

УДК 666.973

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ СИЛИКАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗВЕСТКОВОКРЕМНЕЗЕМИСТОМ ВЯЖУЩЕМ С ДОБАВЛЕНИЕМ ВОЛЛАСТОНИТА

В.Н. Смирнская, В.И. Верещагин, С.А. Антипина

Томский политехнический университет
E-mail: vver@tpu.ru

Представлены результаты исследований влияния волластонита на свойства силикатных материалов. Показано, что волластонит является эффективным наполнителем силикатных масс, как упрочняющим свойства строительных силикатных изделий, так и улучшающим их декоративные качества.

В последнее время силикатный кирпич незаслуженно вытесняется с рынка строительных материалов. Сравнительный анализ таких технико-экономических характеристик керамического кирпича и силикатного, как энергозатраты при эксплуатации зданий и масса стен при строительстве здания показывает, что они близки по этим значениям, а стоимость силикатного кирпича на 20...30 % ниже стоимости керамического.

Одной из причин, сдерживающих интенсивное использование силикатного кирпича в строительстве, является снижение качества декоративных свойств лицевой поверхности кирпича в процессе длительной эксплуатации, хотя современные возможности декоративно-отделочных приемов обработки лицевой поверхности выпускаемого силикатного кирпича, и зданий, уже построенных из силикатного кирпича, более разнообразны и не более затратны, чем для керамического. Эффективна обработка лицевых поверхностей зданий из силикатного кирпича, например, специальными, окрашенными в широкую гамму цветов растворами, что позволит разнообразить возможности домостроения, особенно при индивидуальной застройке микрорайонов города, и, в еще большей степени, при строительстве частного сектора. Кроме того, перспективно как поверхностное, так и объемное окрашивание силикатного кирпича в процессе его изготовления.

При производстве силикатного кирпича, как и любого другого строительного материала, важнейшими показателями качества являются прочностные свойства (предел прочности при сжатии, предел прочности при изгибе), водопоглощение, теплопроводность и морозостойкость. Согласно ГОСТ 379–79, силикатный кирпич имеет прочность на сжатие от 7,5 до 35 МПа; водопоглощение не менее 6 % (обычно 16...24 %); коэффициент размягчения при насыщении водой не менее 0,8; среднюю плотность 1600...1800 кг/м³; морозостойкость лицевого кирпича от 25 до 50 циклов, рядового – не менее 15 циклов; теплопроводность полнотелого кирпича 0,35...0,7 Вт/м °С. По прочности и по морозостойкости силикатных изделий прогнозируется их долговечность [1]. Эти показатели в основном определяются свойствами цементирующего вещества, которые характеризуются определенным фазовым составом, микроструктурой, плотностью, а также макроструктурой изделия, а именно, видом, размером

и распределением пор в изделии. Но при реализации традиционных технологий и сырьевых материалов (известь и кварцевый песок) получить силикатные изделия, отвечающие современным требованиям строительства, затруднительно. Содержание наполнителя в составе силикатных масс находится в пределах 65...80 %, поэтому его свойства, а в особенности форма и характер поверхности зерен, значительно влияют на формуемость силикатной смеси, прочность сырца и показатели свойств готовых силикатных изделий.

Основной задачей данных исследований является изучение возможности использования некондиционного волластонитового сырья и волластонитовых концентратов в качестве наполнителя силикатных масс для улучшения строительно-технических и эксплуатационных свойств силикатного кирпича.

Интерес к волластонитовой породе обусловлен его уникальными свойствами: чистотой породы, представленной главным образом, волластонитовым минералом и практическим отсутствием примесей; высокой степенью белизны, что позволяет улучшить декоративные свойства изделий; высокими прочностными характеристиками; и, в особенности, выраженной игольчатой формой кристаллов, что способствует образованию более прочных структур за счет механического зацепления игл волластонита с компонентами силикатных масс.

Волластонит сравнительно новый вид сырья в силикатной промышленности; в литературе ограничены сведения об исследованиях природных волластонитов в технологиях строительных материалах вообще и об индивидуальных месторождениях в частности.

В работе изучены физико-механические, физико-химические и технологические свойства волластонитовой породы Синюхинского месторождения республики Горный Алтай с целью применения данной породы в составе силикатных масс.

Результаты определения зернового состава полидисперсного порошка волластонита показывают наличие зерен с размерами от 160 до 20 мкм и менее. По данным рентгенофазового анализа волластонитовая порода сложена в основном волластонитовым минералом, о чем свидетельствуют интенсивные дифракционные отражения ($d = 0,760, 0,381, 0,349, 0,330, 0,296, 0,250, 0,216, 0,183, 0,171$ нм); порода содержит незначительные примеси граната

Таблица 1. Химический состав волластонитовой породы

Содержание оксидов, % (мас.)								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Δm _{пр}	Σ
48,21	1,43	1,56	46,55	0,43	0,23	0,17	1,28	99,86

Примечание: Δm_{пр} – потеря массы при прокаливании

Таблица 2. Технологические свойства прессованных образцов на основе известково-кремнеземистого вяжущего (за водского изготовления); извести и волластонита после тепловлажностной обработки

Состав вяжущего, % (мас.)		Активность по СаО, %	Объемная масса изделий, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа
Вяжущее (известь)	Заполнитель				
47	53 (кв. песок)	39,7	1460...1500	1,70...3,00	0,26
50	50 (волластонит)	35,8	1300...1350	4,67...7,06	0,7...1,2

Таблица 3. Физико-механические свойства волластонитового порошка

Истинная плотность, кг/м ³	Насыпная плотность, кг/м ³		Пористость слоя материала, %		Удельн. поверхн., см ² /г	Естеств. влажн., %	Твердость минерала по шкале Мооса
	Рыхл.	Упл.	Рыхл.	Упл.			
2930	800	1150	73	61	3400	до 0,7	4,5...5,0

($d = 0,308, 0,254, 0,170$ нм) и кальцита ($d = 0,302, 0,191, 0,187$ нм).

Известно, что чистый минерал – волластонит хорошо растворяется в соляной кислоте, но при обработке пробы порошка исследуемой породы нерастворимый остаток составил более 1 %, поэтому химический анализ проводили по классической схеме при сплавлении пробы волластонита с содой [2]. Результаты химического анализа волластонита приведены в табл. 1.

Рентгенофазовый и химический анализы указывают на высокую степень чистоты породы.

Волластонитовая порода достаточно инертна в химическом отношении, гидравлическая активность порошка волластонита, определенная методом поглощения СаО из насыщенного раствора гидроксида кальция за 30 титрований, составила 25...35 мг/г и обусловлена адсорбцией гидратных образований извести на развитой поверхности игольчатых кристаллов волластонита. При твердении образцов, изготовленных на основе извести и волластонита, образуется более плотный и прочный кристаллический камень, более устойчивый к различным физико-химическим воздействиям, чем затвердевший камень из извести и кварцевого песка, см. табл. 2.

Определение физико-механических свойств волластонита позволяет оптимально решать технологические задачи, связанные с его транспортировкой, подготовкой, складированием и др. Физико-механические свойства волластонитового порошка приведены в табл. 3.

Традиционные известково-кремнеземистые вяжущие (ИКВ) имеют соотношение компонентов известь:кварцевый песок, равное 1:1, что при пересчете на оксиды СаО:SiO₂ составляет 0,8. Поэтому на начальном этапе исследований для сравнения выбраны составы вяжущего с содержанием извести

50 % и тонкомолотого кварцевого песка соответственно 50 % (мас.), т.е. соотношение компонентов ИКВ принято равным 1:1.

Для исследования влияния волластонитового заполнителя на свойства силикатных изделий составляли силикатные массы с соотношением ИКВ:заполнитель, равным 30:70. Содержание волластонитового порошка в составе заполнителя силикатных масс варьировалось в пределах от 70 до 14 % (мас.); остальное – кварцевый песок. Оптимальную формовочную влажность силикатных масс принимали из условия получения наибольшей сырьевой прочности образцов при давлении прессования 20 МПа, и она составила 8 %. Основные физико-химические процессы синтеза новых соединений (гидросиликатов различной основности, гидроалюминатов и др. новообразований), обеспечивающих высокое качество и определенные свойства готовым силикатным изделиям, протекают при твердении силикатных масс в условиях тепловлажностной обработки. В процессе автоклавного твердения возможны преобразования части волластонита в однокальциевый гидросиликат состава CaOSiO₂aq (aq=1,0...1,1 моль Н₂O). Исследуемые образцы запаривались в автоклаве в заводских условиях при температуре 174,5 °С и давлении 0,8 МПа. Готовые изделия выдерживались в условиях воздушно-сухой среды в течение 7 суток, после чего определялись основные строительно-технические свойства силикатных изделий.

Результаты исследований показывают, что с увеличением доли волластонита в составе силикатной массы физико-механические показатели изделий улучшаются. Прочность при сжатии изменяется от 12 до 24 МПа; водопоглощение составляет 6,5...8,5 %, при этом объемная плотность изделий изменяется незначительно: 1650...1750 кг/м³. Мар-

ка силикатных изделий по морозостойкости с использованием волластонита составила F25–F50.

Таким образом, использование волластонитового заполнителя позволяет получать силикатные изделия с повышенной прочностью. Этот заполнитель

можно рекомендовать для изготовления изделий более сложных форм (например, облицовочных плит). Лицевая поверхность таких силикатных изделий более плотная, что на длительный период эксплуатации сохраняет их декоративные свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. — М.: Стройиздат, 1982. — 426 с.
2. Пономарев А.И. Химический анализ силикатных и карбонатных горных пород. — М.: АН СССР, 1961. — 413 с.

УДК 541.138.2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОКСИДА ЦИНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Д.В. Коновалов, В.В. Коробочкин, Е.А. Ханова

Томский политехнический университет
E-mail: vkorobochkin@mail.ru

Показана возможность получения оксида цинка с высокой площадью удельной поверхности электролизом металлического цинка на переменном токе промышленной частоты, изучены параметры, оказывающие влияние на скорость его образования. Определен фазовый состав и характеристики пористой структуры продуктов электросинтеза в зависимости от температуры прокаливания.

Оксид цинка находит широкое применение в промышленности в качестве сорбента, компонента катализаторов и носителей катализаторов, в медицине и косметике [1, 2]; уникальны его оптические свойства [3]. Одним из критериев использования ZnO является наличие развитой поверхности — от этого зависит его сорбционная и антибактериальная активность [4]. Большинство существующих методов не дают возможности получения развитой удельной площади поверхности, так как основаны на термическом окислении металлического цинка или его соединений [3, 5]. В связи с этим актуальной задачей является поиск способов синтеза, позволяющих формировать развитую пористую структуру оксида цинка.

Возможность электрохимического получения на переменном токе промышленной частоты оксидов алюминия [6], никеля и кадмия [7], титана [8] с высокой удельной площадью поверхности отмечалась нами ранее. Таким образом, одним из перспективных методов получения ZnO можно считать электрохимический с применением переменного тока [9]. Вместе с тем необходимо более тщательно изучить влияние параметров проведения процесса (состава и концентрации электролита, температуры электролиза, плотности тока) на его скорость, а также последующей термообработки на состав и характеристики пористой структуры образующихся продуктов. Учитывая, что металлический цинк и его оксидные соединения обладают амфотерными свойствами, нами экспериментально апробированы в качестве электролита растворы различных солей: Na_2CO_3 , NH_4Cl , NaCl . Проведенные эксперименты показа-

ли, что наиболее целесообразно с технологической и экономической точки зрения для синтеза оксида цинка использовать раствор NaCl .

Для выявления закономерностей электрохимического синтеза с использованием переменного тока оксида цинка использована методика, позволяющая исследовать кинетику окисления металлического цинка [10]. На рис. 1 приведены зависимости скорости разрушения цинковых электродов от плотности тока в растворах NaCl различных концентраций, полученные при температуре электролита 90°C .

Из полученных результатов следует, что максимальная скорость разрушения цинковых электродов достигается при концентрации хлорида натрия 3 % мас. С увеличением концентрации электролита скорость уменьшается при всех значениях плотности переменного тока. Кроме того, полученные данные иллюстрируют интенсифицирующее действие плотности тока на процесс.

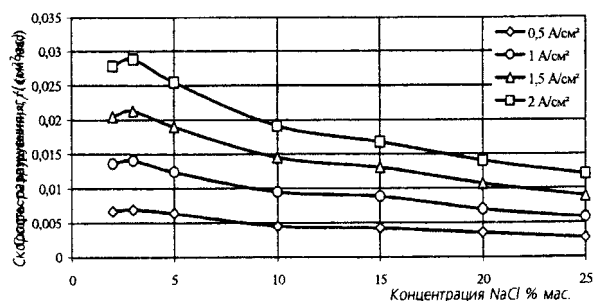


Рис. 1. Зависимости скорости разрушения цинка от концентрации NaCl в растворе при различных плотностях тока