

УДК 53.084.823

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ DPSS ЛАЗЕРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 532 НМ НА МАРКИРОВКУ СТЕКЛА

Максим Владимирович Курилов

*Студент 5 курса,
кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Научный руководитель: Ю.В. Голубенко⁽¹⁾, М.А. Богданова⁽²⁾

⁽¹⁾доктор технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

⁽²⁾аспирант, инженер кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Маркировка – нанесение условных обозначений, изображений, предназначенных для идентификации товара или отдельных его свойств, доведения до потребителя информации об изготовителях, количественных и качественных характеристиках товара.

Маркировку можно разбить на две группы – маркировка с использованием различных красок и маркировка с изменением свойств поверхности объекта. Одним из способов маркировки является лазерная, наиболее распространенная в некоторых отраслях. Ее применение обусловлено широким спектром применяемых для обработки материалов – от металлов до пластиков, а так же высоким качеством получаемых изображений.

Именно благодаря лазерной технологии стало возможным наносить объемную маркировку внутри прозрачных диэлектриков. Такая технология является уникальной. Помимо стандартной маркировки внутри диэлектриков можно рассматривать и специальную маркировку - создание скрытых изображений, видимость которых осуществляется только с помощью специальных устройств или в специальных условиях.

Ранее для нанесения лазерной маркировки внутри стекол применялись лазеры с длинами волн в области ИК диапазона. Но в настоящее время все более популярными становятся лазерные системы с длиной волны 532 нм (2-я гармоника твердотельного лазера), которые позволяют получить более высокое качество изображения. Причиной этому служит высокий коэффициент пропускания оптическим стеклом именно этой длины волны. Под воздействием лазерного излучения в стекле происходит разрушение материала в результате оптического пробоя. Рассмотрим этот механизм более подробно.

В случае идеально чистых материалов механизм разрушения во многом похож на механизм оптического пробоя: лазерное излучение за счет многостадийных взаимосвязанных процессов генерирует свободные носители зарядов. Свободными носителями происходит дополнительное поглощение лазерного излучения, при этом в облучаемом объеме выделяется тепло, повышается температура и увеличивается показатель преломления среды. Затем происходит самофокусировка пучка и повышается интенсивность излучения, что приводит к ускорению перечисленных процессов.

Но в реальных прозрачных средах присутствуют локальные макроскопические примеси или дефекты: инофазные включения, скопления примесей, пузырьки газа или микротрещины. Под воздействием лазерного излучения эти области быстро нагреваются, что и служит, в конечном счете, причиной разрушения прозрачной среды.

Таким образом, при наличии примесей речь идет о тепловом разрушении прозрачных сред. В результате поглощения энергии лазерного излучения этими локальными областями в них очень быстро (за время импульса) увеличивается температура, соответственно растут термоупругие напряжения и, при достижении критических значений, происходит растрескивание стекла в небольшой области вокруг дефекта (рисунок 1,2).

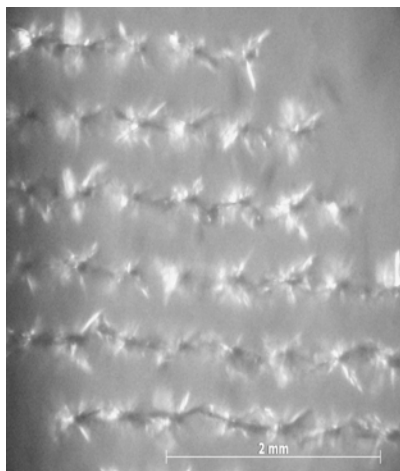


Рис. 1. Вид дефекта (вид сверху)

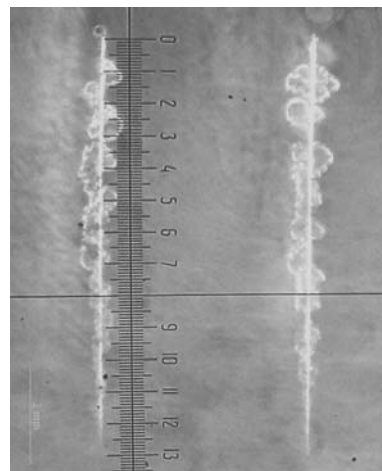


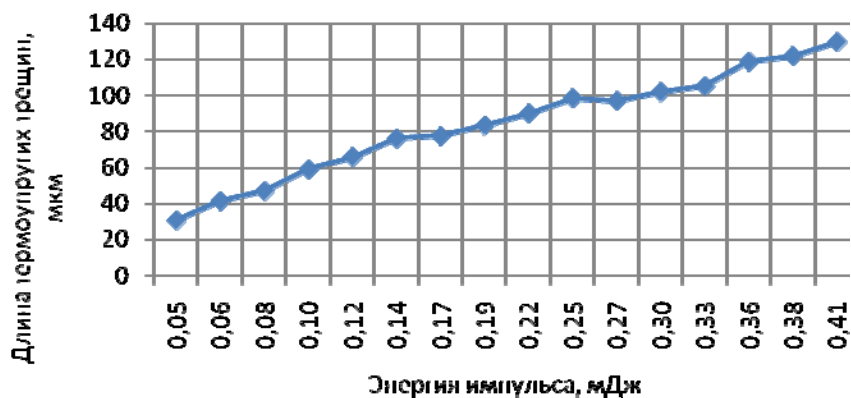
Рис. 2. Вид дефекта (вид сбоку)

Кафедрой лазерные технологии был разработан лазер нового поколения, работающий на длине волны 532 нм. Его отличием является сравнительно малый диаметр пятна излучения (порядка 25 мкм) и большая частота излучения (2000Гц). Изменение длины волны излучения и снижение длительности импульса до наносекнд позволило сконцентрировать большое количество энергии в импульсе, что обеспечило возможность создания рисунка с большей разрешающей способностью внутри прозрачных диэлектриков. Так же была предложена технология нанесения скрытого изображения внутри стекла. Для этого были проведены следующие эксперименты:

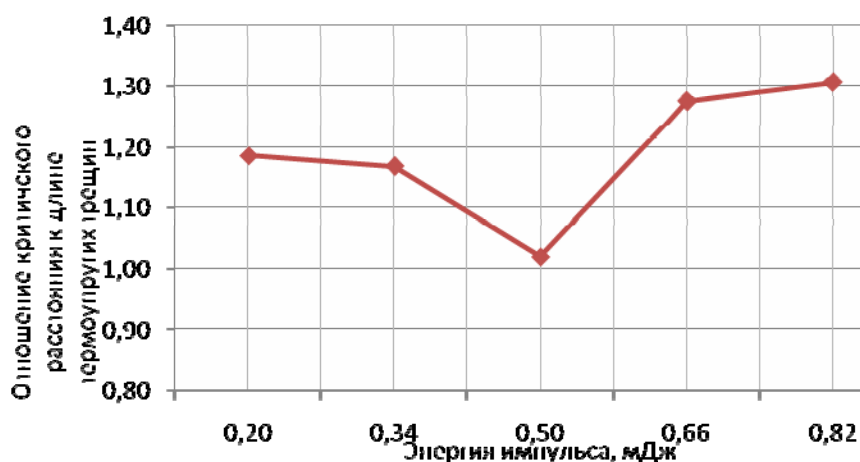
1. Выяснена зависимость высоты основного дефекта от энергии импульса.



2. Зависимость длины термоупругих трещин от энергии импульса.



3. Зависимость минимального расстояния между соседними дефектами без образования протяженных сколов.



В результате экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Использование лазера с длиной волны 532 нм идеально подходит для нанесения видимой маркировки. Для хорошего восприятия наносимой информации минимальный линейный размер дефекта должен составлять приблизительно 100 мкм.
2. Данный тип лазера позволяет получить квази-невидимое изображение, которое становится хорошо заметным только при сильном освещении образца.

Литература

1. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 312с.
2. Маненков А.А. Проблемы физики взаимодействия мощного лазерного излучения с прозрачными твердыми телами в области сверхкоротких импульсов. – «Квантовая электроника», 33, №7 (2003)
3. Колдунов М.Ф., Маненков А.А., Поколотило И.Л. Механическое разрушение прозрачных твердых тел лазерными импульсами разной длительности. – «Квантовая электроника», 32, №4 (2002)