

**КЕРАМИЧЕСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ ДЛЯ КВАНТРОНОВ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА МАГНИЯ**

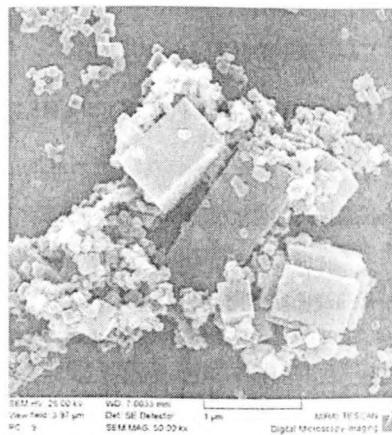
<sup>1</sup>*Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого, проспект Октября, 48, 246746 Гомель, Беларусь  
podd@gstu.gomel.by*

<sup>2</sup>*РУП «Лазерные технологии», ул. Советская, 104, 246669 Гомель, Беларусь*

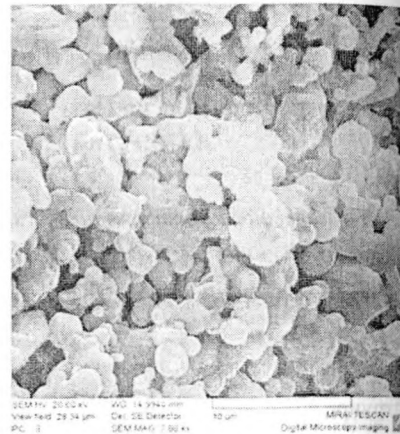
В последнее время техника лазеров стремительно развивается, появляются новые идеи конструирования квантронов, систем накачки лазерных кристаллов, а также отражательных элементов. Рассматриваемые задачи являются комплексными и требуют тесного взаимодействия материаловедов, конструкторов лазерной техники и метрологов. Ведутся поиски недорогих отражающих материалов для квантронов высокоомощных твердотельных лазеров. Известные материалы на основе кварцевого стекла с покрытиями не удовлетворяют современным требованиям конструкторов лазерных систем из-за отслаивания покрытия от основы, недостаточной стойкости многослойной структуры к термоудару, малой химической и водостойкости. Зарубежными фирмами предлагаются дорогие керамические монолитные и пористые материалы на основе оксида алюминия без покрытий и с глазурированными покрытиями, повышающими водостойкость, но значительно уменьшающими коэффициент диффузного отражения [1].

Нами разработаны методики жидкофазного спекания ряда тугоплавких порошков, в частности  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ,  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  [2]. При пониженных температурах спекания (1000-1250°C) получены керамические пористые и высокоплотные материалы на основе оксида магния, а также алюмомагниевого шпинели. В качестве исходного сырья для получения магнийсодержащей керамики были использованы микропорошки MgO квалификации ч.д.а. (ГОСТ 4526-75 РЕАХИМ). Исходные порошки представляли собой кристаллы периклаза правильной геометрической формы (кубики) со средними размерами 0,1-0,5 мкм (рисунок 1а).

Керамические образцы для исследований в форме дисков диаметром 30мм и толщиной 5мм готовились путем одноосного прессования на прессе силой 10Т. Образцы подвергались термообработке в муфельной печи на воздухе при температурах 1000 - 1250° С. Из анализа РЭМ-изображения (рисунок 1б) можно сделать заключение, что размер зерна в керамике, спеченной при температуре 1200° С (2 час.) составляет от 1 до 3 мкм, структура является высокопористой, а форма зерна приближается к квазисферической. Плотность керамического материала составляет приблизительно 75% от теоретической плотности MgO.



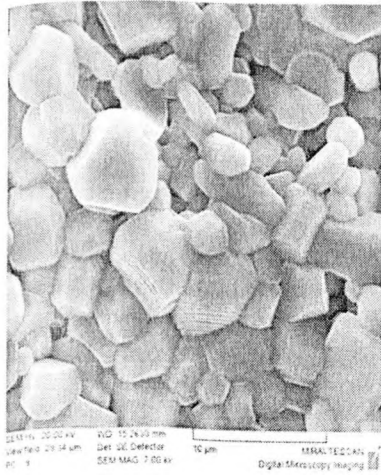
а



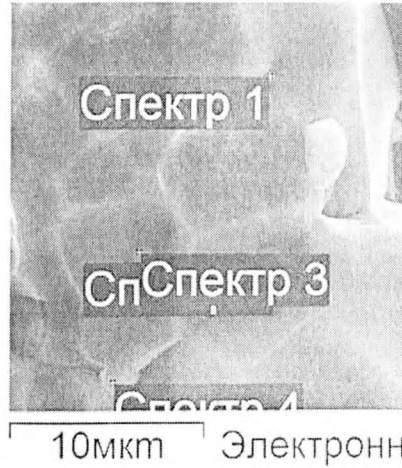
б

Рисунок 1 – РЭМ-изображение исходного порошка MgO (а), и пористой керамики (б), полученной спеканием при 1200° С (2час.)

Использование в качестве спекающих добавок фторидов щелочных металлов и наноразмерного диоксида кремния в виде аэросила или гидролизата ТЭОС, позволило получить высокоплотные керамические материалы на основе оксида магния (рисунок 3а), обладающие необходимым комплексом механических, физико-химических и оптических характеристик. При изучении диффузного отражения от поверхности дисковых керамических образцов было установлено, что в диапазоне 350-1000нм наилучшими характеристиками ( $K_{отр} > 96\%$ ) обладает керамика на основе оксида магния, полученная методом одноосного прессования микропорошков MgO с последующим жидкофазным спеканием при температуре 1250° С в течение 4х часов, причем в качестве плавня (спекающей добавки) использовали фториды щелочных металлов и магния, а также тетраэтилортосиликат (ТЭОС) квалификации о.с.ч. 14-5 ОП-1 (ТУ 6-09-5230-85 РЕАХИМ). Размер зерна в высокоплотной керамике на основе MgO составлял 5-10мкм, кристаллы имели сглаженные грани, отмечено также наличие некоторого количества замкнутых пор. Микрорентгеноспектральный анализ (МРСА), проведенный в нескольких точках поверхности образца магнийсодержащей керамики (рисунок 2б) позволил установить наличие в составе межкристаллитных прослоек оксида кремния, который находится в виде соединений кремния с магнием и литием ( $Mg_2SiO_4$  и  $Li_2SiF_6$ ), что подтверждается рентгенофазовым анализом (ДРОН-7) при использовании фторида лития в качестве спекающей добавки (рисунок 3).



а



б

Рисунок 3 – РЭМ-изображение скола плотной керамики на основе оксида магния, ( $T=1250^{\circ}\text{C}$ , 4 час.) (а) и МРСА-изображение при анализе поверхности образца

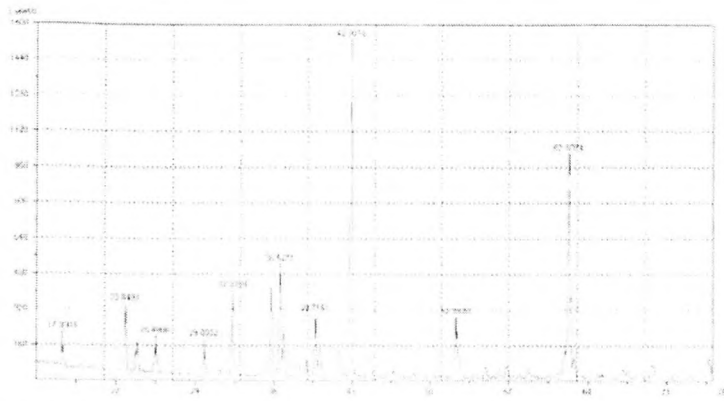


Рисунок 3 – Дифрактограмма образца плотной керамики на основе оксида магния, ( $T=1250^{\circ}\text{C}$ , 4 час.)

Получены образцы керамики из MgO в форме дисков и колец (рисунок 4). Трубки получали путем склеивания керамическим клеем и размещали внутри оправки из нержавеющей стали, после чего подвергали шлифовке и полировке алмазным инструментом. Проведены измерения свойств полученных и конструкционно-оптических материалов, а также некоторых эксплуатационных характеристик экспериментальных образцов.



Рисунок 4 – Образцы керамики из MgO

Разработаны методики жидкофазного спекания ряда тугоплавких порошков, получены и изучены керамические пористые и высокоплотные материалы на основе оксида магния. Использование в качестве спекающей добавки фтористых соединений позволило получить керамические материалы, обладающие необходимым комплексом механических, физико-химических и оптических характеристик. Изучение диффузного отражения от поверхности дисковых керамических образцов позволило установить, что в диапазоне 350-1000нм наилучшими характеристиками ( $K_{отр} > 96\%$ ) обладает керамика на основе оксида магния, полученная методом одноосного прессования микропорошков с последующим жидкофазным спеканием при пониженных температурах (1200–1250°C). Оптимизированы варианты получения керамических отражателей квантронов в виде трубчатых и кольцеобразных заготовок, методики их склейки и обработки.

#### Литература

1. Morgan Matroc. Техническая корпорация Ceramics Ltd. Керамика для лазеров Шанхай, КНР
2. Подденежный Е.Н., Гришкова Е.И., Бойко А.А., Артамонов В.В., Жуковец С. Г., Кудина Е. Ф., Тюрина С.И. Проблемы жидкофазного спекания тугоплавких керамических материалов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. - 2007.-№1. - С.5-11