

УДК 621.373.826

**ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА
ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ
ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА**Дмитрий Владимирович Вагин⁽¹⁾, Евгений Владимирович Семенов⁽²⁾*Студент 5 курса⁽¹⁾, студент 5 курса⁽²⁾,**кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А. В. Богданов,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в
машиностроении»*

В настоящее время наиболее распространенным методом маркировки оргстекла является удаление материала с поверхности излучением СО₂ лазера и образованием лунки цветом, отличающимся от основного материала. Простота данного метода обусловлена тем, что органическое стекло хорошо поглощает излучение с длиной волны $\lambda = 10,6$ мкм. На данном этапе развития лазерной техники набирают популярность волоконные иттербиевые лазеры излучающие в ближнем ИК-диапазоне с длиной волны $\lambda = 1,06$ мкм, для которой ПММА является прозрачным. При этом полимер обладает конечной оптической прочностью [1], то есть при достижении определенной плотности мощности или количества воздействий происходит разрушение материала и образование контрастного изображения. Также интерес представляет локальное увеличение объема материала за счёт появления пузырьков в следствии термодеструкции полимера [2,3]. Таким образом, имеется принципиальная возможность маркировки ПММА излучением волоконного иттербиевого лазера.

Обработку образцов проводили на промышленной установке HTF MARK 20, её характеристики приведены в таблице 1. Управление установкой осуществляется программой Marking studio.

Таблица 1

Основные технические характеристики HTF MARK 20

Длина волны, нм	Энергия в импульсе, мДж	Частота повторения импульсов, кГц	Скорость маркировки, мм/с	Диаметр пятна в фокусе, мкм	Точность позиционирования, мкм	Средняя мощность, Вт
1060-1085	До 1 мДж	20-80	100-5000	30	5	2-20

В качестве объекта исследований использовалась прозрачная пластинка ПММА толщиной 2 мм.

В ходе исследований было установлено, что существует небольшой диапазон режимов, при котором начинается формирование изображения, выступающего относительно основного материала. Эти режимы характеризуются малой интенсивностью (при которой не происходит поглощения за один проход) и коэффициентом перекрытия в перпендикулярном линиям заливки направлению близким к единице. В результате в материале образуются пузырьки (рис.1), которые поднимают материал над поверхностью, а также создают контрастность.

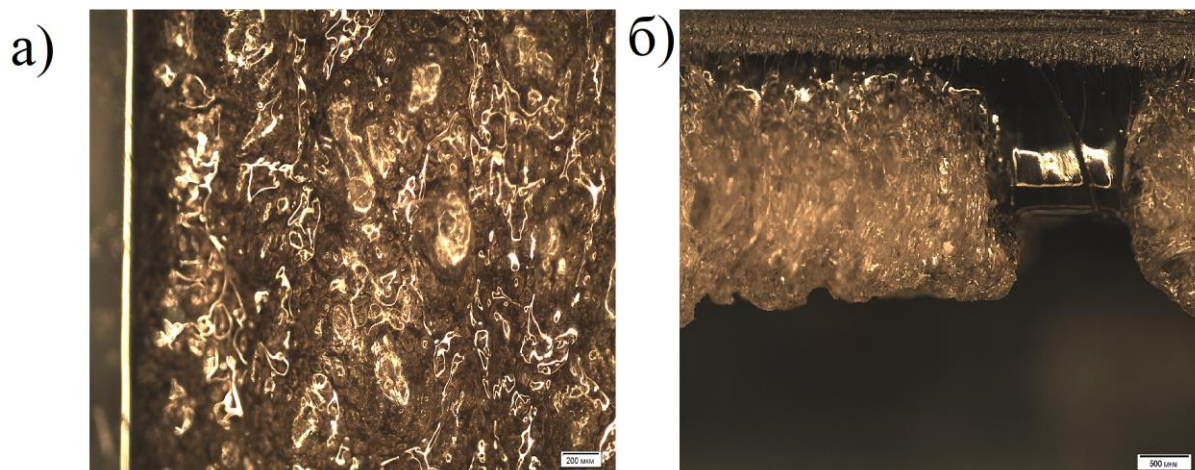


Рис.1. Валик на пластинке толщиной 2мм: а) вид сверху, увеличение x50; б) вид разлома

В ходе экспериментов была выполнена маркировка прозрачного ПММА. Получено контрастное изображение, выступающее над поверхностью основного материала. Изучено влияние параметров лазерной маркировки на высоту изображения относительно основного материала. Наиболее важными параметрами, от которых зависит формирование объемной структуры, являются средняя мощность, скорость маркировки, частота следования импульсов, интервал заливки и положение фокуса относительно обрабатываемой поверхности.

Литература

1. Оптическая прочность полимерных материалов при их лазерной абляционной деструкции/ Воронина Э.И., Ефремов В.П., Привалов В.Е. и др. // Журнал технической физики. — 2009, Т.79. — № 5. — С. 143 — 145.
2. *Jiang Li, Wenjun Wang, Xuesong Mei, Xuefeng Sun, Aifei Pan.* The formation of convex microstructures by laser irradiation of dual-layer polymethylmethacrylate (PMMA)// *Optics and Laser Technology.* — 2018.Vol. 106. — p. 461–468
3. *Степанов Д. В., Ремез Л. М.* Получение псевдообъемных букв на пластике методом лазерной маркировки // Молодежный научно-технический вестник. Электрон. журн. 2015. №5. Режим доступа: <http://ainsnt.ru/doc/775928.html> (дата обращения 28.11)