

Таблица 1. Влияние силикатного модуля жидкого стекла на физико-механические свойства щелочеактивированных композиций на основе гранулированного доменного шлака

Время твердения	Прочность на сжатие, МПа	Водостойкость, $K_{разм}$	Открытая пористость, %	Водопоглощение, %	Средняя плотность, $кг/м^3$
$SiO_2/Na_2O=3$					
1 сут.	14±3	0,5	2	1,1	2 170±30
28 сут.	102±8	0,8	10,5	4,9	2 260±20
$SiO_2/Na_2O=1$					
1 сут.	39±7	1	1	0,5	2 300±20
28 сут.	129±10	1	5,2	2,3	2 300±20

глощение. Испытания проводили на 1 и 28 сутки твердения при комнатной температуре. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Результаты исследования свидетельствуют о значительном влиянии силикатного модуля на развитие прочности шлакощелочных материалов. Использование жидкого стекла с модулем $SiO_2/Na_2O=1$ приводит к росту прочности, особенно значительному на ранних сроках твердения, и достижению водостойкости уже на первые сутки, в отличие от образцов, активированных жидким стеклом с модулем $SiO_2/Na_2O=3$. Положительное влияние снижения силикатного модуля жидкого стекла на скорость щелочной активации шлака подтверждают данные от-

крытой пористости образцов на 28 сутки твердения. Низкие значения пористости в первые сутки твердения нерелевантны и объясняются высоким содержанием собственной влаги в образцах из-за низкой гидравлической активности доменного шлака. Однако в обоих случаях наблюдается одинаковая тенденция значительного снижения пористости и водопоглощения с понижением силикатного модуля жидкого стекла, что свидетельствует об интенсификации активации и более полном протекании реакций гидратации в высокощелочной системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта Г-2020-023

Список литературы

1. Pacheco-Torgal F. et al. *Handbook of Alkali-Activated Cements, Mortars and Concretes / Elsevier Ltd., 2014.– 830 p.*
2. Zhang D. et al. *Microstructure and phase evolution of alkali-activated steel slag during early age // Constr. Build. Mater., 2019.– V.204.– P.158–165.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИЙ ЗАМЕЩЕННЫХ АПАТИТОВ *in situ* В СРЕДЕ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

А.А. Кисельникова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.С. Петровская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, zerogooff@gmail.com

Использование гидроксиапатита является перспективным в изготовлении препаратов кальция для применения в пероральной форме. Однако, биологический гидроксиапатит плохо растворим и почти не усваиваем в организме, в связи с чем возникла проблема повышения биодоступности выпускаемых препаратов за счет различных модификаций гидроксиапатита [1].

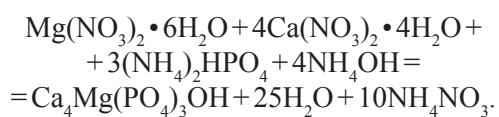
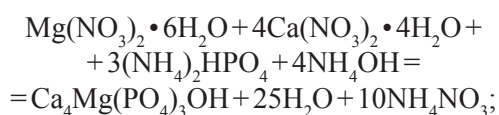
В лабораторных условиях гидроксиапатит (ГАП) можно получать методом осаждения из

растворов, твердофазным синтезом, золь-гель методом и др. Наиболее распространенный – метод осаждения, или жидкофазный синтез. Метод не требует дорогих реагентов и технического оборудования. Порошки гидроксиапатита, полученные жидкофазным методом, однородны по структуре. Сложность метода заключается в контроле большого числа параметров синтеза: смешение прекурсоров, значение рН, температура [2].

Таблица 1. Высвобождение кальция при растворении в модельном растворе желудочного сока SGE

№ пробы	Содержание CaO, %	Содержание MgO, %	Кинетика выхода Ca		
			По расчету		По анализу, г/л
			На 1 г	На 0,5 г	
С3М2-30	35,7	17,0	0,255	0,128	0,707
С3М2-60					0,753
С4М-30	46,1	8,2	0,329	0,165	0,988
С4М-60					1,169

Синтез проводился по следующим реакциям:



Синтез образцов проводился по следующей методике:

1. Раствор $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ концентрацией 0,3 М вносится в колбу и нагревается на электрической плите;
2. В нагретый раствор $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ вводятся капельно растворы $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
3. pH раствора доводится до значения 8,97 порционным добавлением 25 % раствора аммиака;
4. Раствор доводится до температуры 80 °С;
5. Маточный раствор с осадком выдерживается в течении 48 ч;
6. Закристаллизовавшийся осадок отделяется методом центрифугирования;
7. Отделенный от маточного раствора осадок помещается в чашки Петри и высушивается в сушильном шкафу при $T = 105$ °С в течение 24 ч.

Для исследования были взяты порошки замещенного гидроксиапатита дисперсностью 40 мкм. Навеска образцов 0,5 г.

Модель желудочного сока SGE без пепсина представляет собой 0,2 % раствор NaCl в 0,1 М растворе HCl, pH 1,2. Растворение двух образцов проводилось с выдержкой в течение 30 и 60 минут для каждого образца при поддержании температуры раствора модели желудочного сока 37 ± 1 °С и непрерывном помешивании при помощи лопастной мешалки. Полученные растворы исследовались методом атомно-эмиссионной спектроскопии с ИСП. Исследование образцов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с ИСП проводилось на спектрометре iCAP 6300 Duo Thermo Scientific. Для исследования высвобождения исследуемые растворы маркировались следующим образом: С3М2-30 – Ca_3Mg_2 -ГА, 30 мин, С3М2-60 – Ca_3Mg_2 -ГА, 60 мин, С4М-30 – Ca_4Mg -ГА, 30 мин, С4М-60 – Ca_4Mg -ГА, 60 мин. Данные по высвобождению кальция представлены в таблице 1.

Закключение: в ходе проведенной работы было проведено исследование поведение полученных в ходе жидкофазного синтеза магний-замещенных гидроксиапатитов в среде желудочного сока SGE без пепсина. Гидроксиапатиты $\text{Ca}_4\text{Mg}(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ показал высокое высвобождение кальция в модельной среде желудочного сока.

Список литературы

1. Орловский В.П., Ежова Ж.А., Родичева Г.В., Коваль Е.М., Суханова Г.Е., Тезикова Л.А. Изучение условий образования гидроксиапатита в системе $\text{CaCl}_2 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{NH}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ (25 °С) // Журнал неорганической химии, 1992. – Т.37. – Вып.4. – С.881–883.
2. Вересов А.Г., Путляев В.И., Третьяков Ю.Д. Достижения в области керамических биоматериалов // Российский химический журнал, 2000. – Т.94. – №6. – Ч.2. – С.32–45.