

СКОРОСТНОЕ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЫ, ФОРМИРУЮЩЕЙСЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ОБРАЗЕЦ

С.В. Васильев, А.Ю. Иванов, В.И. Недолугов, Е.О. Семенчук

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,

Гродно

E-mail: ion_ne@mail.ru

Исследовалось воздействие излучения мощного родаминового лазера с коаксиальной лампой накачки на образцы из алюминия, меди, цинка в условиях плазмообразования как при атмосферном, так и при пониженном (10^{-2} мм рт. ст.) давлении воздуха. Плотность потока лазерного излучения варьировалась в пределах от 1 до 60 МВт/см². Длительность импульса лазерного излучения составляла 15–20 мкс, переднего фронта – 4–5 мкс. Излучение родаминового лазера, пройдя через фокусирующую систему, попадало на образец, находящийся в вакуумной камере. Вакуумная камера с образцом помещалась в одно из плеч голографического интерферометра Маха – Цендера. Длины плеч интерферометра были выровнены с точностью 1–2 мм. В качестве зондирующего использовалось излучение рубинового лазера, работающего в режиме свободной генерации, с длительностью импульса ~ 300 мкс. Селекция поперечных мод излучения рубинового лазера осуществлялась диафрагмой диаметром 2 мм, помещенной внутри резонатора, а продольных – эталоном Фабри-Перо с базой 25 мм, используемым в качестве выходного зеркала. Зондирующее излучение заводилось в коллиматор, формирующий параллельный пучок диаметром 40 мм, который освещал интерферометр. Такие поперечные размеры зондирующего пучка позволяли исследовать не только ЛЭПФ с характерными размерами в осевом направлении ~ 20 мм, но и поведение ударных волн за его пределами. Интерферометр был состыкован с камерой СФР-1М, работающей в режиме лупы времени с двухрядной линзовой вставкой. Описанная схема позволяла регистрировать развернутые во времени голограммы сфокусированного изображения ЛЭПФ. Полученные отдельные кадры голограмм обеспечивали временное разрешение не хуже 0,8 мкс (время экспозиции одного кадра).

Для контроля достоверности результатов, полученных с помощью скоростной голографической киносъемки, экспериментальная установка позволяла исследовать лазерную плазму и традиционными методами. Скорость движения фронта светящегося плазменного образования определялась по щелевым фоторазверткам, зарегистрированным камерой СФР-1М, работающей в режиме фоторегистратора. При этом в плоскости

фото пленки строилось изображение приосевой зоны ЛЭПФ. Камера СФР-1М, работающая в режиме лупы времени и состыкованная со спектральной приставкой, позволяла регистрировать спектры испускания плазмы с временным разрешением ~ 2 мкс. Синхронизация работы трех камер СФР осуществлялась блоком коммутации. Таким образом, описанная экспериментальная установка позволяла исследовать в единичном эксперименте динамику процесса, происходящего у поверхности металлического образца при действии на него мощного лазерного импульса. По восстановленным с голограмм в стационарных условиях теневым картинам была исследована структура ЛЭПФ, измерена скорость движения плазменного фронта и фронта ударной волны.

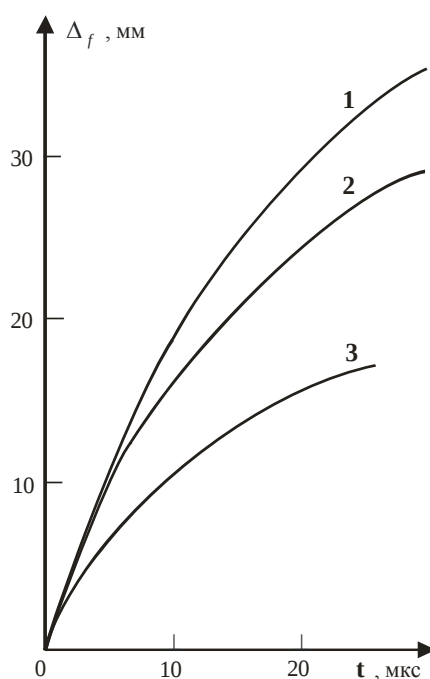


Рис. 1 Временные зависимости смещения фронта ударной волны (кривая 1), ЛЭПФ (кривая 2) и светящегося плазменного образования (кривая 3) от поверхности алюминиевого образца, подвергающегося воздействию лазерного излучения с плотностью потока 22 МВт/см^2

На рисунке 1 представлены временные зависимости смещения фронта ударной волны (кривые 1) и фронта лазерной эрозионной плазмы (кривые 2) от поверхности образца из алюминия и меди. На этих же рисунках приведена временная зависимость смещения фронта светящегося плазменного образования (кривые 3), полученные с помощью традиционных щелевых фоторазверток.