

Summary

The laser melting of thermal sprayed coatings on titanium base alloys are observed in the first part of present paper. The conditions of laser treatment, spraying methods, protective atmosphere composition has been determined. An optical discharge induction problems in vapour-gas mixture and its influence to the laser clad coating formation.

Литература

1. Власов В. М. Работоспособность упрочненных трущихся поверхностей. М., 1987.
2. Бодяко М. Н. и др. Газотермическая обработка керамических оксидов. Минск, 1988.
3. Куприянов Н. Л., Геллер М. А. Газотермические покрытия с повышенной прочностью сцепления. Минск, 1990.
4. Liu C. A., Humphries M. S., Mason D. W. // Thin Solid Films, 1983. N 107. P. 251—257.
5. Yang X. C., Yan Y. N., Wang X. K. Laser material processing, ICALEO'87, LIA, Toledo, 1988. P. 209—219.
6. Miller R. A., Lowell C. E. // Thin Solid Films. 1982. P. 265.
7. Спиридонов Н. В., Кобяков О. С., Куприянов И. Л. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин. Минск, 1988.
8. Vandenaar E., Molian P. A., Baldwin M. // Surf. Eng. 1988. Vol. 4, N 2. P. 159—173.
9. Григорьянц А. Т. Основы лазерной обработки материалов. М., 1989.
10. Nowotny S., Kunzman E. // Wissenschaftliche Zeitschrift. 1985. Vol. 32, N 1. P. 151—154.
11. Mollan P. A., Huallen L. // Wear. 1989. N 130. P. 337—352.
12. Сравнительное изучение свойств различных композиционных покрытий на основе титана, никеля, хрома и повышение их работоспособности специальной обработкой / Отчет о НИР. 1986. № 02840037202.
13. Cooper K. P., Slebodnick P. Recent developments in laser melt/particle injection processing. ICALEO'87.
14. Прохоров А. М., Конов В. И., Урсу И., Михэилеску И. Н. Взаимодействие лазерного излучения с металлами. М., 1988.
15. Васильченко Ж. В., Ажаронков В. В., Забелин А. М. и др. Взаимодействие излучения непрерывного СО-лазера с плазмой у поверхности металлической подложки. Минск, 1994. (Препринт// Ин-т физики АН Беларуси: 694).
16. Райзер Ю. П. Лазерная искра и распространение разрядов. М., 1974.
17. Исследование плазмы, наведенной СО₂-лазером. Yosetsu Gakko'i gonbunski. 1992. T. 10, N 2. С. 233—245.
18. Борисов Ю. С., Харламов Ю. А., Сидоренко С. Л., Ардатовская Е. Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справочник. Киев, 1987.

Физико-технический институт
АН Беларуси

Поступила в редакцию
15.01.95

УДК 537.311.35

И. Н. АХВЕРДОВ, В. И. ЗУБКО, А. А. БОЙКО,
И. М. МЕЛЬНИЧЕНКО, Е. Н. ПОДДЕНЕЖНЫЙ

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Се-СОДЕРЖАЩИХ КВАРЦЕВЫХ ГЕЛЬ-СТЕКЛ

Се-содержащие кварцевые гель-стекла (КГС) могут быть использованы в качестве фото- и катодолуминофоров, магнитоактивных фоточувствительных элементов, детекторов ионизирующего излучения, материалов с повышенной радиационно-оптической устойчивостью и светофильтров, поглощающих ультрафиолетовое излучение. К настоящему времени в этом направлении выполнено большое число работ применительно к стеклам, полученным из расплава. Однако исследования поведения церия в гель-стеклах, полученных низкотемпературным синтезом по золь-гель-методу, практически отсутствуют.

Определение области эффективного использования новых материалов неразрывно связано с развитием и совершенствованием экспресс-

методов анализа структуры и свойств КГС. Методы исследования, основанные на измерении и анализе электрофизических параметров КГС, характеризуются большой информативностью. Они позволяют судить о составе, строении и процессах, протекающих как на микро-, так и макроуровнях. Анализ литературы [1, 2] по данному вопросу показал, что такие электрофизические параметры, как диэлектрическая проницаемость (ϵ), удельная электрическая проводимость (κ) и тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg } \delta$), существенно зависят от изменения внутренней структуры КГС и могут служить критерием их свойств. С этой точки зрения, на наш взгляд, представляется важным изучение электрофизических свойств Се-содержащих кварцевых гель-стекло методом диэлектрической спектроскопии.

Образцы гелиюго кварцевого стекла, легированного Се, были получены по золь-гель-процессу, включающему следующие этапы: гидролиз тетраэтилортосиликата (ТЭОС) в трехкомпонентной системе ТЭОС : $\text{H}_2\text{O} : \text{HCl}$ до получения золя (мольное соотношение компонентов 1 : 16 : 0,01); добавление в золь тонкодисперсного кремнезема (аэросила А-175), введение семиводного хлорида церия в форме твердой соли; нейтрализация золь-коллоидной системы до $\text{pH} = 5,5 - 6,5$ путем введения органического основания; гелеобразование; сушка гелей; спекание ксерогелей в муфельной печи на воздухе по программе с выдержкой при максимальной температуре 1150—1200 °С в течение 1,5—2 ч.

Для исследования электрофизических параметров были приготовлены серии образцов кварцевых гель-стекло с концентрацией церия 0; 0,25; 1,0; 3,0; 5,0%. Образцы для измерений представляли собой диски диаметром 40 мм с плоскопараллельными и тщательно полированными поверхностями.

Для контроля электрофизических параметров КГС разработана методика, в основу которой положено раздельное измерение емкости (C), проводимости (G) и фактора диэлектрических потерь ($\text{tg } \delta$) измерительного конденсатора с КГС. Первичный преобразователь изготовлен на основе микрометра, в котором расстояние между дисковыми электродами регулируется с помощью винта от 0 до 0,008 м. Электроды дисков изготовлены из тщательно отполированной нержавеющей стали. Площадь поверхности дисков составляет $7,06 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. В качестве изолирующей прокладки использован фторопласт. Точность измерения толщины образцов КГС непосредственно в датчике составляет $\pm 0,01 \text{ мм}$.

Основой измерительной установки является первичный преобразователь, работающий совместно со вторичными измерителями импеданса, позволяющими одновременно считывать с цифрового табло приборов значения C , G и $\text{tg } \delta$ КГС. Точность измерения C , G и $\text{tg } \delta$ КГС составляет $\pm 0,1\%$. Контроль электрофизических параметров образцов КГС проводился при температуре 293 К. Влияние «паразитных» явлений на результаты измерений электрофизических параметров КГС исключали путем коррекции емкостной и активной составляющих импеданса. Определяемые электрофизические параметры КГС: диэлектрическая проницаемость, удельная электрическая проводимость, тангенс угла диэлектрических потерь. Диапазон частот — $10^2 \div 10^6 \text{ Гц}$.

Для вычисления ϵ , κ и $\text{tg } \delta$ образцов КГС использовали следующие формулы:

$$\epsilon = \frac{C_2 - C_1}{C_0} + 1, \quad (1)$$

$$\kappa = d / SG_x, \quad (2)$$

$$\text{tg } \delta = \frac{G_x}{\omega \epsilon C_0}, \quad (3)$$

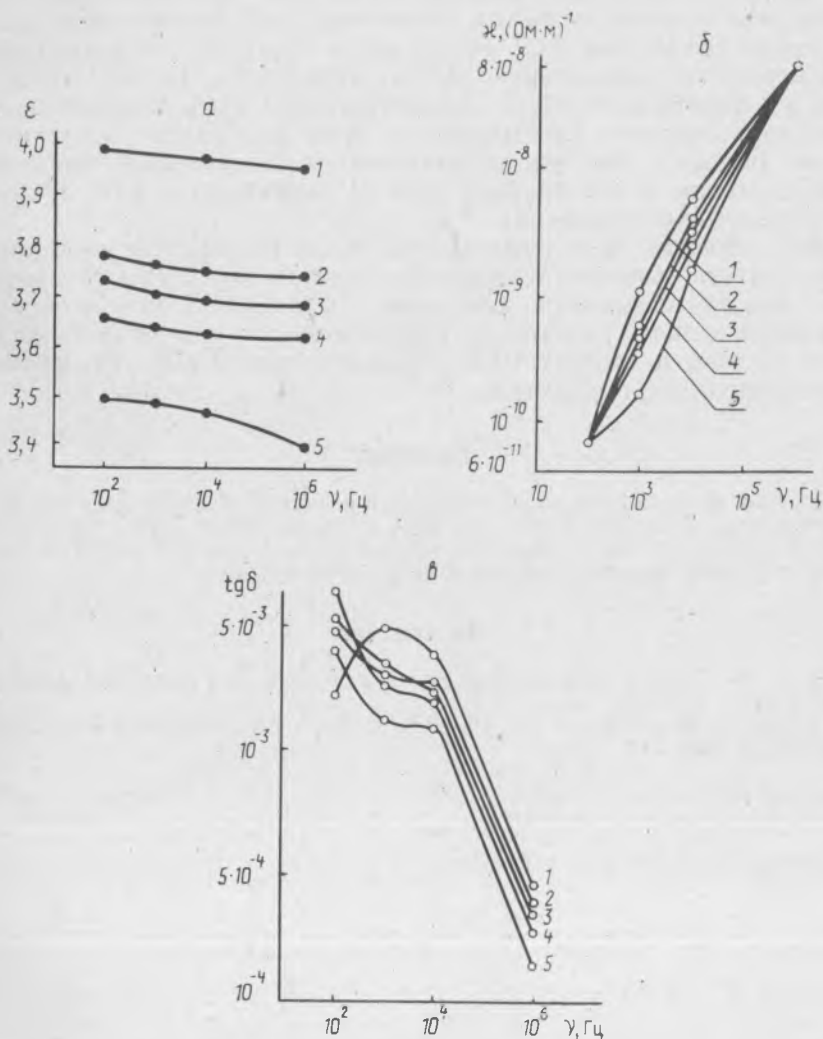
где ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость КГС; S и d — площадь и толщина образца КГС соответственно; $\omega = 2\pi\nu$ — круговая (циклическая частота); G_x — электрическая проводимость образца КГС.

Значение геометрической емкости конденсатора, заполненного образцом КГС, вычисляли по формуле

$$C_0 = \frac{\epsilon_b \epsilon_0 S}{d},$$

где ϵ_b — диэлектрическая проницаемость воздуха; ϵ_0 — электрическая постоянная, равная $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

В данной работе исследованы изменения величин ϵ , κ и $\text{tg } \delta$ КГС в зависимости от частоты электрического поля (10^2 — 10^6 Гц) и концентрации церия (0—5%). Общей тенденцией является понижение абсолютных величин ϵ , $\text{tg } \delta$ исследуемых образцов с повышением частоты электрического поля, тогда как величина κ возрастает (рисунок). В то же время наблюдается существенное различие в профилях частотных зависимостей каждой из изученных характеристик. Если для величин диэлектрической проницаемости наблюдаются в целом незначительные



Частотная зависимость диэлектрической проницаемости (а), удельной электрической проводимости (б) и тангенса угла диэлектрических потерь (в) кварцевых гель-стекло для различных концентраций церия: 1, 2, 3, 4, 5 — Се=5; 3; 1; 0,25; 0; % соответственно; $T=293$ К

изменения от частоты, то величины удельной электрической проводимости и тангенса угла диэлектрических потерь имеют характер крутого спада в исследуемом диапазоне частот.

Повышение концентрации церия приводит к возрастанию величин ϵ , κ и $\operatorname{tg} \delta$ КГС. Сравнительный анализ полученных результатов исследований показал, что диэлектрическая проницаемость образцов КГС проявляет зависимость от концентрации церия на всех фиксированных частотах. Величина κ в отличие от незначительных изменений диэлектрической проницаемости в исследуемом диапазоне частот оказывается наиболее информативной на частотах 10^3 и 10^4 Гц, а тангенс угла диэлектрических потерь — 10^3 , 10^4 и 10^6 Гц.

Полученные результаты экспериментальных исследований образцов КГС показали, что все электрофизические параметры, используемые в эксперименте, проявляют зависимость как от частоты электрического поля, так и концентрации церия. Наиболее значительные изменения в зависимости от концентрации церия претерпевает величина κ . Так, например, если на частотах 10^2 и 10^6 Гц изменения величин κ от концентрации церия незначительны, то на частотах 10^3 и 10^4 Гц они существенны. Анализ закономерностей этих изменений позволяет определить оптимальные рабочие частоты и концентрации Се, при которых электрофизические параметры КГС оказываются наиболее информативными для контроля состава и свойств данных материалов. Это свидетельствует о том, что электрофизические параметры могут быть использованы для диагностики состава Се-содержащих КГС и служить критерием их свойств. Вместе с тем для установления количественной зависимости между составом и электрофизическими параметрами КГС требуются дополнительные исследования.

Таким образом, на основании полученных результатов исследований можно сделать вывод, что электрофизические параметры оказываются весьма чувствительными к изменению состава КГС. Это может быть положено в основу разработки информативного метода интегральной оценки состава и свойств Се-содержащих кварцевых гель-стекол по электрофизическим параметрам.

Summary

The effect of Ge content on electrophysical properties of quartz heliglass at different frequencies of an electric field has been examined. The frequency region has been determined, within a range of which electrophysical parameters turn out to be the most informative in analysing structural properties of quartz heliglass.

Литература

1. Сао W. et al. // Ceramic Substrates and Packages for Electronics Applications. 1989. Vol. 25. P. 409—418.
2. Chinirashkhar G. W., Shafer M. W. // Electronics and Glass Divisions. 1986. Vol. 5. P. 309—311.

Белорусский государственный университет,
Гомельский государственный университет
им. Ф. Скорины,
Белорусская политехническая академия

Поступила в редакцию
10.10.94