

5. Медведев Ю.В., Толстой А.Д., Гипоксия и свободные радикалы в развитии патологических состояний организма. М. : Терра-Календер и Промоушн. – 2000. – 232 с.
6. Pietta P.G. Flavonoids as antioxidants // J. Nat. Prod. – 2000. Vol. 63, № 7. – P. 1035–1042.
7. Базарнова Ю.Г., Веретнов Б.Я. Ингибирование радикального окисления пищевых жиров природными флавоноидными антиоксидантами // Вопр. питания. – 2004. – № 3. С. 35–42.
8. Methods of Analysis of Food Components and Additives. 2nd ed. / ed. Semih Otles. Boca Raton : Taylor and Francis Group. – 2012. – 513 p.
9. Тарун Е.И. Антиоксидантная активность экстрактов цветов и листьев тысячелистника / Е.И. Тарун, А.Н. Кухта, А.А. Небокаткина, В.П. Курченко // Экология. № 3. – Минск. – С. 57–65.

УДК 666.266.61

П.С. Ларионов, Ю.Г. Павлюкевич, И.В. Каврус
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь

ПИРОКСЕНОВЫЙ ТВЕРДЫЙ РАСТВОР ТИПА АВГИТА В СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Аннотация. Представлены результаты изучения особенностей кристаллизации и формирования структуры пироксенового твердого раствора типа авгита в стеклокерамических материалах, полученных на основе гранитоидных отсевов Микашевичского месторождения. Приведено влияние структуры стеклокерамического материала на его механическую прочность.

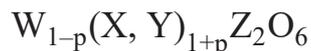
P.S. Laryionau, Yu.G. Pauliukevich, I.V. Kavrus
Belarusian state technological university
Minsk, Republic of Belarus

PYROXENE SOLID SOLUTION OF THE AUGITE TYPE IN GLASS-CERAMIC MATERIALS

Abstract. The results of studying the features of crystallization and formation of the structure of a pyroxene solid solution of the augite type in glass-ceramic materials obtained on the basis of granitoid screenings of the Mikashevichskoye deposit are

presented. The influence of the structure of glass-ceramic material on its mechanical strength is given.

Пироксены представляют широкую группу минералов цепочечной структуры. Для всех пироксенов характерно взаимное замещение ионов с образованием ряда непрерывных твердых растворов. Основной пироксенов является диопсид $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, в котором происходят изоморфные замещения, подчиняющиеся общей структурной формуле пироксенов:



где W – Ca, Na;

X – Mg, Fe^{2+} , Mn, Ni, Li;

Y – Al, Fe^{3+} , Cr, Ti;

Z – Si, Al.

Ввиду широкого изоморфизма пироксеновых пород с образованием непрерывного ряда твердых растворов свойства данного материала возможно регулировать за счет корректировки химического состава исходного стекла, что позволяет обеспечивать высокие прочностные характеристики и химическую устойчивость стеклокерамики.

Пироксеновые стеклокерамические материалы могут быть получены на основе природного сырья (базальты, диабазы, туфы, и др.), отсевов дробления или обогащения горных пород (гранитоидные отсевы и др.) и техногенного сырья (металлургические шлаки, золы и др.).

При использовании в качестве основного сырьевого компонента для синтеза стеклокерамических материалов гранитоидных отсевов Микашевичского месторождения в качестве основной кристаллической фазы выделяется пироксеновый твердый раствор типа авгита.

Исследования структуры стеклокерамики выполнены при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония).

Исследованная стеклокерамика характеризуется плотной мелкокристаллической структурой и представлена значительным количеством сростков кристаллов пироксенового твердого раствора типа авгита в форме сфер размером 10–50 мкм (рис. 1).

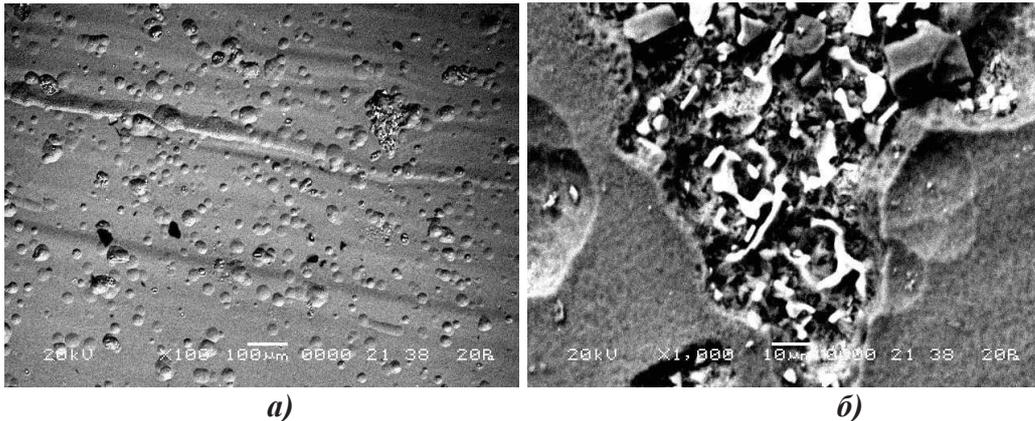


Рис. 1 – Электронно-микроскопические снимки стеклокерамики при увеличении $\times 100$ (а) и $\times 1000$ (б)

В результате изоморфных замещений, протекающих в твердом растворе диопсид–авгит, происходят существенные изменения в кристаллической решетке материала (рис. 2).

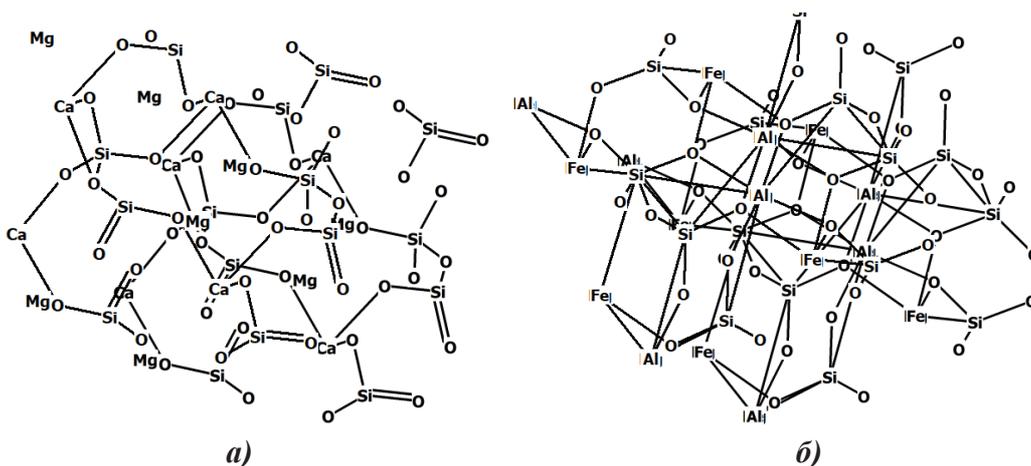


Рис. 2 – Кристаллические решетки диопсида [1] (а) и авгита [2] (б)

В диопсиде выделяется структурный мотив Si–O–Ca–O. В ряду диопсид–авгит наблюдаются изоморфные замещения Ca на Na и Fe, Mg на Fe и Al, Si на Ti, что приводит к увеличению объема кристаллической решетки с 435,5 Å для диопсида до 443,5 Å для авгита, характеризующегося формулой $(Ca_{0,39-0,58}Na_{0,28-0,57}Fe_{0-0,20})(Mg_{0,09-0,38}Ca_{0-0,09}Fe_{0,03-0,23}Al_{0,59})(Si_{1,98}Ti_{0,02})O_6$. Кроме увеличения объема кристаллической решетки происходит снижение длин связей Ca–O, Mg–O, Si–O и увеличение их количества.

В структурный мотив Si–O–Ca–O при наблюдаемых изоморфных замещениях в ряду диопсид–авгит встраиваются Na, Mg, Fe, Al, Ti, что приводит к появлению дополнительного структурного мотива Si(Ti)–O–Mg(Fe, Al)–O–Ca(Na, Fe)–O. Представленные особенности

структуры и кристаллической решетки пироксенового твердого раствора типа авгита обеспечивают высокие физико-химические характеристики стеклокерамического материала.

Синтезированная на основе гранитоидных отсеков стеклокерамика обладает следующими механическими характеристиками: механическая прочность при сжатии – 550 МПа; механическая прочность при изгибе – 200 МПа; модуль упругости – 80000 МПа. Такой уровень свойств достигается за счет образования мономинерального состава, представленного пироксеновым твердым раствором типа авгита, а также особенностей его кристаллизации, заключающейся в образовании значительного количества сферических сростков кристаллов авгита. Кроме того, повышенные механические характеристики синтезированного материала обусловлены изменениями в кристаллической решетке уменьшением длин связей и увеличением их количеств, которые происходят в результате изоморфных замещений в ряду диопсид–авгит.

По уровню механических свойств синтезированный стеклокерамический материал может быть использован в качестве высокопрочных пропантов, применяемых для интенсификации нефте- и газодобычи методом гидравлического разрыва пласта.

Список использованных источников

1. Warren, B. The structure of diopside, $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ / B. Warren, W.L. Bragg // Zeitschrift fuer Kristallographie, Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie. – 1928. – Vol. 69. – P. 168–193.
2. Clark, J.R. Crystal-Chemical Characterization of Clinopyroxenes based on Eight New Structure Refinements / J.R. Clark, D.E. Appleman, J.J. Papike // Mineralogical Society of America: Special Papers. – 1969. – Vol. 2. – P. 31–50.

УДК 666.3-13

И.А. Левицкий, О.В. Кичкайло

Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ЛИТИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКЕ

Аннотация. Методом дифференциально-сканирующей калориметрии изучены особенности процессов фазообразования керамических материалов на