

Рис. 2. Концентрационные зависимости параметров кристаллической решетки $\text{Li}_{1,5+x}\text{Al}_{0,5}\text{Ge}_{1,5}\text{Si}_x\text{P}_{3-x}\text{O}_{12}$ (а) и расстояния P–O (б) Красная линия – расчетные значения

объеме, а не на границах зерен, что приводит к изменению размера узкого места в структуре («бутылочного горлышка»).

Небольшое увеличение параметров ячейки описывается различием в ионных радиусах P и Si (рис. 2а и табл. 1). На рис. 2б представлена зависимость межатомного расстояния (P/Si)–O

от содержания Si. Оно увеличивается с ростом содержания Si, т. к. ионный радиус Si больше, чем P. При $x = 0,2$ увеличение расстояния P–O прекращается, достигается предел растворения Si. Таким образом ионы Si^{4+} замещают P^{5+} , т. е. находятся в тетраэдрическом окружении.

Список литературы

1. Thokchom J.S., Kumar B. // *J. Power Sourc.* – 2010. – V. 195. – P. 2870–2876.
2. Fu J. // *Solid State Ionics.* – 1997. – V. 104. – P. 191–194.
3. Kuznetsova E.S. Pershina S.V., Kuznetsova T.A. // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2023. – V. 93. – № 10. – P. 1–7.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ КЕРАМИК НА ОСНОВЕ Zr–C–N

Е. Д. Кузьменко

Научный руководитель – к.т.н., доцент С. В. Матренин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
edk10@tpu.ru

Керамика на основе карбида и нитрида циркония отличается высокой твердостью, стойкостью к агрессивным химическим средам, значительной температурой плавления. Наличие указанных свойств делает материалы на основе данных компонентов перспективными термостойкими и инструментальными материалами [1, 2].

В проведенной работе были подготовлены порошковые шихты керамик следующих составов: ZrC, ZrC/ZrN 80 мас. %/20 мас. %, ZrC/ZrN 50 мас. %/50 мас. %, ZrC/ZrN 20 мас. %/80 мас. %, ZrN. Консолидация шихт производилась

методом горячего прессования при температуре 2000 °С и давлении 30 МПа. Аттестация физико-механических свойств выполнялась с применением твердомера ПМТ-3, наноиндентора NanoIndenter G200.

Подготовка шихт керамических порошков включала в себя смешивание заданных составов мокрым способом. После консолидации была осуществлена подготовка образцов к аттестации физико-механических свойств путем шлифования и последующего полирования образцов.

Было установлено, что твердость и модули упругости исследуемых образцов увеличива-

ются с усложнением их кристаллохимического строения, рисунок 1.

В исследуемых образцах твердость увеличивалась до значений 2284 HV. При этом для образца содержащего карбид и нитрид циркония в равных долях наблюдается снижение твердости с повышением трещиностойкости, рисунок 2.

Для указанного образца был определен модуль упругости. Его значение составило 512 ГПа. В исследовании [3] авторы отмечают, что для керамики на основе нитрида циркония консолидированной методом горячего изостатического прессования наблюдается значительная

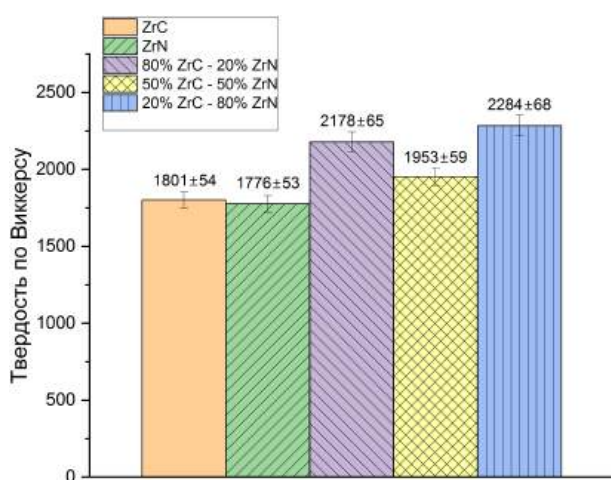


Рис. 1. Твердость по Виккерсу исследуемых образцов

зависимость достигаемого модуля упругости от пористости образцов, его параметры находятся в интервале от 290 ГПа до 390 ГПа, а параметр критического коэффициента интенсивности напряжений $4 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$. В работе [4] авторы определяют твердости керамики на основе карбида циркония по Мартенсу. Для исследуемых образцов твердость составила 23 ГПа.

Следует отметить, что с усложнением кристаллохимического строения исследуемых образцов увеличивается их твердость и модуль упругости.

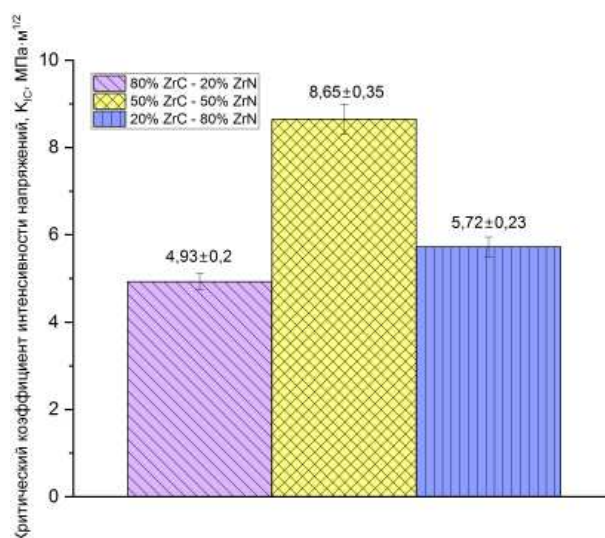


Рис. 2. Критический коэффициент интенсивности напряжений исследуемых образцов

Список литературы

1. Lengauer W. *Transition Metal Carbides, Nitrides, and Carbonitrides*. – Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008. – P. 202–252.
2. Harrison R.W., Lee W.E. // *Adv. Appl. Ceram.* – 2016. – V. 115. – № 5. – P. 294–307.
3. Adachi J., Kurosaki K., Uno M., Yamanaka S. // *J. Alloys Compd.* – 2007. – V. 432. – № 12. – P. 7–10.
4. Harrison R.W., Rapaud O., Pradeilles N., et al. // *J. Eur. Ceram. Soc.* – 2015. – V. 35. – № 5. – P. 1413–1421.

ВЫСОКОПОРИСТЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ С ПАРАФИНОМ

Л. Э. Кулиева, А. М. Янатьева, Т. В. Курчатова

Научный руководитель – д.х.н., профессор М. Ю. Королёва

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
laymurlay@gmail.com

Актуальной задачей для современной науки является разработка материалов для эффективного аккумулирования тепловой энергии. Особый интерес представляют наноконпозиты с парафином. Благодаря своей экологичности, до-

ступности и небольшого перепада между точкой плавления и точкой затвердевания парафина являются перспективными материалами для хранения тепловой энергии. Склонность вещества к растеканию, в большинстве случаев, ограничи-