

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОРОШКОВ ГЛИНОЗЕМА И ЭЛЕКТРОКОРУНДА НА ИХ СВОЙСТВА И СПЕКАЕМОСТЬ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ

*В.А. ЧАЛЫЙ, С.В. МАТРЕНИН*

Томский политехнический университет

E-mail: [vm-s@mail.ru](mailto:vm-s@mail.ru)

Прочная керамика на основе  $Al_2O_3$  является весьма перспективным конструкционным и функциональным материалом. Наиболее распространенными методами получения прочной корундовой керамики являются методы порошковой технологии, т. е. различные виды прессования и спекания, модифицированные применительно к керамике. Модификация сводится к выбору оптимальных параметров консолидирования керамики.

Целью данной работы являлась методов активирования спекания керамики на основе  $Al_2O_3$  путем механической обработки порошков в планетарной мельнице, добавления в шихту нанопорошков (НП)  $Al$ ,  $Al_2O_3$  и субмикронного порошка  $TiO_2$ .

Использовали промышленные нанокристаллические оксидные порошки  $Al_2O_3$ ,  $Al_2O_3-ZrO_2-Y_2O_3$ , полученные в условиях плазмохимического синтеза марки УДПО ВТУ 4-25-90. Кроме плазмохимических нанопорошков в работе использовали порошок оксида алюминия марки ЧДА ТУ 6-09-426-75, порошок технического глинозема марки ГК-5 ГОСТ 30559-98 и электрокорунд марки 25А.

Белый электрокорунд широко используется в технологии корундовой керамики, температура его обжига должна быть не ниже  $1800\text{ }^\circ\text{C}$  [1, 2]. С целью ее снижения в порошок белого электрокорунда добавляли субмикронный порошок  $TiO_2$  с размером частиц  $0,5 \dots 2\text{ }\mu\text{m}$  в количестве  $1,5\text{ мас. \%}$ .

В качестве активирующей добавки использовали также электровзрывной НП  $Al$ , полученный с использованием полупромышленной установки ЭВП в Томском политехническом университете.

Для улучшения технологических характеристик и повышения активности [3, 4] обожженные порошки обрабатывали в энергонапряженной планетарной шаровой мельнице «Активатор 2SL». С целью установления активирующего влияния механической обработки на процесс консолидирования белый электрокорунд обрабатывали при различных режимах: частота вращения барабанов  $f - 20$  и  $30\text{ Гц}$ , время обработки  $\tau - 10, 20, 30$  и  $40$  минут при каждой частоте.

Обработанные порошковые шихты просеивали через сито № 0045 в течение 10 минут на вибростенде С. 1 для получения фракции  $<45\text{ }\mu\text{m}$  и пластифицировали водным раствором карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) из расчета:  $5\text{ мас. \%}$  КМЦ –  $95\text{ \%}$  порошка. После гранулирования и сушки пластифицированные порошки формовали с помощью одноосного прессования в стальной пресс-форме.

Спекание прессовок проводили в высокотемпературной печи сопротивления по режиму: скорость нагрева –  $10\text{ град/мин}$ , температура и время изотермической выдержки –  $1600\text{ }^\circ\text{C}$  и  $1\text{ ч}$ , охлаждение с печью

Плотность спеченных образцов  $\rho$  определяли гидростатическим взвешиванием в  $96\text{ \%}$ -ом этиловом спирте ( $\rho_{\text{сп}}=0,807\text{ г/см}^3$  при  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ) с погрешностью  $\pm 0,001\text{ г}$ . Рассчитывали также относительную плотность образцов  $\theta$  в соответствии с выражением:

$$\theta = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\text{ \%},$$

где  $\rho_t$  – теоретическая плотность керамики.

Твердость HRA определяли по ГОСТ 9013-59 с помощью стационарного твердомера Роквелла.

На рисунке 1 представлена зависимость относительной плотности и твердости спеченной керамики от содержания и химического состава добавок.

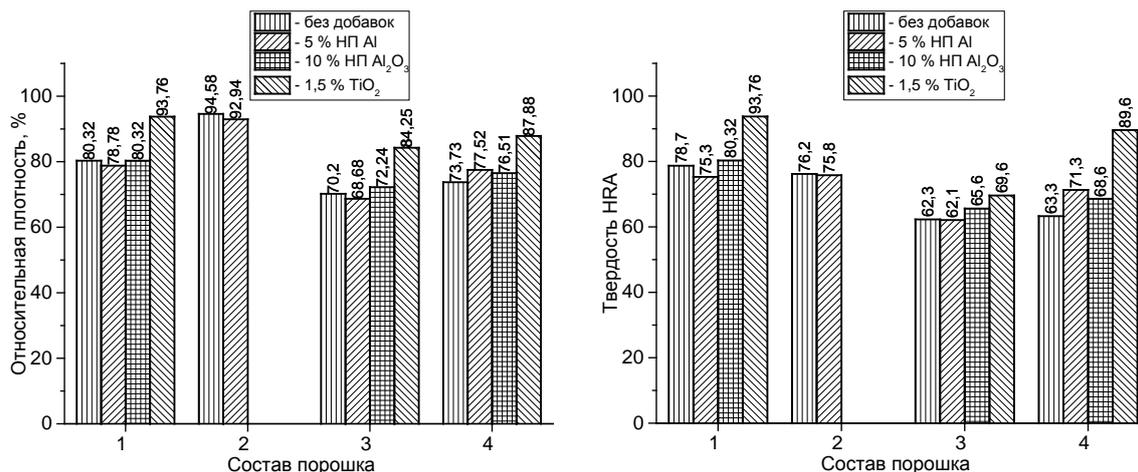


Рисунок 1 - Зависимость относительной плотности и твердости керамики от содержания и химического состава добавок: 1–4 – керамика, спеченная из НП Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, НП 80 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>– 19 % ZrO<sub>2</sub>– 1 % Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ГК-5 и 25А, соответственно (для состава 1 – первый и третий столбцы эквивалентны, в состав 2 НП Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и порошок TiO<sub>2</sub> не добавляли)

### Заключение

Показано, что добавка нанопорошка Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 20 мас. % в крупнодисперсные порошки α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> марок ГК-5 и 25А активировала спекание корундовой керамики: повышались ее плотность и микротвердость.

Установлена эффективность применения метода ИПС для получения плотной корундовой керамики из исследованных порошков.

Наибольшим активирующим эффектом оказалось введение в порошки корунда добавок нанодисперсного порошка TiO<sub>2</sub> (1,5 мас. %). При спекании образуется твердый раствор вычитания TiO<sub>2</sub> в α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, решетка которого имеет повышенную диффузионную способность и активирует процесс спекания.

### Список литературы

1. Керамика из высокоогнеупорных окислов / под ред. Д.Н. Полубояринова, Р.Я. Попильского. – М.: Metallurgy, 1977. – 304 с.
2. Nazarenko O.A., Ilyin A.P., Tikhonov D.V. Electric explosion of conductors: obtaining of metal nanopowder and non-metallic refractory compounds. – Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 274 p.
3. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1988. – 306 с.
4. Механический синтез в неорганической химии / под ред. Е.Г. Аввакумова. – Новосибирск: Наука, 1991. – 55 с.