

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ КРАСОК

А.А. Рыжевич¹, А.И. Митьковец¹, Т.А. Железнякова^{1,2},
А.Я. Гореленко³, М.П. Захарич³

¹ Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

² Белорусский государственный университет, Минск

³ Республиканское научно-техническое унитарное предприятие «КРИПТОТЕХ» Департамента государственных знаков Министерства финансов Республики Беларусь, Минск
E-mail: a.ryzhevich@dragon.bas-net.by

Для проведения исследований в рамках научно-исследовательской работы «Фотонная сушка токопроводящих красок. Шифр «ФСТК» по договору № 531 «ФСТК» от 20 апреля 2016 г. была проведена комплектация, сборка, наладка и тестирование экспериментальной установки для исследования процесса лазерной фотонной сушки токопроводящих красок (ТК) на основе частотного твердотельного лазера, генерирующего на длинах волн 1,06 мкм и 0,532 мкм, а также непрерывно перестраиваемого посредством сапфир-титановой приставки в двух спектральных диапазонах 350 – 500 нм и 700 – 1000 нм.

Схема собранной установки представлена на рис. 1. Исследуемые образцы размещаются на подвижном столике системы позиционирования (9), снабженном реверсивным электродвигателем, частота вращения которого регулируется напряжением, подаваемым на его обмотки стабилизированным источником питания (10). Система позиционирования позволяет поступательно перемещать образец с постоянной скоростью в плоскости, перпендикулярной направлению распространения лазерного пучка, с возможностью регулировки скорости перемещения. С помощью светоделительной пластинки (3) часть излучения генерации лазера отводится на пироэлектрический приемник измерителя энергии фирмы Ophir (11) для контроля плотности мощности излучения падающего на образец. Рассеивающая линза (4) опционально используется для изменения плотности мощности облучения. С помощью фотоприемника ФП 150А (6) и осциллографа Tektronix TDS 3052В (7) осуществляется контроль длительности вспышки при воздействии излучения на образец. Устройство (8) служит для удаления продуктов, образующихся при сушке, спекании или абляции с поверхности исследуемого образца.

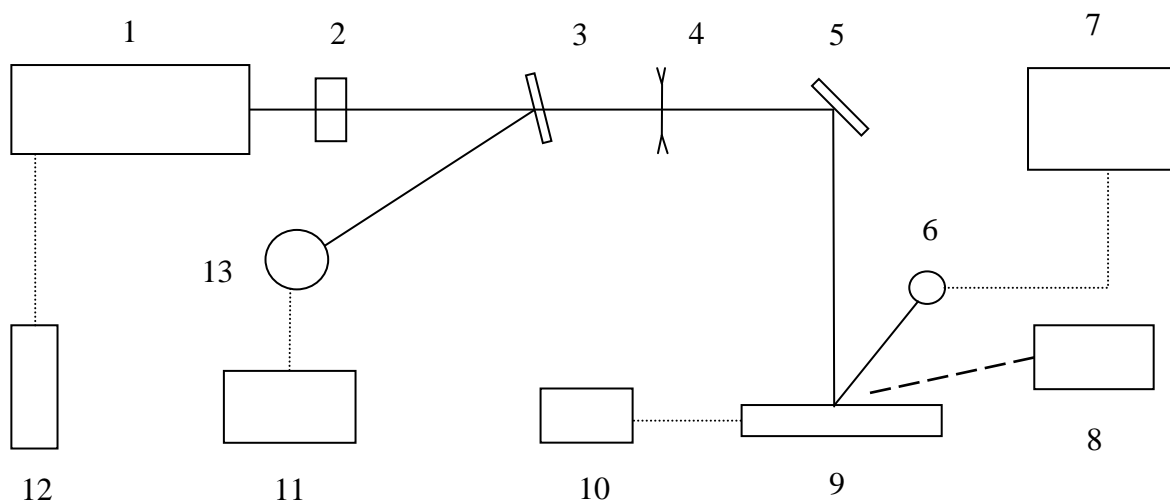


Рис. 1. Схема установки: 1 – лазерный излучатель; 2 – держатель фильтров; 3 – светоделитель; 4 –рассеивающая линза; 5 – поворотное зеркало; 6 – фотодиод; 7 – осциллограф; 8 – устройство отвода продуктов сушки и абляции; 9 – подвижной столик системы позиционирования; 10 – блок питания; 11 – измеритель энергии; 12 –пульт управления; 13 – пироэлектрический приемник

Основные характеристики лазерных пучков различных длин волн, формируемых установкой и использовавшихся для лазерной обработки образцов ТК, приведены в таблице.

Таблица

Основные характеристики лазерного излучения различных длин волн

Длина волны, нм	Макс. энергия накачки, Дж	Макс. энергия импульса лазерного излучения, мДж	Характерные размеры светового пятна, мм
1064 без модуляции добротности	19	200	6
1064 с модуляцией добротности	16	160-180	5,5
532	16	128,5	5,5
532	15	107,2	5,4
532	12	46,5	4,0
355	16	5,5	1,5
410	16	15,6	2×3 (эллипс)

Лазерная обработка образцов ТК производилась с частотой 5 Гц при скорости перемещения образца 30 мм/мин. После обработки при оптимальных режимах минимальное электрическое сопротивление дорожек ТК шириной $2,0 \pm 0,1$ мм, длиной $3,0 \pm 0,1$ мм и толщиной до 20 мкм составляло 0,2 Ом, что всего лишь в несколько раз превышает сопротивление аналогичных полос цельной технической меди.