

В.О. Перфильев, Н.Н. Шараухов
**Динамика температуры мрамора
 в поле мощного излучения CO₂-лазера**

В настоящее время существует много работ (см., например: [1–3]) по воздействию лазерного излучения на материалы. Большой интерес вызывает изучение действия лазерного излучения на мрамор, так как этот материал является очень широко распространенным и часто используется в строительстве в качестве декоративного материала.

Цель данной работы – получение экспериментальных данных по динамике температуры мрамора при воздействии мощного излучения непрерывного CO₂-лазера мощностью ~100 Вт. Эксперименты проводились на установке с программным управлением, схема которой приведена на рисунке 1. В нее входит компьютер Pentium-166, оптическая система, состоящая из двух зеркал и фокусирующей линзы с фокусным расстоянием 7 см, CO₂-лазер непрерывного действия типа ЛГН-703, автоматизированный цветовой пирометр и программно-управляемое устройство сопряжения компьютера с пирометром.

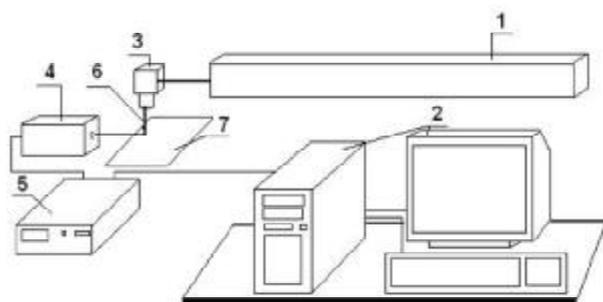


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:
 1 – лазер; 2 – компьютер; 3 – оптическая система;
 4 – цветовой пирометр; 5 – устройство сопряжения компьютера с пирометром; 6 – лазерный луч;
 7 – исследуемый образец

В данной установке использовался автоматизированный цветовой пирометр, работающий в ИК-области, созданный на кафедре общей физики Алтайского государственного университета [4]. Блок-схема пирометра представлена на рисунке 2.

Принцип работы пирометра следующий. Световой поток от нагретого тела попадает на диафрагму 1, представленную в виде конуса с входным отверстием размером, равным диаметрам фотодиодов. Расходящийся световой пучок линзой 2 преобразуется в параллельный и,

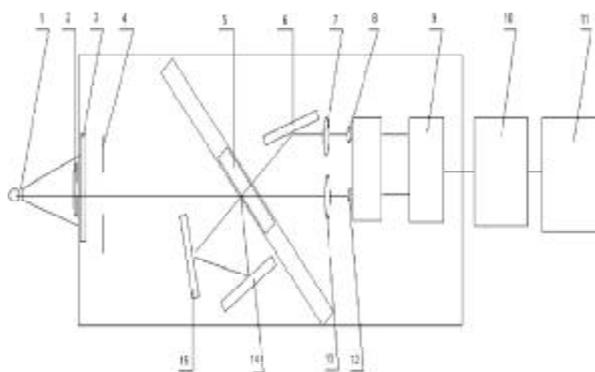


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки:
 1 – входная диафрагма; 2, 7, 13 – линзы;
 3 – стеклянный светофильтр марки ФС-6;
 4 – ограничивающая диафрагма;
 5 – интерференционный светофильтр;
 6, 14, 15 – зеркала; 8, 12 – датчики;
 9 – логарифмический усилитель сумматор;
 10 – устройство сопряжения компьютера с пирометром; 11 – компьютер

проходя через стеклянный светофильтр 3 марки ФС-6, попадает на ограничивающую диафрагму 4, которая направляет поток на интерференционный светофильтр 5, расположенный под углом 35° к направлению падения светового пучка. На светофильтре поток излучения раздваивается, один из которых, проходя через него, попадает на линзу 13 и фокусируется на фотоприемнике 12. Второй поток, отражаясь от поверхности светофильтра, попадает на зеркало 14, затем на 15 и, отражаясь, вновь попадает на светофильтр, но уже под углом 90° к поверхности. Поток, проходя через интерференционный светофильтр и отражаясь от зеркала 6, фокусируется линзой 7 на фотоприемнике 8. Сигналы с датчиков подаются на предусилители, где усиленные в каждом канале, попадают на логарифмический усилитель и сумматор 9. Данные через блок сбора, ввода и вывода 10 поступают на компьютер 11, где записываются в файл и могут впоследствии обрабатываться с помощью программ GRAPHER, ORIGIN и др. При проведении экспериментов производилась фокусировка лазерного пучка, при которой фокальное пятно располагалось на поверхности материала. Диаметр пятна в фокальной области линзы равен 0.6 мм. Его размер находился известным образом [1], по соотношению

$$d_f = 2 F \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \text{ где } \varphi - \square \text{ полный угол расхо-$$

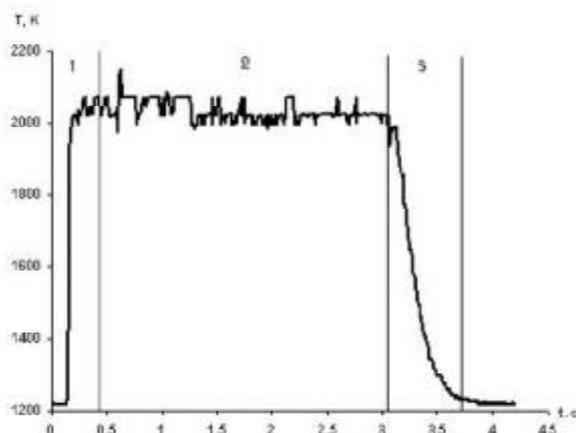


Рис. 3. Динамика температуры мрамора в поле лазерного излучения мощностью 50 Вт

димости светового пучка; F – фокусное расстояние линзы. Мощность лазерного излучения измерялась измерителем средней мощности и энергии ИМО-2, максимальная погрешность которого при измерении мощности не превышает 7%. В экспериментах плотность мощности излучения варьировалась в пределах $(17–25) \cdot 10^3$ Вт/см². Исследовался мрамор белого цвета (с Кабит-Кордонского месторождения), среднезернистой, равномерно зернистой структуры, массивной текстурой [5–7]. Были проведены эксперименты по изучению динамики температуры мрамора в зависимости от мощности лазер-

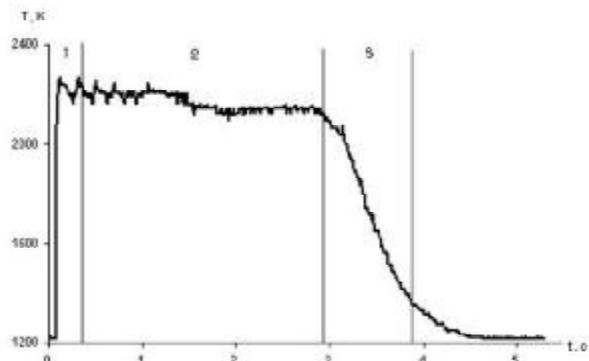


Рис. 4. Динамика температуры мрамора в поле лазерного излучения мощностью 70 Вт

ного излучения, число опытов – 30. В качестве примера результаты экспериментов приведены на рисунках 3–4. Из них видно, что спустя 0,3–0,5 с воздействия лазерного излучения температура достигла максимального значения (область 1), в дальнейшем процесс становился стационарным (область 2) и после выключения излучения следовало остывание образца (область 3). Температура мрамора при воздействии лазерного излучения мощностью 50 Вт в разных опытах была равна 2120 ± 28 K, а при мощности 70 Вт – 2223 ± 49 K.

Авторы благодарят за помощь в написании данной статьи научного руководителя профессора В.И. Букатого.

Литература

1. Рыкалин Н.Н. Лазерная обработка материалов. М., 1975.
2. Григорьянц А.Г. Лазерная обработка неметаллических образцов / А.Г. Григорьянц, А.А. Соколов. М., 1988.
3. Бендюков В.В. Разрушение композиционных теплозащитных покрытий лазерным излучением / В.В. Бендюков, Л.А. Шевцова, Ю.И. Юнак // ФХОМ. 1999. №3.
4. Букатый В.И. Автоматизированная установка для измерения температуры неметаллических тел под действием лазерного излучения / В.И. Букатый, В.О. Перфильев, Н.Н. Шараухов // Приборы и техника эксперимента. 2005. №1.
5. Неметаллические ископаемые СССР / Гл. ред. А.Е. Ферсман. М., 1945. Т. 5.
6. Вертушков Г.Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам / Г.Н. Вертушков, В.Н. Авдонин. М., 1980.
7. Свойства неорганических соединений: Справочник / Под ред. А.И. Ефимова. Л., 1983.