

Рис. 3. Зависимость толщины алмазоподобной углеродной пленки от количества воздействующих на графитовую мишень лазерных импульсов.

Мишень — графит МГ10СЧ, плотность мощности воздействующего лазерного излучения — $1,5 \times 10^8$ Вт/см², температура подложки — 500 К

Литература

1. Amorphous-tetrahedral diamondlike carbon layered structures resulting from film growth energetics / M. P. Siegal and [a.t.] // *Appl. Phys. Lett.* — 1998. — Vol. 73, № 6. — P. 759 — 761.
2. Влияние структуры графитовой мишени на параметры углеродных пленок, полученных лазерно-плазменным методом / И.И. Азарко [и др.] // *ЖПС.* — 2008. — Т. 75, № 4. — С. 539 — 546.

УДК 621.793:536.2

ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВ ТИТАНА НА МИКРОСВАРКУ ЕГО ЧАСТИЦ ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКИМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Р.П. Быков, О.О. Кузнецик, К.Е. Белявин

ГНУ «Институт порошковой металлургии НАН Беларуси», Минск

Введение. Создание новых материалов с уникальными физико-механическими и структурными свойствами из порошков титана, а также технологий их получения является актуальной задачей для порошковой металлургии. Эта задача может решаться с помощью лазерной микросварки порошков, обеспечивающей получение материалов с открытой поровой структурой для фильтрации жидкостей и газов, а также для имплантации в

костные ткани человека [1, 2]. Для повышения эффективности фильтрации или имплантации и с целью снижения вероятности протекания химических и биологических реакций в материале на стадии эксплуатации или вероятности проплавления на стадии получения рекомендуется [1, 2] использовать порошки титана и бронзы со сферической формой частиц, а их микросварку осуществлять импульсно-периодическим лазерным излучением. Для определения режимов такой микросварки необходимо исследовать влияние оптических свойств рекомендуемых порошков на механизм получения между его частицами неразъемных соединений под действие импульсно-периодического лазерного излучения.

Методы исследований. Перед осуществлением процесса микросварки порошки титана были разделены на три равные части. Одна часть порошка подвергалась окислению, которое проводилось в сушильном шкафу СНОЛ 3,3.5,5/3 ТУ 16-531.639-78 в течение пяти часов при температуре 250 – 300 °С. Вторая – подвергалась травлению. Травление порошка осуществляли травителем, содержащим $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O} = 1:2:14$. По окончании процесса травления порошок промывали дистиллированной, затем – проточной водой. После промывки сушили в сушильном шкафу СНОЛ 3,3.5,5/3-ИЗ ТУ 16-531.639-78 в течение 3 ч при температуре 120 °С. Третья – осталась в состоянии поставки (без обработки).

Микросварка подготовленных порошков осуществлялась на исследовательской установке (рис. 1), обеспечивающей импульсно-периодическое лазерное излучение. Ее технические характеристики приведены в табл. 1.

Для проведения металлографических исследований структуры образцов использовался микроскоп измерительный МИ-1, а также количественный стереологический анализ образцов с использованием программного комплекса обработки и анализа изображений «Autoscan».

Для исследования отражающей способности поверхности порошков и экспериментальных образцов порошкового материала использовался фотометр ФО-1, предназначенный для измерения коэффициента отражения диффузных, зеркально-диффузных и зеркальных образцов, коэффициента про-

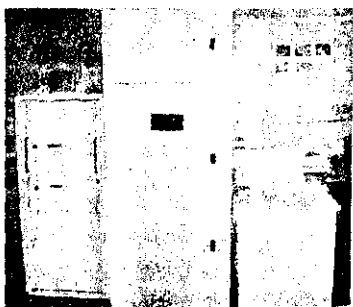


Рис. 1. Внешний вид исследовательской установки

пускания прозрачных твердых образцов, а также качественной оценки диффузно-рассеивающих образцов по их коэффициенту пропускания.

Таблица 1

Технические характеристики исследовательской установки

Характеристики	Ед. изм.	Значение
Длина волны светового импульса	мкм	1,06
Длительность светового импульса	мс	1 – 3
Диапазон регулировки частоты следования световых импульсов	Гц	1 – 50
Диапазон регулировка энергии световых импульсов	Дж	0,3 – 3
Защитный газ	–	Аргон

Исследования отражающей способности порошков и экспериментальных образцов порошкового материала проводили на дискретных длинах волн излучения в диапазоне 400 – 930 нм и 1,06 мкм с использованием интерференционных фильтров с шириной полосы пропускания 20 – 50 нм.

Результаты исследований и их анализ. Результаты подготовки порошков к микросварке приведены в табл. 2.

Таблица 2

Подготовленные порошки

Порошок	Вид обработки поверхности	Фракция, мм
Титан ВТ1-0 ГОСТ 19807-91	состояние поставки	(-0,4+0,315)
	окисление	
	травление	

Исследования поверхности частиц порошков на сканирующем микроскопе показали, что в состоянии поставки поверхность этих частиц имеет гладкую сферическую форму, характерный металлический блеск и светло-серый цвет.

Поверхность частиц порошков титана, подвергшихся окислению на воздухе, – серый тусклый цвет, сопровождаемый появлением цветов побежалости, желтоватого оттенка.

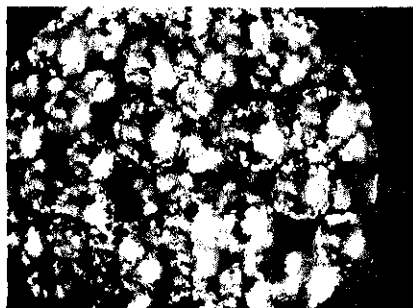
Поверхность частиц порошка, подвергавшаяся воздействию травителя, имеет темный (почти черный) матовый цвет. Результатом воздействия агрессивной среды на такую частицу является появление эрозионной шероховатости на ее поверхности. Результаты исследования оптических свойств порошка представлены в табл. 3.

Результаты измерения коэффициентов отражения порошков

Материал и состояние поверхности порошка	Коэффициент отражения R , %
Титан BT1-0 в состоянии поставки	25,2
Титан BT1-0 с окисленной поверхностью	24,8
Титан BT1-0 с протравленной поверхностью	16,4

На установленном режиме микросварки импульсно-периодическим лазерным излучением из порошков с различными состояниями поверхностей частиц были получены соответствующие экспериментальные образцы. Полученные образцы имели металлический блеск и цвет, аналогичный порошкам с поверхностью частиц в состоянии поставки. Металлографические исследования образцов показали, что в результате микросварки сферических частиц порошков титана импульсно-периодическим лазерным излучением образуется материал с открытой поровой структурой (рис. 3), имеющий пористость 35 – 40 %. При этом форма частиц порошка сохранилась (рис. 4).

Результаты исследования оптических свойств образцов, полученных из данных порошков, путем измерения коэффициента отражения представлены в табл. 4.



x 50

Рис. 3. Внешний вид поверхности образца

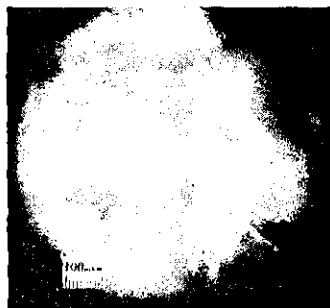


Рис. 4. Форма частиц после микросварки

Таблица 4

Результаты измерения коэффициентов отражения образцов

Материал и состояние поверхности образцов	Коэффициент отражения R , %
Титан BT1-0 в состоянии поставки	22,7
Титан BT1-0 с окисленной поверхностью	22,5
Титан BT1-0 с протравленной поверхностью	22,9

Выводы

1. Отражающая способность частиц порошка зависит от состояния поверхности и способа ее подготовки.

2. Микросварка частиц порошка импульсно-периодическим лазерным излучением в среде защитного газа способствует восстановлению состояния поверхности частиц пористого порошкового материала до уровня, соответствующего поверхности частиц порошка в состоянии поставки. Это может объясняться активацией высокотемпературных физико-химических процессов восстановления и оплавления поверхности частиц порошка при импульсно-периодическом лазерном воздействии на длине волны 1,06 мкм.

Литература

1. Толочко, Н.К. Закономерности формирования порошковых покрытий под действием лазерного излучения [Текст] / Н.К. Толочко, М.К. Аршинов, И.А. Ядройцев // Перспективные материалы. – 2004. – № 6. – С. 63 – 69.

2. Minko, D.V. Solid-State Laser Fusion of Spherical Titanium Powders [Text] / D.V. Minko and [a.o.] // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2008. – Vol. 47, № 7 – 8. – P. 500 – 505.

УДК 621.7

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ-ДИОКСИД КРЕМНИЯ-ДОЛОМИТ МЕТОДОМ СВС-ПРОЦЕССА

А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, А.А. Згурская

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Минск

Керамические огнеупорные материалы (КОМ) являются необходимой составной частью футеровок, покрытий тепловых агрегатов, используемых в машиностроении, металлургии, химической промышленности, а также при производстве строительных материалов. В качестве таких материалов, поставляемых по импорту, наибольшее распространение получили алюмосиликатные (шамотные, андалузитовые, боксидные и др.) и магнезиальные (переклазовые, переклазохромитовые). В Республике Беларусь ведутся поиски получения магнезиально-известковых КОМ с использованием отечественного сырья – доломита ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) с огнеупорностью выше 1700°C