

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНЕГЕЛЯ
НА СВОЙСТВА ГРУБОЗЕРНИСТОЙ КЕРАМИКИ

И.В.ПИЩ, Н.А.КИРДЯШКИНА, М.М.КОРОЛЬ

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

В связи с истощением запасов месторождений высококачественного сырья актуальной задачей является полная или частичная замена дефицитных и дорогостоящих сырьевых материалов более доступным и дешевым сырьем, вовлечение в производство местных видов сырья, а также техногенных отходов. В частности, в качестве перспективного сырьевого материала для производства керамических изделий является кремнегель-отход производства Гомельского химического завода.

Кремнегель образуется при разложении природных фосфоритов, причем в газовую фазу выделяется HF и SiF_4 , которые улавливаются водой с образованием 8-12 % кремнефтористой кислоты H_2SiF_6 . При переработке ее на фторсоль в качестве побочного продукта образуется до 60 % SiO_2 , содержащего 3-7 % фторсолей. Содержание влаги в побочном продукте составляет 50-70 %. По своим свойствам кремнегель относится к непластичному, неспекающемуся сырью. Он не содержит, практически, кристаллической фазы и представлен аморфным кремнеземом.

В качестве основного сырьевого компонента выбрана глина месторождения "Городок" (2-ой слой) Гомельской области. Благоприятным фактором для спекания глины месторождения "Городок" является высокая дисперсность, небольшое содержание карбонатов, умеренное количество кварца. Глина характеризуется высокой пластичностью, чувствительностью к сушке и повышенной усадкой. По содержанию ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$) относится к группе полукислых глин.

Введение в состав керамических масс различных добавок способствует интенсификации процесса спекания и является одним из способов регулирования фазообразования при обжиге керамических изделий.

В составы опытных керамических масс, содержащих глину и шамот, вводился кремнегель в количестве 5-40 мас.%. Массы готовились по стандартной методике для пластического формования и полусухого прессования. Отформованные образцы без дефектов после сушки подвергались термообработке при температуре 1000-1150 °С с выдержкой 1 час при максимальной температуре.

Были определены водопоглощение, усадка, механическая прочность при изгибе, плотность, химическая стойкость к концентрированной сер-

ной кислоте ($\rho = 1840 \text{ кг/м}^3$) и 35-процентному раствору NaOH.

На основе проведенных исследований установлено, что с повышением температуры термообработки до $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ и увеличением содержания кремнегеля до 40 мас.%, усадка снижается на 2,5-4%, водопоглощение повышается до 25-34 %, прочность при изгибе – до 4,7-6,2 МПа. Плотность опытных образцов составляет $1310\text{-}1520 \text{ кг/м}^3$.

При увеличении количества кремнегеля до 40 мас.% все физико-технические показатели снижаются. Синтезированный керамический материал с такими свойствами может быть рекомендован в качестве теплоизоляционного.

Однако все образцы с кремнегелем обладают высокой кислотостойкостью (98,7 %), которая возрастает с увеличением количества кремнегеля. Такое явление, на наш взгляд, объясняется увеличением содержания в массе SiO_2 за счет вводимого кремнегеля. В исходной массе соотношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ составляет 4,13, а при добавлении кремнегеля оно возрастает в два раза. Это приводит к увеличению ионного потенциала ϕ , который является критерием кислотности и определяется по следующей формуле:

$$\phi = Z / r,$$

где Z - заряд иона; r - ионный радиус.

Например, для Si^{4+} ионный потенциал составляет 10,25, а для Ca^{2+} -2,5. Таким образом, при увеличении содержания в массе SiO_2 возрастает кислотостойкость, что вполне согласуется с увеличением ионного потенциала.

Исследование влияния текстуры на химическую стойкость подтвердило, что данный показатель увеличивается при повышении температуры термообработки. Кислотостойкость опытных образцов увеличивается с 97,5 % ($1000 \text{ }^\circ\text{C}$) до 98,7 % ($1100 \text{ }^\circ\text{C}$). По отношению к щелочи химическая стойкость составляла 92,4 % ($1000 \text{ }^\circ\text{C}$) и 95 % ($1100 \text{ }^\circ\text{C}$). Несмотря на высокую открытую пористость, образцы сохраняют химическую стойкость, хотя интенсивное взаимодействие химических реагентов с керамической массой происходит, прежде всего, по открытым порам. На химическую стойкость опытных образцов влияет, в основном, фазовый и химический состав. При исследовании фазового состава установлено, что основными кристаллическими фазами опытных образцов, обожженных при $1000 \text{ }^\circ\text{C}$, являются α -кварц, β -кристобалит, анортит, гематит. По мере увеличения температуры до $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ возрастает количество аморфной фазы, на рентгенограмме снижаются интенсивности дифракционных максимумов α -кварца. Гематит переходит в стеклофазу, о чем свидетельствует отсутствие его пиков. В расплав также переходит часть α -кварца, Fe_2O_3 , Al_2O_3 . Наблюдается снижение вязкости расплава, что приводит к

увеличению плотности образцов. Химический анализ подтверждает, что происходит изменение количества оксидов в керамическом материале после их обработки как щелочью, так и кислотой. Ниже, в табл.1, приведены результаты химического анализа опытных образцов, обожженных при температуре 1100 °С до и после обработки химическими реагентами.

Табл. 1. Результаты химического анализа керамических материалов

Наименование оксидов	Содержание оксидов в опытных образцах, мас. %		
	до испытания	после испытания	
		H ₂ SO ₄	NaOH
SiO ₂	57,51	55,91	55,04
MgO	2,05	1,96	2,02
CaO	1,17	1,09	1,16
TiO ₂	0,63	0,6	0,6
Al ₂ O ₃	15,4	15,19	14,48
Fe ₂ O ₃	0,6	0,58	0,59
Na ₂ O	1,69	0,69	1,36
K ₂ O	2,05	1,96	1,99

Как видно из табл.1, при взаимодействии с концентрированной серной кислотой наблюдается снижение количества оксидов типа RO, R₂O, которые переходят в раствор. При воздействии щелочи на опытные образцы в раствор большей частью переходят SiO₂ и Al₂O₃, причем количество щелочных и щелочно-земельных металлов практически не изменяется.

Таким образом, при использовании кремнегеля можно получить легковесные химически стойкие керамические материалы, а также в некоторой степени решить вопрос об утилизации отходов производства фосфатных удобрений.