

## Литература

1. Шерьязов, С. К. Классификация факторов, влияющих на витковые замыкания в трансформаторах напряжением 6-10/0,4 кВ/ С. К. Шерьязов, А. В. Пятков // Вестник КрасГАУ – 2014. – №7.

2. Воробьев, В. Е. Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции / В. Е. Воробьев, В. Я. Кучер. – СЗТУ. – Санкт Петербург, 2004. – 56 с.

**И. К. Губаревич**

(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. В. Васильев**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### **РЕГИСТРАЦИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩЕГО ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПЛАЗМЕННОГО ОБЛАКА ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

При воздействии световых потоков на поверхность твёрдого тела большой интерес вызывает изучение закономерностей изменения рельефа твёрдых тел в процессе их облучения импульсным лазерным излучением. Исследование взаимодействия лазерного импульса с образцом включает в себя запись быстропротекающего процесса образования пароплазменного облака вблизи поверхности образца, оценку влияния на него внешних факторов, например электромагнитного поля, изучение рельефа поверхности кратера, образовавшегося на поверхности образца.

Процессы, происходящие во время воздействия на объект лазерного импульса длительностью порядка 1 мс и сразу после него подробно описаны в [1]. Методики исследования формы поверхности образовавшегося на пластине кратера предложены в [2].

При изучении влияния электрических полей различной напряженности (от 0 до  $10^6$  В/м) на пространственную и временную эволюцию лазерной плазмы, возникающей при воздействии миллисекундных лазерных импульсов на поверхности металлов была использована экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1. Излучение рубинового лазера ГОР-100М, работавшего в режиме свободной генерации (длительность импульса  $\tau \sim 1,2$  мс, длина волны 0,694 мкм), пройдя через фокусирующую систему, направлялось че-

рез отверстие в электроде на образец, который сам являлся вторым электродом. Образец располагался в воздухе при давлении  $10^5$  Па. Диаметр полученного таким образом пятна излучения с резкими краями варьировался в ходе экспериментов от 1 до 2 мм.

Для изучения пространственной и временной эволюции лазерного факела в ходе воздействия лазерного излучения на образец использовался метод скоростной голографической кинофотосъемки. Межэлектродный промежуток помещался в одно из плеч интерферометра Маха-Цендера. Интерферометр освещался излучением рубинового лазера (длина волны  $\lambda=0,694$  мкм), работавшего в режиме свободной генерации. Длительность импульса излучения зондирующего лазера составляла  $\tau \sim 400$  мкс. Селекция поперечных мод зондирующего лазера осуществлялась диафрагмой, помещенной внутрь резонатора, а продольных – эталоном Фабри-Перо, использовавшимся в качестве выходного зеркала. Зондирующее излучение направлялось в коллиматор, позволявший получать параллельный световой пучок диаметром до 3 см, что позволило наблюдать за развитием пароплазменного облака.

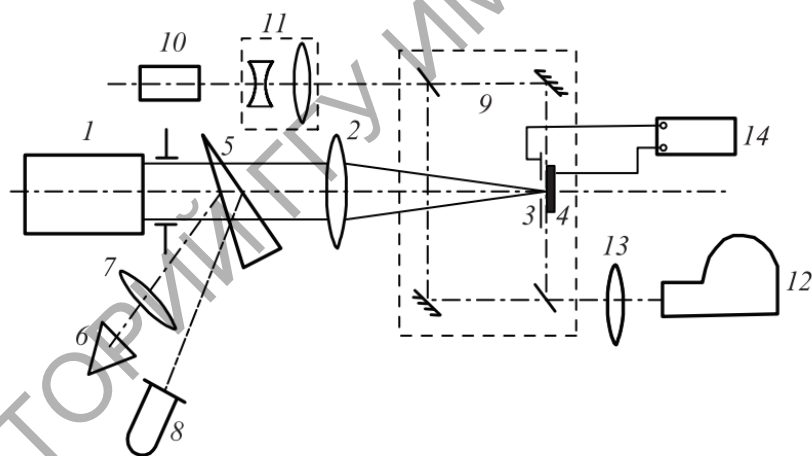


Рисунок 1 – Оптическая схема экспериментальной установки: 1 – рубиновый лазер ГОР-100М ( $\lambda = 0.694$  мкм); 2 – фокусирующая система; 3, 4 – электроды; 4 – исследуемая поверхность образца; 5 – стеклянный клин; 6 – измеритель энергии ИМО-2Н; 7 – объектив; 8 – фотозащитный элемент ФЭК-14; 9 – интерферометр Маха-Цендера; 10 – рубиновый лазер ( $\lambda = 0.694$  мкм); 11 – коллиматор; 12 – СФР-1М; 13 – объектив; 14 – высоковольтный источник.

Интерферометр был состыкован со скоростной фоторегистрирующей камерой СФР-1М, плоскость фотоэмульсии в которой была сопряжена с меридиональным сечением воздействующего на образец

лазерного луча при помощи объектива. Скоростная камера работала в режиме лупы времени. Описанная схема позволяла регистрировать развернутые во времени голограммы сфокусированного изображения лазерного факела. Полученные отдельные кадры голограмм обеспечивали временное разрешение не хуже 1 мкс (время экспозиции одного кадра) и пространственное разрешение по полю объекта приблизительно 50 мкм.

Следующими этапами являются вычисление по изображению величины смещения интерференционных полос от невозмущенного состояния, расчет изменения показателя преломления и вычисление требуемых параметров плазмы. Смещение интерференционных полос на интерферограмме и изменение показателя преломления связаны между собой интегральным уравнением Абеля [3]. Для численного решения уравнения Абеля применяется один из наиболее простых и наглядных методов, а именно метод ступенчатой аппроксимации, который часто называют методом Пирса.

Математические расчеты можно автоматизировать, используя возможности пакета MATLAB и его расширения Image Processing Toolbox. Положительный эффект от этого заключается в значительной экономии ресурсов и времени, выделяемых на обработку данных, полученных в ходе эксперимента, а также существенно повысить точность конечного результата [4].

Перспективным является применение методов голографической интерферометрии с использованием цифровых средств регистрации с высоким разрешением, компьютерным анализом полученных опытным путём голографических интерферограмм и построением фазового портрета, позволяющий визуализировать фазовый рельеф проходящих процессов при взаимодействии лазерного импульса с образцом.

## Литература

1. Васильев, С. В. Влияние электрического поля на приповерхностные процессы при лазерной обработке материалов / С. В. Васильев, А. Ю. Иванов // Квантовая электроника. – 2012. – Т. 42, № 2. – С. 170-174.

2. Васильев, С. В., Иванов, А. Ю., Ляликов, А. М. Оптическая визуализация топографии кратера, образующегося при действии лазерного импульса на твердый образец // Квантовая электроника. – 1993. – Т. 20, № 6 – С. 616 –618.

3. Jackson, S. L. Abel inversion of a holographic interferogram for determination of the density profile of a sheared-flow Z pinch / S. L. Jackson, U. Shumlak // Review of scientific instruments. – 2006. – Vol. 77, №. 8. – p. 10.

4. Даукша, А. Ю., Григуть, В. В. Автоматизация вычисления смещения интерференционных полос от невозмущенного состояния средствами MATLAB // Физика конденсиро-ванного состояния [Электрон. ресурс] : Матер. XXVI междунар. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов (Гродно, 18 апр. 2018 г.) / ГрГУ им. Я. Купалы, физ.-техн. фак. ; 2018. – С. 154-155.

**К. Н. Джеббаров**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. М. Березовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА «ИСКУССТВО ДУБАИ»**

Стремительное развитие информационных технологий и внедрение их во все сферы жизни человека привело к кардинальному изменению мира. Сегодня информатизация коснулась всех сторон жизни. В нынешнее время многие люди пользуются интернетом в повседневной жизни. В современном мире сегодня миллиарды людей проводят большое количество времени в сети Интернет. Поэтому было решено разработать web-сайт посвященный красоте Дубаи.

Основными этапами процесса web-разработки явились веб-дизайн, вёрстка страниц, программирование на стороне клиента и сервера, а также конфигурирование веб-сервера.

Предлагаемый web-сайт носит информационный характер. Он содержит информацию о красивейших объектах города Дубаи.

На главной странице разработанного web-сайта размещен рекламный баннер с анимированным текстом, который рекламирует красивейшие достопримечательности города Дубаи (рисунок 1).

В основном меню содержатся кнопки для удобной навигации по сайту. На главной странице есть также удобная галерея, в которой реализована фильтрация фотографий.

В ходе разработки сайта были использованы возможности языка HTML5, языка JavaScript, CSS и среда разработки веб-сайтов IDE.