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно

E-mail: ion_ne@mail.ru

Целью данной работы является изучение связи параметров временных зависимостей давления в генерируемой упругой волне и изменения размеров необратимо деформированной зоны на поверхности облучаемого образца. Также исследована возможность разработки методики определения геометрических параметров зоны разрушения в реальном масштабе времени, основанной на регистрации и исследовании параметров СВЧ-волн, дифрагировавших на различных объектах со сложной формой.

При исследовании акустической эмиссии использовалась модель нагруженной области, испускающей акустические волны в упругую среду [1]. В соответствии с данной моделью зона разрушения считалась

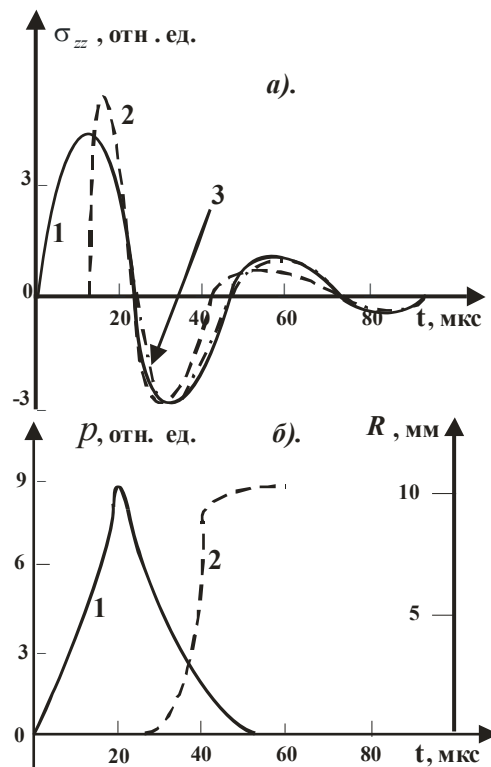


Рис. 1. Временные зависимости давления в акустической волне при действии лазерного импульса длительностью 20 мкс на образцы из меди:
а) 1 – экспериментально полученная кривая; 2 – расчет без учета роста; 3 – расчет с учетом роста кратера; б) 1 – временная зависимость давления в пароплазменном облаке на границе области необратимых деформаций; 2 – зависимость радиуса кривизны зоны неупругих деформаций от времени

сегментом сферы радиуса R высотой d и диаметром $2r_1$. Существенно, что геометрические размеры зоны неупругих деформаций изменяются во времени: $R = R(t)$, $d = d(t)$, $r_1 = r_1(t)$. Результаты расчетов для $R(t) = R_{\max} \cdot \exp\left(\frac{t^2}{\tau_0^2}\right)$ при $t < 0$ и $R(t) = R_{\max}$ при $t > 0$, $\tau_0 = 40$ мкс представлены на рис. 1.

Еще одной целью данной работы является разработка методов диагностики в реальном масштабе времени динамики развития зоны деструкции, формирующейся при воздействии концентрированных потоков энергии на твердое тело, основанных на особенностях дифракции электромагнитных волн СВЧ-диапазона на различных объектах сложной формы. Расчеты проводились с использованием программного пакета CST Microwave Studio, предназначенного для моделирования СВЧ устройств. Работа пакета основана на методе аппроксимации и методе вычисления определенных интегралов во временной области [2]. В ходе расчетов были получены картины дифракции электромагнитных волн СВЧ-диапазона на структурах с различной периодичностью диэлектрической проницаемости, включая периодические структуры с некоторыми видами нарушений периодичности и дефектами. В результате моделирования обнаружено существенное различие картин, полученных при дифракции электромагнитных волн СВЧ-диапазона на некоторых объектах. По кривой дифракционного отражения можно с определенной точностью решить обратную задачу теории дифракции и определить вид дефектов на поверхности исследуемой структуры. Для рассматриваемых структур были также получены спектры пропускания волн СВЧ-диапазона, которые также имеют существенные различия.

Таким образом, зарегистрировав дифракционную картину, возникающую при падении СВЧ-излучения на поверхность твердого тела и добившись наилучшего совпадения данных эксперимента и расчета с использованием рассмотренной компьютерной модели, можно определить характер рельефа зоны деформаций на поверхности обрабатываемой структуры.

1. *Иванов А. Ю.* Акустическая диагностика процесса лазерной обработки материалов. Гродно: ГрГУ, 2007. 280 с.
2. CST Studio Suite 2009. Workflow&Solver Overview. [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: <http://www.cst.com>. – Дата доступа: 07.09.2014.