

Исследование микроструктуры и фазового состава керамики, полученной из порошков оксидов редкоземельных элементов термобарическим спеканием

В.И.Волосатиков¹, В.С.Нисс², С.В.Григорьев², В.С.Урбанович³

¹Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

²Белорусский национальный технический университет

²ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

Для создания приборов и технических устройств, в которых встроены блоки испускания или детектирования оптических световых потоков большой мощности, требуется создание новых материалов, обладающих повышенной теплостойкостью при сохранении высокой степени прозрачности и отсутствии искажения геометрических параметров в рабочих условиях. В подобных устройствах применяемое во многих случаях оптическое стекло с течением времени теряет часть перечисленных выше эксплуатационных характеристик.

Материалы на основе оксидов редкоземельных элементов, в частности оксидов лютеция, в случае получения из них высокоплотной керамики, вполне вероятно смогут заменить оптическое стекло в оптических устройствах большой пропускной световой мощности, например, лазерных устройствах.

Стандартные методы прессования исходной порошковой шихты с последующим длительным спеканием в большинстве случаев не позволяют получить высокую плотность создаваемого керамического материала. Перспективным методом получения высокоплотной керамики из порошков оксидов редкоземельных элементов является метод термобарического спекания.

Для получения керамического оптически прозрачного материала на основе оксида лютеция с добавкой оксида европия было проведено термобарическое спекание под давлением до 7 ГПа при мощности нагревателя от 1 кВт до 1,4 кВт.

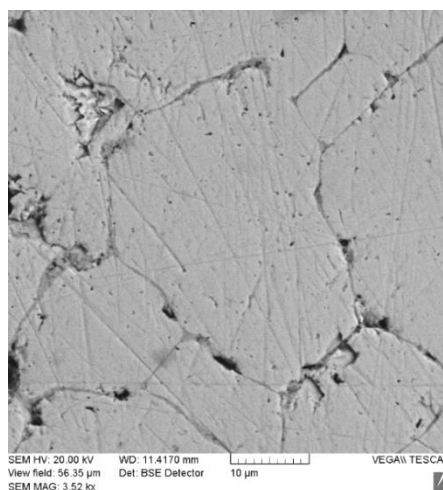
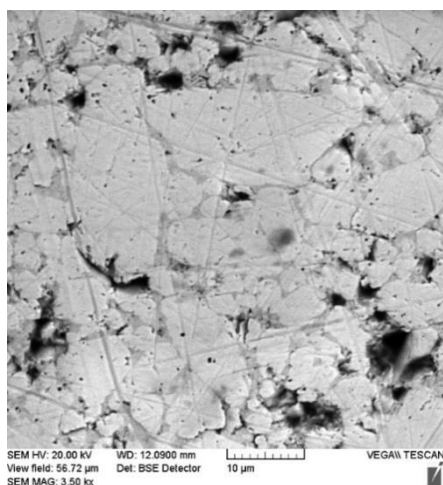
На рисунке 1 представлены микроструктуры композиционных материалов, созданных из порошковой шихты оксида лютеция с добавкой 1 % (атомного) оксида европия, при мощности нагревателя 1 кВт и 1,4 кВт, полученные с использованием сканирующего электронного микроскопа с применением детектора обратно-отражённых электронов (BSE- детектора).

Сравнение микроструктур позволяет сделать вывод, что повышение мощности нагревателя с 1 кВт до 1,4 кВт сопровождается увеличением плотности керамического композиционного материала оксид лютеция – 1 % (атомный) оксида европия.

Повышение плотности материала сопровождается уменьшением количества пор. Поры располагаются по границам зёрен и их распределение при увеличении мощности нагревателя до 1,4 кВт приобретает более равномерный характер.

Исследование фазового состава материала на основе оксида лютеция с добавкой оксида европия было выполнено с использованием медного монохроматизированного излучения (монохроматор – пиролитический графит) на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 в режиме получения спектра по точкам с шагом 0,05 градуса и выдержкой на каждой точке 5 секунд.

На рисунке 2 представлены спектры дифрагированного рентгеновского излучения композитов на основе оксидов лютеция с добавкой 1 % (атомный) оксида европия, а также спектр исходной порошковой шихты на основе оксида европия.



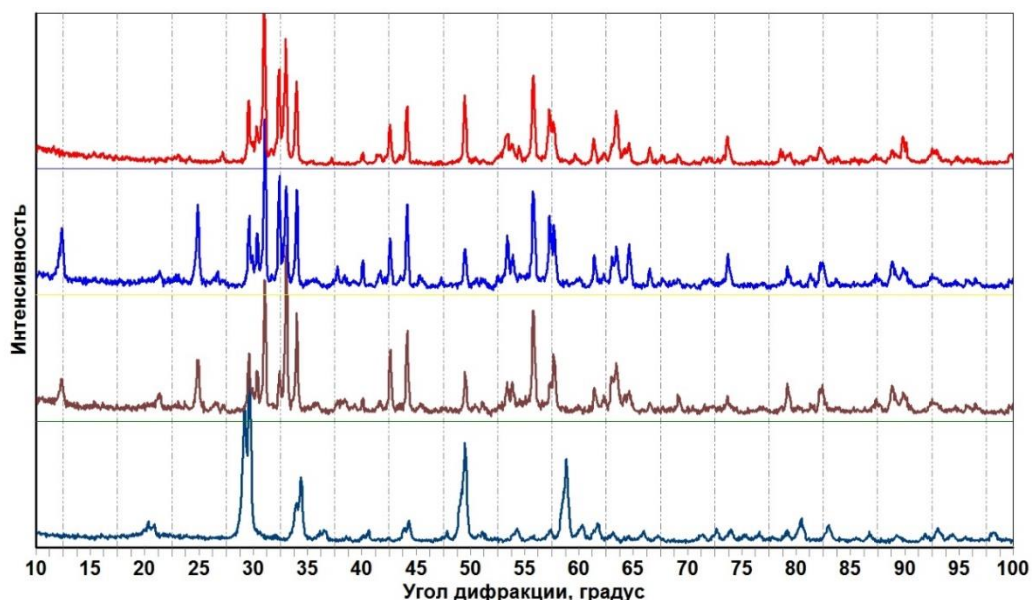
а)

б)

а – мощность нагревателя 1 кВт; б – мощность нагревателя 1,4 кВт

Рисунок 1 – Микроструктура поверхности шлифов композиционных материалов, полученных из порошковой шихты на основе оксида лютеция с добавкой 1 % (атомного) оксида европия

Рисунок 2 – Дифракционные спектры композиционных материалов на основе Lu_2O_3



с добавкой 1 % (атомного) Eu_2O_3 , полученных при мощности нагревателя 1 кВт (второй снизу), 1,2 кВт (третий снизу), 1,4 кВт (верхний спектр) и порошка исходной порошковой шихты (нижний спектр)

Анализ полученных рентгеновских спектров позволяет сделать вывод, что при увеличении мощности нагревателя в процессе термобарического спекания происходит изменение фазового состава. Для полученного рентгеновского спектра порошковой шихты, характерно наличие, в основном, кубической модификации оксида лютеция. Для композиционного материала, полученного термобарическим спеканием характерно присутствие в структуре материала кроме кубической модификации оксида лютеция также его моноклинной модификации. Содержание моноклинной модификации оксида лютеция по мере увеличения мощности нагревателя имеет тенденцию к увеличению при соответственном уменьшении количества кубической модификации. Увеличение количества моноклинной модификации Lu_2O_3 может положительно сказаться на повышении теплостойкости и прозрачности разрабатываемых композитов на основе Lu_2O_3 .

Оптимизация раскроя листа на полосы при осуществлении заготовительных операций

Костюченко Ю. А., Кулинич И. Л., Галимская П. В.
Белорусский национальный технический университет

Задачи, связанные с оптимизацией раскроя листового материала, являются важнейшими, от решения, которых зависит снижение себестоимости штампуемых изделий и экономный расход материала. Учитывая, что в себестоимости штампованных деталей заложено около 80 % стоимости материала [1], актуальность решения подобных задач является в достаточной мере высокой.

При штамповке изделий из ленты, задача оптимизации раскроя будет сводиться к нахождению оптимального расположения деталей (заготовок) относительно ленты, и подобная задача не вызывает серьезных вопросов [2]. Тем не менее, при раскрое листов могут возникнуть вопросы относительно того, какой из раскроев, продольный, либо поперечный, является наиболее оптимальным.

Для оптимизации раскроя листов на полосы, была написана программа на языке Python, обеспечивающая вычисление наиболее оптимального вида раскроя листового материала (по длине или ширине).

```
def main():
    # Ввод данных
    width = float(input("Введите ширину листа металла (мм): "))
    length = float(input("Введите длину листа металла (мм): "))
    strip_width = float(input("Введите ширину отрезаемой полосы (мм): "))
    # Расчёт количества полос
    longitudinal_strips = int(length / strip_width)
    transverse_strips = int(width / strip_width)
    # Вывод результатов
    print("Количество полос, получаемых при продольном раскрое составляет:",
longitudinal_strips)
    print("Количество полос, получаемых при поперечном раскрое составляет:",
transverse_strips)
    if longitudinal_strips > transverse_strips:
        print("Продольный раскрой более оптимален.")
    elif longitudinal_strips < transverse_strips:
        print("Поперечный раскрой более оптимален.")
    else:
        print("Продольный и поперечный раскрои дают одинаковое количество полос.")
    if __name__ == "__main__":
        main()
```

Программа, на основании параметров листа (длина и ширина), производит расчёт наибольшего количества полос, получаемых при резке материала на полосы заданной ширины. Полученные результаты сравниваются, и выдаётся ответ о наиболее эффективном варианте раскроя листового материала.

Список использованных источников

1 Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Технология листовой штамповки» для специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический

университет, Кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением»; сост.: В. А. Томило [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – 224 с.

2 Проектирование инструмента для пластического деформирования: учебник для вузов специальности «Технология, оборудование и автоматизация обработки материалов» / В. Г. Короткевич; под ред. С. Б. Сарело. – Минск: Высшэйшая школа, 2000. – 383 с.