

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЛАЗЕРНО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ*

*Х.М. РАХИМЯНОВ, доктор техн. наук, профессор,
Б.А. КРАСИЛЬНИКОВ, канд. тех. наук, профессор
Н.П. ГААР, канд. тех. наук, доцент
А.И. ЖУРАВЛЕВ, доцент
А.А. ЛОКТИОНОВ, аспирант,
(НГТУ, г. Новосибирск)*

Статья поступила 10 сентября 2012 г.

Гаар Н.П. – 630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20,
Новосибирский государственный технический университет, e-mail: lianelas@mail.ru

Предложена установка для поляризационных исследований анодного поведения металлов и сплавов в условиях лазерно-электрохимической обработки с применением комбинации двух и более длин волн в одном пучке.

Ключевые слова: лазерно-электрохимическая обработка, модулятор частоты, поляризационные исследования.

Введение

Любые научные исследования начинаются с выбора методик, позволяющих определить закономерности протекания того или иного процесса. В традиционной электрохимической обработке такими методиками являются поляризационные исследования: потенциостатические и потенциодинамические. Эти же методы применимы в случае исследования анодного поведения металлов и сплавов при лазерно-электрохимической размерной обработке, являющейся перспективным методом [1–4].

Для проведения поляризационных исследований в стационарных условиях (без наложения лазерного излучения) необходим следующий комплекс экспериментального оборудования: задающее по определенному алгоритму потенциал или ток устройство; электрохимическая ячейка, включающая в себя катод, анод (исследуемый материал) и электрод сравнения; прибор, регистрирующий установившееся значение тока или напряжения (в зависимости от выбранной методики).

Введение же лазерного излучения в зону обработки при электрохимической активации процесса предъявляет определенные требования к применяе-

мому оборудованию. Прежде всего – это необходимость введения лазерного излучения в зону обработки, а в случае использования комбинированного лазерного излучения еще и совмещения нескольких длин волн в одном пучке.

Подробности экспериментов

Для исследования влияния лазерного излучения на электрохимические процессы была разработана установка с использованием специального источника лазерного излучения, схема которого показана на рис. 1.

Принцип действия данной установки: лазерное излучение, выходящее из лазерного источника 1, попадает на поворотные зеркала 2, а далее на нелинейный преобразователь 3.

Нелинейный преобразователь (модулятор), благодаря которому происходит изменение длины волны лазерного излучения (получение 2-й и 3-й гармоник для двух основных частот $\lambda = 1,06$ мкм и $\lambda = 1,32$ мкм), состоит из фокусирующей линзы и пещки с кристаллом. При этом фокусная плоскость линзы и пещки совпадают.

Принцип действия используемого модулятора заключается в следующем: лазерное излучение с длиной волны 1,06 мкм выходит из излучателя

* Исследования проведены при финансовой поддержке проекта, выполняемого в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ в 2012 г. и в плановом периоде в 2013-2014 гг. (Шифр заявки 7.759.2011 «Повышение конструктивной прочности материалов конструкционного и инструментального назначения методами, основанными на высокоэнергетическом воздействии»).

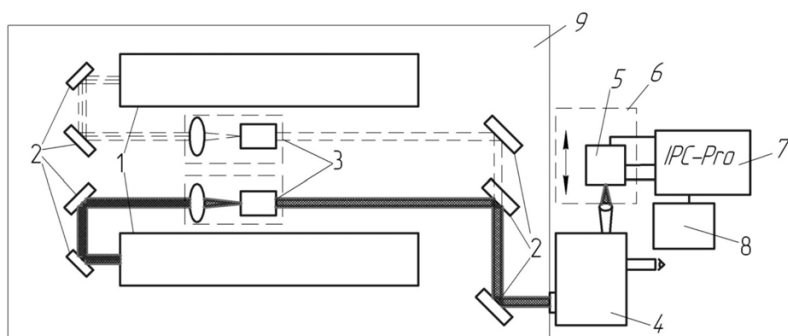


Рис. 1. Схема для реализации поляризационных исследований в условиях лазерной активации электрохимических процессов с использованием импульсного лазерного излучения с перенастраиваемой частотой:

1 – лазерный излучатель; 2 – поворотные зеркала; 3 – нелинейный преобразователь; 4 – система оптическая комбинированная (СОК); 5 – электрохимическая ячейка; 6 – предметный столик; 7 – потенциостат; 8 – персональный компьютер; 9 – оптическая скамья

и попадает на линзу, за которой находится печка с кристаллом. Фокус линзы и местоположение кристалла в печке совпадают. Кристалл при определенной температуре (148 °С) становится нелинейной средой, в которой поляризуемость вещества нелинейно зависит от напряженности электрического поля. Фокусная линза, установленная перед печкой, позволяет добиться высокой интенсивности излучения первой гармоники. Достижение определенного уровня интенсивности при отмеченном значении температуры является условием для генерации второй гармоники. Таким образом, при соблюдении двух этих условий при прохождении лазерного излучения 1,06 мкм на выходе из печки с кристаллом лазерное излучение содержит как длину волны 1,06 мкм (первая гармоника), так и 0,53 мкм (вторая гармоника). Для отделения длины волны 2-й гармоники за печкой установлено зеркало, которое отражает длину волны 2-й гармоники и пропускает длину волны 1-й гармоники. Отраженное излучение с помощью последующих зеркал передается в СОК, а пропущенное излучение поглощается экраном, установленным за зеркалом.

Если установленное за печкой разделяющее зеркало убрать из отражающей системы, то возможно получение лазерного излучения, содержащего в своем пучке две длины волны (1-ю и 2-ю гармоники).

Далее лазерное излучение проходит через СОК 4, фокусируется при помощи линзы, установленной на тубусе СОКа, вводится в электрохимическую ячейку 5 и, проходя через электролит, попадает на образец исследуемого материала. В случае необходимости получения 3-й гармоники после печки устанавливается следующий модулятор частоты. В таком случае на выходе второго модулятора возможно получение лазерного излучения с тремя длинами волн в одном

пучке. Если установить после второго модулятора частоты специальных разделяющих зеркал, то возможно выделять необходимую комбинацию длин волн. Например, 1-й и 3-й гармоники или 2-й и 3-й.

Настройка положения быстросменных зеркал осуществляется по совпадению отраженного и падающего луча от первой линзы СОКа.

Применение СОКа дает возможность плавного изменения диаметра зоны воздействия с визуальным контролем процесса (рис. 2), а при необходимости обеспечивает возможность фоторегистрации быстротекущих процессов в приэлектродных областях.

Важным условием при лазерной активации ЭХО является как совпадение размеров зоны лазерного воздействия и образца, так и их совмещение (центровка). Для определения местоположения луча на обрабатываемой поверхности в схеме, приведенной на рис. 1, используется пилотный (гелий-неоновый) лазер, входящий в конструкцию разработанного импульсно-периодического твердотельного лазера. Точность совпадения оптических осей лазера составляет 1 мм на длине 2000 мм.

Специальная электрохимическая ячейка (подробно описанная в работах [5, 6]) устанавливается на приспособление, которое имеет возможность передвижения вдоль оси лазерного излучения и по высоте. Применение такой конструкции приспособления для ячейки позволяет производить поднастройку ее положения при выставлении места наложения лазерного излучения. С целью неизменности положения самой ячейки при перенастройке для базирования в приспособлении предусмотрены два штифта.

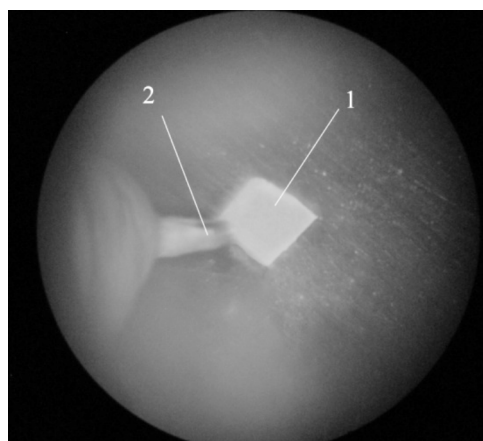


Рис. 2. Вид электродов через СОК:
1 – исследуемый образец; 2 – платиновый электрод сравнения

Вся установка помещается на оптическую скамью 9, благодаря чему удается обеспечить неизменность положения основных ее элементов в процессе исследования.

Вывод

Таким образом, представленная установка содержит все необходимые элементы приборной базы и позволяет производить исследования анодного поведения металлов и сплавов в условиях лазерной активации с применением комбинации нескольких длин волн в одном пучке.

Список литературы

1. *Possible ways for intensification of dimensional electrochemical machining (DECM)* / Kh.M. Rakhimyanov, N.P. Gaar // IFOST. Novosibirsk- Tomsk, Russia, June 23-29, 2008 -Proceedings of the third international forum on strategic technologies. – Novosibirsk, NSTU-2008. – P. 106–107.
2. *Пути интенсификации электрохимической размерной обработки* / Х.М. Рахимьянов, Н.П. Гаар // Ползуновский альманах. – Барнаул: Изд-во «АлтГТУ», 2008. – № 4. – С. 191–192.
3. *Интенсификация электрохимической размерной обработки нержавеющей стали лазерным излучением* / Х.М. Рахимьянов, Н.П. Гаар // Механики – XXI века. VII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Сб. докладов конф., Братск, 18–20 марта 2008 г. – Братск: Изд-во ГОУ ВПО «БрГУ». – 2008. – С 149–152.
4. *Анодное поведение титанового сплава марки ОТ-4 в водном растворе хлорида натрия при интенсификации лазерным излучением процесса электрохимического растворения* / Х.М. Рахимьянов, Н.П. Гаар, К.Х. Рахимьянов, А.А. Локтионов// Инновационные технологии в машино- и приборостроении. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. 14 апреля 2010 г. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010 г. – С. 47–50.
5. *Электрохимическая ячейка для исследования интенсификации ЭХРО лазерным излучением* / Х.М. Рахимьянов, Н.П. Гаар // Современные пути развития машиностроения и автотранспорта Кузбасса. Труды Первой всерос. науч.-техн. конф. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2007. – С. 251–254.
6. *Установка для исследования электрохимических процессов в условиях лазерной активации процесса электрохимической размерной обработки* / Х.М. Рахимьянов, А.И. Журавлев, Н.П. Гаар // Научный вестник НГТУ. – 2010. – № 2 (39). – С. 133–144.

Installation for studying materials under Laser-electrochemical treatment combined radiation

K.M. Rakhimyanov, B.A. Krasilnikov,
N.P. Gaar, A.I. Zhuravlev, A.A. Loktionov

The installation for anodic polarization studies of metals and alloys behavior during laser-electrochemical treatment with using a combination of two or more wavelengths in a single beam proposed.

Key words: laser-electrochemical treatment, frequency modulator, a polarization study.