

В результате проведенных исследований установлена возможность получения теплоизоляционных керамических материалов на основе синтетического волластонита.

Литература

1. Салтевская, Л. М. Синтез волластонита и его применение в керамических массах / Л. М. Салтевская [и др.] // Стекло и керамика. – 1974. – № 2. – С. 22–24.
2. Демиденко, Н. И. Спекание керамических масс на основе природного волластонита / Н. И. Демиденко, Е. С. Конкина // Стекло и керамика. – 2003. – № 1. – С. 15–16.

3. Тихомирова, И. Н. Теплоизоляционные материалы на основе кремнеземсодержащего сырья / И. Н. Тихомирова, Т. В. Скорина // Строительные материалы. – 2008. – № 10. – С. 58–60.

4. Кулдашева, А. Х. Экспериментальные исследования прочностных свойств бетонов на основе волластонитового сырья / А. Х. Кулдашева // Вестник. – 2011. – № 7. – С. 627–630.

5. Карионова, Н. П. Пористые волластонитсодержащие керамические материалы на основе композиций высококремнеземистого сырья с природными и технологическими компонентами: дис. ... канд. тех. наук : 05.17.11 / Н. П. Карионова. Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – 171 с.

УДК 546.26.539

ДИАГНОСТИКА МЕТОДОМ ЭПР ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К УФ И ЛАЗЕРНОМУ ИЗЛУЧЕНИЯМ СПЕЧЕННЫХ ПОРОШКОВ НАНОАЛМАЗА

Олешкевич А.Н.¹, Сернов С.П.², Долматов В.Ю.³, Лапчук Т.М.¹, Лапчук Н.М.¹

¹Белорусский государственный университет

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

³ФГУП «СКТБ «Технолог»

Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Исследована чувствительность основных параметров спектров ЭПР к ультрафиолетовому и лазерному излучениям при облучении образцов спеченных при высоких давлениях и температурах порошков детонационного наноалмаза. Сравнительная характеристика результатов показала возможность использования исследуемого сверхтвердого композиционного материала на основе спеченных порошков ДНА для изготовления датчиков ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 200–290 нм и лазерного ИК излучения.

Ключевые слова: электронный парамагнитный резонанс, детонационные наноалмазы, спеченные порошки наноалмаза, ультрафиолетовое излучение, лазерное излучение.

DIAGNOSTICS BY THE EPR METHOD OF SINTERED NANODIAMOND POWDERS SENSITIVE TO UV AND LASER RADIATIONS

Oleshkevich A.¹, Sernov S.², Dolmatov V.³, Lapchuk T.¹, Lapchuk N.¹

¹Belarusian State University

²Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

³FGUP "SKTB" Technologist "

St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The sensitivity of the main parameters of the EPR spectra to ultraviolet and laser radiation under irradiation of samples of detonation nanodiamond powders sintered at high pressures and temperatures has been investigated. Comparative characteristics of the results showed the possibility of using the investigated composite material based on DND powders for the manufacture of ultraviolet radiation sensors in the wavelength range of 200–290 nm and IR laser radiation.

Key words: electron paramagnetic resonance, detonation nanodiamonds, sintered nanodiamond powders, ultraviolet radiation, laser radiation.

Адрес для переписки: Сернов С.П., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: ssernov@bntu.by

Детонационные наноалмазы (ДНА) имеют сложную природу, их характеристики и свойства определяются методом получения, способами химической очистки и модификации поверхности. Спекание порошков ДНА осуществляется с целью синтеза новых композиционных материалов для применения в приборостроении, спинтронике и электронике.

Цель работы – установить особенности влияния на парамагнитные свойства спеченных порошков детонационного наноалмаза таких внешних факторов, как ультрафиолетовое и лазерное излучение.

Методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) исследованы спеченные таблетки на основе порошков ДНА. Спекание образцов

проводили при режиме термобарической обработки в вакууме 10^{-2} – 10^{-3} мм рт.ст. при давлении $P = 8$ ГПа и температуре 1800 °С за 20 секунд. В порошкообразных образцах ЭПР-сигнал имеет лоренцеподобную форму контура линии с g -фактором $2,0025 \pm 0,00005$ и шириной $0,75$ – $0,95$ мТл. Все ПЦ в порошках ДНА являются собственными дефектами, которые возникают в частицах ДНА во время их синтеза [1], природа которых объясняется локализованным неспаренным электроном на оборванных связях sp^3 -гибридизованного углерода [2]. Порошки ДНА обладают сильным парамагнетизмом из-за большой концентрации спинов электронов 10^{18} – 10^{20} спинов/г [3]. Наблюдается существенное изменение формы линии спектра ЭПР при условии спекания: $T = 1800$ °С, $P = 8$ ГПа и времени спекания 20 с. Происходит переход симметричной линии спектра (параметр асимметрии = 1,04) исходного образца в асимметричную линию Дайсона (параметр асимметрии = 2,08), что говорит об образовании в данном образце проводящей структуры в диапазоне СВЧ, при этом $g = 2,00065$, ширина $0,85$ мТл.

Исследовалась чувствительность параметров спектров ЭПР к воздействию ультрафиолетового излучения на спеченные порошки ДНА. Образцы облучались УФ-излучением мощностью в 36 Вт и с длиной волны 254 нм. в течение 5 мин. на каждой стадии облучения. Параметры спектров ЭПР рассчитывались с учетом изменения добротности резонатора при анализе линии ЭПР эталона рубина, закрепленного на стенке резонатора. Из рис. 1 видно, что в исследуемых образцах амплитуда сигнала ЭПР и фактор спектроскопического расщепления при каждом последующем облучении УФ излучением увеличиваются.

Рост этих параметров может быть обусловлен уменьшением омических потерь в резонаторе, вносимых облученным образцом. Это является следствием увеличения сопротивления образцов спеченного ДНА в СВЧ-диапазоне измерений с увеличением времени облучения.

Исследовалась чувствительность параметров спектров ЭПР к воздействию лазерного излучения на спеченные порошки ДНА. Изменения амплитуды сигнала ЭПР от времени облучения образца, как видно из рис. 2, *а*, имеет насыщающийся характер. При этом фактор спектроскопического расщепления линии ЭПР уменьшается в процессе увеличения суммарного времени облучения (рис. 2, *б*). С увеличением суммарного времени облучения лазерным излучением с длиной волны 650 нм и мощностью 200 мВт параметры спектров ЭПР изменялись существенно, что видно из рисунка. Облучение осуществлялось непрерывно по 60 секунд перед каждым измерением. На графиках указывается суммарное время облучения.

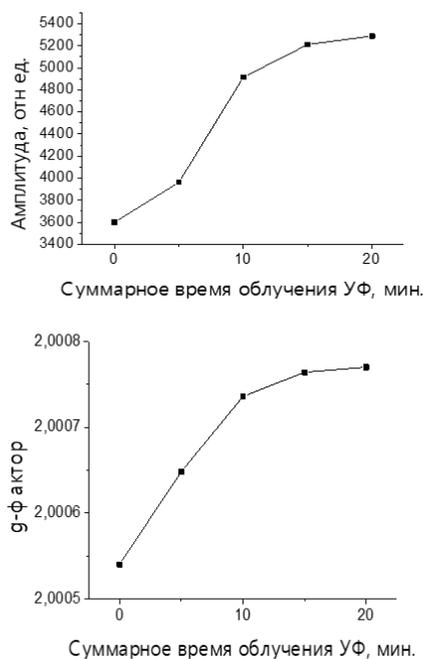


Рисунок 1 – Зависимость амплитуды (а) и g -фактора (б) сигнала ЭПР от суммарного времени облучения УФ излучением спеченного порошка ДНА

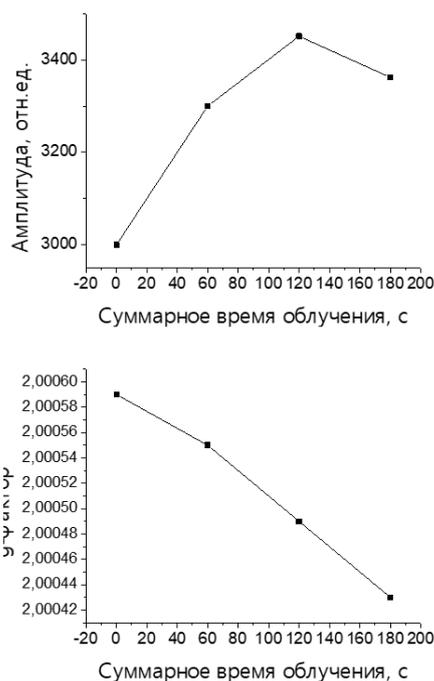


Рисунок 2 – Зависимость амплитуды (а) и g -фактора (б) линии ЭПР спеченного образца ДНА от суммарного времени воздействия лазерного ИК-излучения

С учетом наблюдаемых изменений в спектрах ЭПР-спеченных порошков ДНА под воздействием слабого лазерного возбуждения и за сравнительно короткое время воздействия на образец, можно сказать, что данный композиционный материал является чувствительным к лазерному ИК-

облучению и может быть также использован для изготовления датчиков.

Показано, что как ультрафиолетовое излучение, так и лазерное излучение влияют на параметры спектров ЭПР-спеченных порошков ДНА, изменяя их сопротивление в СВЧ-диапазоне, что позволит использовать эти материалы для изготовления датчиков УФ-излучения в диапазоне длин волн 200–290 нм и датчиков лазерного ИК-излучения.

УДК 621

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОМПОЗИЦИОННОГО СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА Колонтаева Т.В., Шабуря М.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Представлены результаты синтеза и исследования стеклообразных материалов и стеклокристаллических композитов на их основе. Изучено влияние модифицирующих добавок на свойства материалов. Исследована кристаллизационная способность стекол и механические свойства. Разработана технология получения стеклокристаллического композиционного материала. Выбраны керамические наполнители для стеклокерамики и установлено влияние керамических наполнителей. С помощью комплексного метода определены свойства и структура стекловидных материалов и стеклокерамических композиций на их основе.

Ключевые слова: Стеклообразные материалы, стеклокерамика, спекание, варка стекла, кристаллизационная способность.

OPTIMISATION OF COMPOSITION OF COMPOSITE GLASS CERAMIC MATERIAL Kolontaeva T., Shabura M.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The results of synthesis and research of glass-like materials and glass-crystalline composites based on them are presented. The influence of modifying additives on the properties of materials has been studied. Crystallization capacity of glasses and mechanical properties were investigated. A technology for producing a glass crystal composite material has been developed. Ceramic fillers for glass ceramics are selected and influence of ceramic fillers is established. Properties and structure of vitreous materials and glass-ceramic compositions based on them are determined using a complex method.

Key words: glass-like materials, glass ceramics, sintering, glass cooking, crystallization ability.

*Адрес для переписки: Шабуря М.А., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: marina75800@mail.ru*

Требования микро- и наноэлектроники к современным материалам достаточно высоки. Уровень развития приборостроения в настоящее время предопределяет необходимость постоянной разработки универсальных материалов, которые проявляют надежность в работе и обеспечивают бесперебойную эксплуатацию, как отдельных компонентов, так и приборов в целом. Выбор материалов электронной техники основывается, прежде всего, на конкретной области их использования и вытекающими из этого функциональными параметрами, которыми должны обладать разрабатываемые материалы. Это относится в равной мере, как к полупроводниковым материалам, так и к применяемым в электронике проводникам и диэлектрическим материалам. Неотъемлемым требованием является снижение стоимости и дефицитности этих материалов, а также

Литература

1. Nanodiamond collective electron states and their localization / I. A Denisov [et al.] // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 35–45.
2. Defects localization and nature in bulk and thin film utrananocrystalline diamond / A.I. Shames [et al.] // Diam. Relat. Mater. – 2007. – Vol. 16, № 10. – P. 1806–1812.
3. Paramagnetic Properties of Nanodiamond / P.I. Belobrov [et al.] / Doklady Physics. – 2001. – Vol. 46, № 7. – P. 459–462.

обеспечение возможности переработки без ущерба для окружающей среды.

Современное материаловедение базируется на инжиниринге, который представляет собой комплекс разносторонних мероприятий, обеспечивающих максимально возможное использование новых видов материалов с целью удовлетворения потребностей техники и технологий. Инжиниринг направлен как на изучение свойств и структуры и их зависимость от различных факторов уже разработанных материалов, так и на прогнозирование новых материалов с уникальными свойствами с минимальными технологическими затратами. Инструментарием для инжиниринга являются достижения как фундаментальных знаний в области физики, химии, математики, так и практических технологических дисциплин.