

ФТОРИДЫ ЦЕРИЯ: ВЛИЯНИЕ НА ОКИСЛЕНИЕ БОРА И МЕТОД СИНТЕЗА

А. А. Рогозина¹, Г. П. Кузнецов², Д. С. Шмелёв³, И. А. Жидкова⁴,
И. В. Кушнарченко⁵, И. Г. Ассовский⁶, Л. Я. Кашпоров⁷, М. Н. Бреховских⁸

Аннотация: Цель работы — повышение эффективности окисления аморфного бора в воздухе. Исследовано влияние фторидов церия на подавление реакции восстановления бора. Проведены термодинамический (ТД) анализ и экспериментальные исследования (дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), термогравитационный анализ (ТГА) и микротермопарные измерения) взаимодействия смесей фторидов церия с бором и с оксидом бора. Результаты исследований доказывают возможность снижения температуры активного окисления бора в присутствии CeF_3 , и особенно CeF_4 . Установлена меньшая термическая стабильность CeF_4 по сравнению с CeF_3 . Предложена оригинальная методика синтеза тетрафторида церия с применением техники фторирования с использованием дифторида ксенона.

Ключевые слова: фториды церия CeF_n ; трифторид церия CeF_3 ; тетрафторид церия CeF_4 ; аморфный бор; оксид бора B_2O_3 ; дифторид ксенона XeF_2 ; окисление бора; термическая стабильность фторидов церия; термодинамический (ТД) расчет; дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК); термогравиметрический анализ (ТГА); экзотермический эффект; эндотермический эффект; синтез CeF_4 ; рентгенофазовый анализ; анализ результатов эксперимента

Литература

1. Вовчук Я. И., Золотко А. Н., Клячко Л. А., Полищук Д. И. Высокотемпературное горение неподвижной частицы бора в кислородсодержащей среде // ФГВ, 1975. Т. 11. №4. С. 556–563.
2. Yeh C. L., Kuo K. K. Ignition and combustion of boron particles // Prog. Energ. Combust., 1996. Vol. 22. P. 511–541.
3. Хендерсон У. В., Вудс Х. П., Поплин Ж. Горение элементарного бора во фторе // Гетерогенное горение / Пер. с англ.; под ред. В. А. Ильинского, И. Н. Садовского. — М.: Мир, 1967. С. 207–227. (Henderson U. V., Jr., Woods H. P., Poplin G. Combustion of elemental boron with fluorine // Heterogeneous combustion / Eds. H. G. Wolfhard, Jr., I. Glassman, and L. Green. — Progress in astronautics and rocketry ser. — Elsevier, 1964. Vol. 15. P. 203–226.)
4. Кушнарченко И. В., Кашпоров Л. Я., Бреховских М. Н., Чуйко С. В. Химико-термодинамический анализ влияния неорганических фторидов на процессы окисления бора в кислородных окислительных средах и особенности их синтеза // Мат-лы VI Всеросс. науч.-технич. конф. «Современные проблемы пиротехники». — Сергиев-Посад, 2015. С. 152–166.
5. Ассовский И. Г., Кузнецов Г. П., Никитин Е. А., Колесников-Свинарев В. И. Капельный метод для определения высокотемпературной кинетики разложения энергоемких жидких композиций // Тезисы XXV конф. «Современная химическая физика». — М.: ИХФ РАН, 2013. С. 28.
6. Гриневич Т. В., Соловьянов А. А., Виноградов Д. Б., Булатов П. В., Кузнецов Г. П., Ассовский И. Г., Берлин А. А., Тартаковский В. А. Олигоглицидилазиды: новые подходы к синтезу и свойства // Докл. РАН, 2014. Т. 454. №6. С. 669–671.
7. Крестов Г. А. Термохимия соединений редкоземельных и актиноидных элементов. — М.: Атомиздат, 1972. 263 с.
8. Основные свойства неорганических фторидов: Справочник / Сост. Э. Г. Раков, Ю. Н. Туманов, Ю. П. Бутылкин и др.; под ред. Н. П. Галкина. — М.: Атомиздат, 1975. 400 с.
9. Термические константы веществ: Справочник. Вып. VIII. Ч. 1. Таблицы принятых значений / Под

¹Федеральный центр двойных технологий «Союз», pri-2013@bk.ru

²Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, kuznetsov-47@bk.ru

³Федеральный центр двойных технологий «Союз», karpman8@gmail.com

⁴Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова Российской академии наук, 3340651@mail.ru

⁵Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Красноармейский НИИ механизации, ivk_chph.ras@mail.ru

⁶Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», assov@chph.ras.ru

⁷Федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт прикладной химии», d78d@mail.ru

⁸Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова Российской академии наук, mbrekh@igic.ras.ru

- ред. В. П. Глушко, В. А. Медведева, В. А. Алексеева и др. — М.: ВИНТИ, 1978. 535 с.
10. *Лескив М. С.* Термическое разложение бинарных и комплексных фторидов переходных и редкоземельных металлов. Дис. . . . канд. хим. наук, 2005.
11. *Chilingarov N. S., Knot'ko A. V., Shlyapnikov I. M., Mazej Z., Kristl M., Sidorov L. N.* Cerium tetrafluoride: Sublimation, thermolysis, and atomic fluorine migration // *J. Phys. Chem. A*, 2015. Vol. 119. No. 31. P. 8452–8460.
12. *Brechovskikh M., Popov A., Fedorov V., Kiselev Yu.* The reaction of fluoroxidizers with rare Earth elements, zirconium and hafnium oxides // *Mat. Res. Bull.*, 1988. Vol. 23. No. 10. P. 1417–1421.
13. *Brekhovskikh M., Fedorov V.* Tetravalent rare earth fluorides as fluorinating agents in fluoride glasses // 10th Symposium (International) on Non-Oxide Glasses Extended Abstracts. — Cornig, NY, USA, 1996. P. 135–139.

Поступила в редакцию 09.02.17