

Щукін С.О.¹, Забелло Є.І.²

(¹НТУУ «КПІ», ²МЦ ІПО НАН України, м. Київ)

ОСОБЛИВОСТІ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛУ ПІД ДІЄЮ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ ЛАЗЕРА

E-mail: lorlay76@gmail.com

Лазерні технології все дедалі більше використовуються в машинобудуванні та мають ряд різноманітних застосувань: для різання металів, підготовки поверхні матеріалу, створення різноманітних покриттів, контроль якості виплавленої продукції тощо. Під дією лазерного випромінювання матеріал руйнується, й постає питання про характер руйнування і можливості контролю за цим процесом. Одним із можливих шляхів управління процесом може бути зміна параметрів лазерного випромінювання, до яких відносять тривалість імпульсу, енергію в імпульсі і частоту проходження імпульсів, оскільки в залежності від цих параметрів змінюється характер руйнації речовини, форма утвореного кратеру, кількість випаруваної речовини. Тому важливим є дослідження впливу параметрів джерела лазерного випромінювання на процес руйнування матеріалу.

Для руйнування проби використовувався твердотільний лазер з активним тілом на основі кристалу алюмоітрієвого гранату, активованого іонами неодиму з накачкою імпульсної ксенонової лампи ИНП5/60. Живлення лампи накачки здійснювалось блоками БПЛ-66/33, (БПЛ-75/33) з максимальною енергією в розрядному контурі до 75 Дж. Лазер працював у суттєво багатоімпульсному режимі. В залежності від типу модулятора (модулятори добротності з початковими коефіцієнтами поглинання 73%, 50%) та ступеню перевищення порогу генерації, лазер випромінював перемінну по кількості послідовність імпульсів (цуг) з тривалістю одного імпульсу близько 10 нс і енергією одного імпульсу 12 мДж, 15 мДж, 20 мДж відповідно для першого, другого модуляторів та їх комбінації. Часовий інтервал між імпульсами змінювався від 100 мкс (у випадку генерації двох імпульсів) до 7...10 мкс (випадок генерації 17...23 імпульсів). Фокусування лазерного променя здійснювалось за допомогою лінзи з фокусною відстанню ~ 75 мм. При цих умовах на поверхні зразка можна було досягнути потужності до 10^9 Вт/см².

Розглянуто різні режими роботи лазерного джерела. На рис. 1 (1, 2, 3, 4) наведені фотографії характеру пошкодження поверхні зразків деяких матеріалів.

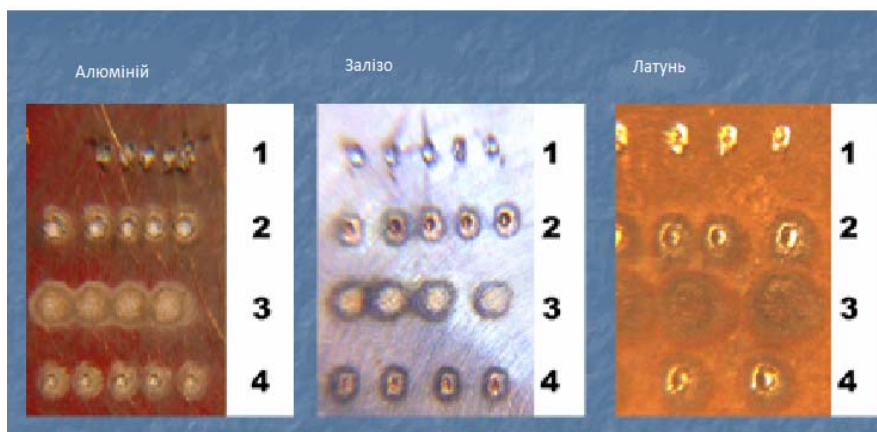


Рис. 1. Характер руйнування зразків різних матеріалів в залежності від числа імпульсів в цузі: 1 – моноімпульс, 2 – 4 імпульси, 3 – 17...19 імпульсів, 4 – 10 імпульсів

Видно, що із збільшенням числа імпульсів поступово зменшується глибина кратеру, який утворюється при поглинанні лазерного випромінювання, а діаметр ділянки,

з якої випаровується речовина, збільшується. Тобто випаровування відбувається рівномірними прошарками, що забезпечує кращий контроль при обробці матеріалу. Досліджено, що при багатоімпульсному впливі лазерного випромінювання може бути реалізований режим «м'якого» руйнування поверхні матеріалу без утворення глибоких кратерів, з контролем кількості випаруваного матеріалу. Тобто, багатоімпульсний режим впливу значно збільшує можливості для впливу на процес руйнування зразка.

Література:

1. Действие излучения большой мощности на металлы // С.И. Анисимов, Я.А. Имас, Г.С. Романов и др. – М.: Наука, 1970. – 272 с.
2. Фереман Н.А., Азов Л.Д. О механизме разрушения поверхности прозрачного диэлектрика при облучении коротким световым импульсом / Под ред. Н.Г. Басова // Квантовая электроника, 1972. – № 4 (10). – С.25...31.
3. Афанасьев Ю.А., Кровин Ф.В., Прохоров А.М. и др. Испарение металлических мишеней мощным оптическим излучением // ЖЭТФ, 1972. – №2 (8). – С.586...608.
4. E. Zabello, V. Syaber, A. Khizhnyak. Influence of temporal parameters of laser irradiation on emission spectra of the evaporated material // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. – vol. 2, №1 (1999). – P.142...146.