

УДК 621.373

ПОРОГОВЫЕ УСЛОВИЯ РАЗРУШЕНИЯ КРИСТАЛЛА ЛЕЙКОСАПФИРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Динис Данилович Ямалитдинов

Студент 6 курса,

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: М.А. Богданова,

аспирант кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Введение

Объектом исследования был выбран монокристалл лейкосапфира, выращенный методом Вернейля с содержанием примесей титана около 0,0001%. Исследуемые образцы кристалла представляли собой кубики с гранью размером 10мм.

Объемное разрушение образцов изучалось под воздействием одноимодового излучения Nd:YVO₄ лазера с длиной волны $\lambda = 532$ нм (2 гармоника) и длительностью импульса $\tau_{\text{и}}$ порядка 6 нс. Лазерный луч фокусировался в глубине исследуемого образца с диаметром в фокусе $d_f \sim 20$ мкм. Порог разрушения кристаллов подбирался экспериментальным путем варьирования плотности энергии.

В результате эксперимента было установлено, что минимально возможное разрушение кристалла лейкосапфира достигается при энергии в импульсе $E_{\text{и}} = 0.3$ мДж. Это значение соответствует пороговой плотности мощности лазерного излучения: $I_{\text{и}} \approx 4 \cdot 10^9$ Вт/см².

При таких параметрах лазерного излучения в образце кристалла появлялись микроразрушения размером 0.02 – 0.03 мм. При уменьшении энергии в импульсе примерно на 3% наблюдалось, что не все импульсы образовывали микроразрушения.

1. По проведенным результатам эксперимента и рассмотрению двух механизмов лазерного разрушения, основанных на примесных включениях, результаты которых с достаточной точностью подтверждают практические данные, можно сказать, что данные теории применимы для расчета пороговых условий разрушения кристаллов лейкосапфира. Также можно сказать, что в механизме лазерного разрушения кристаллов лейкосапфиров существенную роль играют включения.

2. Отсутствие микроразрушений кристалла от некоторых импульсов, наблюдаемое при уменьшении энергии в импульсе на 3%, объясняется неравномерностью распределения примесей титана, а также, возможно, нестабильностью излучения лазерной установки.

3. В целом можно сказать, что на лазерной установке, которая применялась в данной работе, возможна объемная маркировка лейкосапфира, в том числе и нанесение скрытых изображений. Это изображение незаметно невооруженным глазом при дневном свете, но заметно при наблюдении в проходящем одноволновом свете. Для достижения абсолютной невидимости изображения, возможно, необходимо применение лазера с более короткой длиной волны и меньшей длительностью импульса.

Литература

1. Багдасаров Х.С. Выращивание тугоплавких монокристаллов для лазеров и других применений. // Научное сообщение.

2. *Стрекалов В.Н.* Механическое разрушение прозрачных диэлектриков сфокусированным лазерным излучением. // Письма в ЖТФ. – 2000, Т.26. - №24.
3. *Акуленок К.М., Данилейко Ю.К.* К механизму разрушения кристаллов рубина лазерным // Письма в ЖТФ – 1972, Т. 16. Вып. 6. – С. 336—339.
4. *Макшанцев Б.И., Леонов Р.К.* О разрушении прозрачных диэлектриков лазерным излучением. // Письма в ЖТФ. – 1971, Т.14. – С. 175-178.
5. *Каминский А.А.* Лазерные кристаллы. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
6. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Электродинамика сплошных сред. – М.: Гостехиздат, 1957.
7. *Толкачев В.А., Борисевич Н.А.* Люминесценция – Сб.:16, 1963.
8. *Маненков А.А., Прохоров А.М.* Лазерное разрушение прозрачных твердых тел // УФН – 1986, Т. 148. Вып. 1. – С. 179—211.