

УДК 534-16:621.793.09

DOI: 10.17223/00213411/63/2/79

А.В. СОЛОВЬЕВ, А.Б. МАРКОВ, Е.В. ЯКОВЛЕВ, О.Ю. МАКСИМОВ

ВОЗБУЖДЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В МЕДНОЙ МИШЕНИ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СИЛЬНОТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Представлены результаты исследований акустических сигналов, индуцированных воздействием на медную пластину низкоэнергетического сильноточного электронного пучка (НСЭП) микросекундной длительности. Экспериментально получены характерные формы акустических сигналов, их амплитудная и фазово-частотная структура. Установлено, что индуцированные, в результате воздействия НСЭП, акустические сигналы имеют группы характерных спектральных составляющих с основными частотами 6, 11, 22–24, 80, 100–120 кГц, амплитуды которых растут с ростом величины зарядного напряжения. Установлено, что по изменению гармоник 80 кГц в зависимости от зарядного напряжения можно проследить начало генерации НСЭП, его нестабильную и стабильную фазы, а также начало плавления мишени. Получено, что при заданном зарядном напряжении для каждого импульса в серии амплитудная и фазово-частотная структуры акустических сигналов практически одинаковы.

Ключевые слова: *низкоэнергетический сильноточный электронный пучок, акустическая эмиссия, радиационно-акустическая диагностика.*

Введение

Растущие требования современных технологий формирования новых материалов и покрытий требуют постоянного развития научных методов, средств контроля характеристик и свойств материалов во время их модификации. Воздействие на вещество интенсивными импульсными электронными пучками является универсальным способом модификации материала [1]. При импульсном воздействии электронным пучком в материале или формируемом покрытии возникают термодинамические напряжения, которые становятся источником акустических волн. Акустические волны, распространяющиеся из области взаимодействия, несут в себе информацию как об энергетических свойствах и пространственном распределении потока частиц, так и о термодинамических процессах при облучении. Этот акустический эффект имеет большой потенциал для исследования свойств формируемых материалов и процессов, но пока не слишком часто используется в исследованиях, связанных с модификацией поверхности.

В работе [2] описан процесс возникновения упругих волн во время переходного нагрева при воздействии импульсного электронного пучка. При воздействии импульсного электронного пучка на твердое тело в нем формируются акустические волны, амплитуда которых пропорциональна плотности мощности излучения. В [3] описываются акустические сигналы при воздействии на медный проводник мощными ионными пучками. Авторы показывают, что данная акустическая диагностика позволяет измерять плотность энергии пучка в диапазоне 0.1–2 Дж/см². При плотности энергии более 2 Дж/см² происходит стабилизация амплитуды сигнала из-за плавления поверхностного слоя мишени. В работе [4] представлены результаты исследования тепловых и ударно-волновых процессов при поглощении ионного пучка в стальной мишени. Авторы [5] для измерения распределения энергии импульсного электронного пучка в поперечном сечении предлагают использовать радиационно-акустическую диагностику. Радиационно-акустическая диагностика основана на регистрации возникающих в мишени акустических волн при диссипации энергии импульсного электронного пучка. Это так называемый радиационно-акустический эффект [6]. В [7, 8] авторы указывают на то, что при облучении пластин предварительно азотированной стали 08Cr17Ti с осажденной пленкой Nb70Hf22Ti8 происходит процесс с высокой виброакустической активностью в диапазоне 11–22 кГц.

Целью данной работы является развитие акустического метода мониторинга процессов, индуцированных в медной мишени импульсным нагревом микросекундной длительности. Для достижения поставленной цели были проведены экспериментальные исследования спектрального состава акустических сигналов при воздействии на образцы из меди НСЭП с различной величиной зарядного напряжения.

Уважаемые читатели!

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

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