

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 546.28

ПОЛУЧЕНИЕ СОСТАВОВ БИОКОМПОЗИТОВ ИЗ МАГНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

К. Г. ГРИГОРЯН, Л. Г. БАГИНОВА и А.А. ХАЧАТРЯН

Институт общей и неорганической химии НАН Республики Армения
Армения, 0051, Ереван, ул. Аргутяна, II пер., д. 10
Факс: (374-10)231275, E-mail: khachatryanann@rambler.ru

Поступило 4 VI 2014

Путем твердофазного взаимодействия гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) как с монтичеллитом ($\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$), так и метасиликатом магния синтезированы биологически активные вещества, которые могут быть использованы в медицине, в частности, в ортопедии и стоматологии. Показано, что при температуре 1300°C и продолжительности обжига 2 ч уже образуются биоактивные кремнийсодержащие апатиты – силикокарнотит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{SiO}_4$) и нагельшмидтит ($\text{Ca}_7\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_{16}$).

Рис. 1, библиографических ссылок 6.

Гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ или ГА) химически схож с минеральной составляющей кости и твердыми тканями в человеческом организме. Он является одним из материалов, относящихся к категории биологически активных. Гидроксиапатит обладает возможностью интегрироваться в костные структуры человека, не разрушая их, стимулирует деятельность костных клеток, что приводит к образованию новых костных тканей [1].

Недостатком ГА является низкая по сравнению с костными тканями механическая прочность на изгиб и сжатие. Для придания прочности в структуре гидроксиапатита гидроксильную группу заменяют оксидом кремния. Кремнийсодержащие апатиты – это силикокарнотит и нагельшмидтит. Они также отличаются повышенной биоактивностью и совместимостью по сравнению с ГА [2].

Целью данной работы является синтез кремнийсодержащего апатита с использованием монтичеллита ($\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) и метасиликата магния (MgSiO_3) взамен известных в литературе оксида кремния и волластонита [3]. Количество оксида кремния, добавляемого с монтичеллитом, должно быть достаточным для полной замены гидроксильной группы в ГА на SiO_4^{2-} без нарушения его структуры.

Для получения прочной биосовместимой керамики в работе [4] предложено использовать SiO_2 в смеси с ГА в количестве 41-50 масс. %.

Экспериментальная часть

Нами готовились образцы шихт из гидроксиапатита и монтичеллита в весовом соотношении 10:7, 5:7; взамен монтичеллита был использован также метасиликат магния. В опытах использовался гидроксиапатит, синтезированный в лаборатории путем взаимодействия $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при мольном соотношении 3:1 и температуре 60°C , а также монтичеллит, полученный нами из серпентина и оксида кальция или доломита [5].

После тщательного перемешивания и измельчения компонентов в керамической ступке до размера частиц не более 60 мк смесь помещалась в корундовый тигель и обжигалась в муфельной печи при 1200 и 1300°C со скоростью нагрева $\sim 10^\circ\text{C}/\text{мин}$ и выдерживалась при этой температуре 2 ч.

Для идентификации синтезированных образцов использован метод рентгенографического анализа на приборе "Дрон -3". На рентгенограммах образцов, полученных при 1200°C , присутствуют линии только исходных компонентов. Рентгенограммы образцов, полученных при 1300°C , представлены на рисунке. Рентгенограмма образца 1, соотношение исходных компонентов (ГА/монтичеллит) которого составляло 10:7, имеет интенсивные линии с $d/n - 2.96; 2.82; 1.88 \text{ \AA}$, характерные для силикокарнотита. Присутствие линии с $d/n - 2.69 \text{ \AA}$ может означать образование нагельшмидтита, помимо силикокарнотита. Линии с $d/n - 2.11$ и 1.49 \AA соответствуют оксиду магния, выделившегося из монтичеллита в результате взаимодействия исходных компонентов.

На рентгенограмме образца 2, полученного при соотношении ГА / монтичеллит 5:7, линии $d/n 2.96; 2.82; 2.69; 2.20; 1.94 \text{ \AA}$ идентифицируют образование нагельшмидтита. Линии с $d/n 2.11; 1.49 \text{ \AA}$ указывают на присутствие MgO.

В случае использования метасиликата магния взамен монтичеллита в соотношении ГА/MgSiO₃ 10:7 также удалось получить силикокарнотит, о чем свидетельствует рентгенограмма 3 полученного образца, на которой присутствуют интенсивные линии силикокарнотита с $d/n 3.28; 2.82; 2.60; 1.88 \text{ \AA}$ и силиката магния с $d/n 3.82; 2.47; 2.44; 2.24; 1.73 \text{ \AA}$.

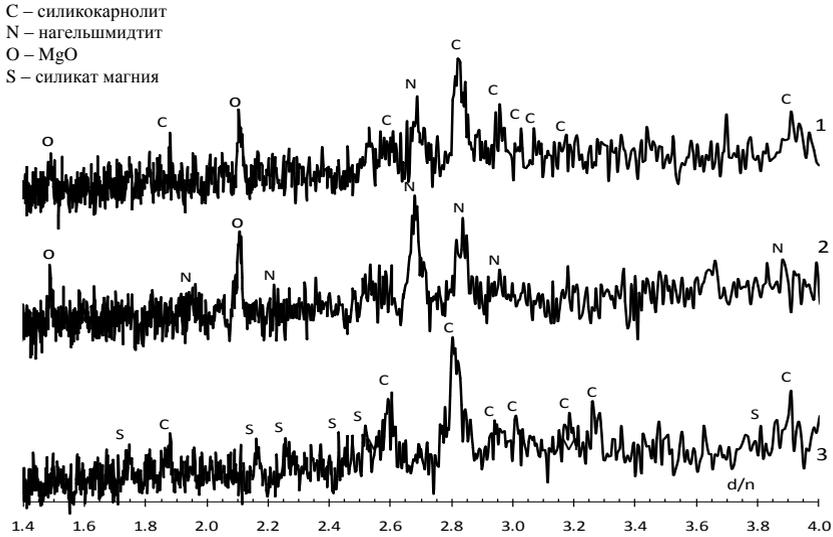


Рис. Рентгенограммы синтезированных образцов: 1 – из ГА и монтichelлитa при соотношении 10:7; 2 – из ГА и монтichelлитa при соотношении 5:7; 3 – из ГА и MgSO₃.

Таким образом, предложенные смеси ГА-монтichelлит при весовом соотношении 10:7, 5:7 и ГА-MgSiO₃ при весовом соотношении 10:7 могут служить исходным материалом при синтезе биоактивных веществ – силикокарнолита и нагельшмидтита. Образовавшийся во время спекания оксид магния тоже входит в состав композитов для биосовместимой керамики [4]. Использование монтichelлитa и метасиликата магния взамен оксида кремния позволило понизить температуру синтеза с 1400 [6] до 1300°C.

ԲԻՈԿՈՄՊՈԶԻՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐԱՄԱՍԵՐԻ ՍՏԱՅՈՒՄԸ ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՆՈՒՄՔԻՑ

Կ.Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Լ.Գ. ԲԱԳԻՆՈՎԱ և Ա. Ա. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Հիդրօքսիպատիտի ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) պինդ ֆազային փոխազդեցությամբ ինչպես մոնտիչելիտի ($CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$), այնպես էլ մագնեզիումի մետափոսֆատի հետ, սինթեզվել են կենսաբանորեն ակտիվ նյութեր, որոնք կարող են օգտագործվել բժշկության մեջ մասնավորապես օրթոպեդիայում և ատամնաբուժությունում:

Ցույց է տրված, որ 1300°C ջերմաստիճանում 2 ժամ տևողությամբ թրծման դեպքում արդեն առաջանում են կենսաակտիվ սիլիցիում պարունակող ապատիտներ՝ սիլիկոկարնոտիտ ($Ca_5(PO_4)_2SiO_4$) և նագելշմիլիտիտ ($Ca_7Si_2P_2O_{16}$):

PREPARATION OF THE BIOCOMPOSITE FROM MAGNESIUM CONTAINING RAW MATERIAL

K. G. GRIGORYAN, L. G. BAGINOVA and A. A. KHACHATRYAN

Institute of General and Inorganic Chemistry NAS RA
10 Arghutyan St., II lane, Yerevan, 0051, Armenia
Fax: (374-10) 231275, E-mail: ionx@armline.am

Hydroxyapatite is one of the biologically active materials. To strengthen the material, the hydroxyl group in the structure of hydroxyapatite is substituted with silicon oxide. Silicon containing apatite is silicocarnotite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2$) and nagelschmidtit ($\text{Ca}_7\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_{16}$). The bioactive composites which can be used in medicine, particularly, in orthopedics and stomatology have been synthesized by solid phase interaction of hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) with both monticellite ($\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) and magnesium metasilicate. It has been shown by X-ray analysis that calcination at 1300°C for 2 hours results in the formation of silicon containing apatites. Using the monticellite and magnesium metasilicate instead of silicon oxide permits to decrease the synthesis temperature from 1400°C to 1300°C . Formed during sintering silicocarnotite, nagelschmidtit and magnesium oxide are the components of biocompatible ceramics.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *De Aza P.N., Guitian F.* // Biomaterials, 1997, v. 18, №19, p. 1285.
- [2] *Wei D., Congqin N., Tingting T.* // Journal of Biomedical Materials, 2012, v. 10, №5, p. 102.
- [3] *Lin K., Zhang M., Zhai W., Chang I.* // Journal of American Ceramic Society, 2011, v. 94, №1, p. 99.
- [4] Pat. 4783429 (1988) US.
- [5] *Арутюнян Г. А., Григорян К.Г.* // Химическая технология, 2012, т. 13, №6, с. 329.
- [6] *Wanpeng C., Hench L.* // Ceramics International, 1996, v. 22, №6, p. 493.