



**Рис. 3 Участок лидита с высоким содержанием углерода, распределенным в виде «змеек» или прослоек**

На снимках видно (рис. 3), что в матрице оксида кремния лидита с высоким содержанием углерода, последний распределен неравномерно. Возможно, углерод в обозначенной зоне выходит на поверхность перпендикулярно ей в виде слоистых структур неправильной формы в виде «змеек» и ломанных линий, толщина которых колеблется в интервале от 10 до 0,8 мкм. Среднее содержание серебра по результатам микрозондового анализа составляет 0,41% по поверхности исследуемого образца. Анализ мелких светлых точек показал наличие в них серебра около 12%. Содержание серебра в «змейках» – около 47%. Темные (рис. 3) участки имеют содержание серебра 1,4%. Предполагая, что обмен углерода на серебро идет путем восстановления нитрата до металлического серебра в соответствии с реакцией



можно просчитать, что содержание углерода в исследуемых участках должно быть меньше в шесть раз. В таком случае содержание углерода в рассматриваемых зонах соответствовало бы в точках – 2%, в змейках – 8%, темные участки – 0,2%. В действительности же не весь углерод преобразуется в серебро. Самый большой коэффициент преобразования (до 100%) возможен на темных участках. Самый низкий коэффициент преобразования (около 50%) – в «змейках» и больших «бляшках». Необходимо учитывать и то, что микрозондовый анализ определяет не только состояние поверхности образца, но и выявляет углерод, который находится в глубине и не преобразуется в серебро ввиду недоступности реакции (1).

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что углерод при обработке не полностью обменивается на серебро, часть его остается в исходном виде. Поэтому точного пропорционального соответствия между концентрацией серебра и углерода не наблюдается, но качественная картина прослеживается достаточно хорошо.

В результате проведенных исследований предложены методики визуализации распределения углерода в поверхностном слое минералов (на примере лидита) с помощью электронной микроскопии. В основе предложенных методик лежит способ предварительной обработки поверхности образцов напыленным железом и нитратом серебра, которые при прогреве вступают в реакции с углеродными частицами, выявляя рельеф распределения углерода.

#### Литература

1. Vinogradov N.V., Vinogradov V.V., Dzhuraev A.M., Tokarev A.V., Tuzova O.L. Electron microscopic research of the samples of lidit // European Science and Technology: Materials of the IV International research and practice conference. – Munich, 2013. – Vol. II. – P. 725 – 728.
2. Патент №1410. Применение лидита в качестве химически стойкого материала. Виноградов Н.В. и др. Опубл. 30.11.2011.

### ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОСТОЙКОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

**И.В. Головнина**

Научный руководитель доцент С.В. Эрдман

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Формирование рыночных отношений в экономике России предопределило создание новой концепции производства основных видов строительных материалов. Современные проблемы строительного комплекса, а также создание новых и совершенствование существующих технологических процессов должны быть направлены на разработку и производство эффективных и конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций при использовании местных и нетрадиционных видов сырья [1, 2]. Магнезиальные вяжущие имеют большие преимущества по сравнению с другими вяжущими материалами, так как требуют меньших энергетических затрат при их производстве, отличаются высокой скоростью набора прочности цементного камня и его коррозионной стойкостью. По сравнению с цементными системами, магнезиальные вяжущие обладают повышенной адгезией к органическим заполнителям природного и техногенного происхождения. Однако существенным недостатком таких материалов является их низкая водостойкость, что сдерживает области их применения. Другим существенным недостатком являются большие затраты энергии на обжиг магнезиального сырья. Не следует недооценивать и склонность к растрескиванию в процессах

гидратации и твердения цементов типа Сореля. Повышение водостойкости, снижение энергозатрат при производстве магнезиальных вяжущих веществ и разработка методов предотвращения трещинообразования магнезиального камня являются актуальными задачами современного строительного материаловедения.

Исследование составов и технологии водостойких природных магнезиальных вяжущих способствует решению проблемы получения качественных вяжущих и расширению номенклатуры строительных материалов, а также улучшению экологической обстановки в регионах Российской Федерации [3].

Для исследования выбран магнезит Савинского месторождения. Магнезит представляет собой углекислую соль магния ( $MgCO_3$ ). Содержание  $MgO$  в химически чистом магнезите составляет 47,82 %, а  $CO_2$  – 52,18 %. Технология оксида магния из любых природных материалов, независимо от области использования, обязательно включает процесс обжига, так как из магнезита необходимо удалить углекислый газ. При этом в каждом конкретном случае для получения материалов разного назначения, обжиг минерального сырья должен производиться по строго определенным режимам. Каустический магнезит обжигался при разных температурных режимах и исследовалась активность каустического магнезита. Анализ экспериментальных данных показал, что наибольшей активностью обладает каустический магнезит, обожженный при температуре 700 °С в течение 30 минут.

Для оценки пригодности этой породы в технологии магнезиальных вяжущих была исследована гидравлическая активность.

Под гидравлической активностью минеральных добавок понимают способность их вступать в химическое взаимодействие с различными реагентами, при этом образуются водостойкие соединения. Гидравлическая активность изучена комплексом испытаний и включает определение не только гидратации, но и активности, гидравлической активности по ГОСТ 25094-82, пуццолановой активности, активности по методу М.И. Стрелкова, реакционной способности по отношению к растворам  $Ca(OH)_2$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ ,  $CaSO_4$  - известково-гипсовому; потенциальной реакционной способности по ГОСТу 8269-91; содержания растворимого глинозема [4].

По гидравлической активности выбранное сырье можно отнести к активному, а численные значения гидравлической активности могут выполнять роль информативного параметра и служить физико-химическими критериями оценки пригодности силикатного сырья в технологии вяжущих.

Магнезит выступает в качестве основы смешанного магнезиального вяжущего в смеси  $MgO$  и  $MgCl_2$ . Вяжущее готовилось следующим образом: вначале измельчали магнезит в шаровой или планетарно-центробежной мельнице, магнезит затворяли раствором  $MgCl_2$  в количестве 24–30% от сухой смеси. Свойства полученных магнезиальных вяжущих представлены в табл.

**Таблица**

**Физико-механические свойства магнезиальных вяжущих**

Система	Способы измельчения	Предел прочности при сжатии после твердения 28 сут. в среде, МПа; коэффициент хим. ст. отн. ед.						
		Воздух	Вода		3% $MgSO_4$		3% $MgCl_2$	
$MgO - MgCl_2 - H_2O$		40 -	0	0	0	0	0	0
$MgCl_2$ -магнезит	шар. мел.	45 -	43	0,94	38	0,84	48	1,05
	ПЦМ	56 -	45	0,81	43	0,87	47	0,83

Данные табл. свидетельствуют о том, что в случае использования магнезита наблюдается увеличение прочности в 1,13–2,18 раза (до 45 МПа), коэффициент размягчения достигает 0,8–1,05. Материал обладает соле- и кислотостойкостью.

Это может быть объяснено тем, что магнезит представляет собой ядро заполнителя, обладающего водо- и химической стойкостью, с другой стороны, активная поверхность частиц силиката играет роль подложки, на которой начинается акт химического взаимодействия магнезита  $MgCl_2$ .

По данным ДТА и РФА основным продуктом твердения классического магнезиального вяжущего является триоксигидрохлорид магния, пентаоксигидрахлорид магния и брусит [5].

В продуктах твердения разработанного вяжущего обнаруживаются такие же соединения. Дополнительно обнаружены новообразования, разлагающиеся при 625 °С.

Вероятно, что на поверхности частиц наблюдается химическое срастание с образующимся триоксигидрохлоридом, пентаоксигидрахлоридом магния.

Подтверждением этому служит рост механической прочности, водо- и химической стойкости.

Таким образом, использование магнезиальных силикатов в сочетании с цементом Сореля позволяет получить новый класс магнезиальных вяжущих, отличающихся повышенными водо- и химической стойкостью.

## Литература

1. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1973 – 504 с.
2. Вайвад А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества. – Рига: Зинатне, 1972. – 310 с.
3. Использование попутных продуктов обогащения железных руд в строительстве на Севере / Под ред. П.И. Боженова. Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1986. – 176 с.
4. Верещагин В.И., Кашук И.В., Котенко Л.К. Воздействие высоковольтного импульсного разряда на карбонаты и силикаты // Тез. докл. XI Всесоюз. симп. по механохимии и механоэмиссии твердых тел. Чернигов, 1990.
5. А. с. № 1353787. Способ получения неорганических пигментов Верещагин В.И., Майдуров В.А. 1987. № 43.

### ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЦЕТАТА НАТРИЯ НА ОКИСЛЕНИЕ КАДМИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

А.А. Гондарев

Научный руководитель доцент Д.А. Горлушко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время остро стоит проблема получения оксидов металлов с улучшенными свойствами: высокой чистотой, развитой удельной поверхностью. Применение этих оксидов охватывает большинство отраслей производства, главными из которых являются: производство катализаторов и их носителей, сорбентов, стекла и керамики, лаков и красок, огнеупоров, наполнителей полимеров в химической промышленности; активные массы щелочных аккумуляторов и сухих гальванических элементов, диэлектрики и полупроводники в электротехнической промышленности [2].

Существуют различные пути получения оксидов металлов. Электрохимический метод обладает наибольшими преимуществами, основными из которых являются: возможность получения очень чистых продуктов, а также формирование развитой поверхности.

Синтез оксидов металлов электрохимическим методом под действием переменного тока позволяет получать оксиды металлов с условным диаметром первичных частиц в диапазоне от  $10^{-9}$  до  $10^{-6}$  м. Целевые продукты, полученные таким способом, имеют ряд преимуществ перед продуктами, полученными другими способами. К примеру, они обладают более высокоразвитой поверхностью, у них присутствует большое количество мезопор, а также в этих продуктах содержится минимальное количество примесей [1, 3].

В данной работе была проведена серия экспериментов по определению скорости разрушения кадмиевых электродов в растворах с различной концентрацией ацетата натрия. Одним из основных факторов, влияющих на процесс электрохимического окисления металлов на переменном токе, является концентрация электролита. С целью определения зависимости скорости разрушения кадмия под действием переменного тока от концентрации раствора электролита проводились эксперименты, в которых использовались растворы, содержащие от 3 до 20% мас. ацетата натрия. Процесс осуществляли при плотностях тока 1 и 1,5 А/см<sup>2</sup> и температуре 98 °С.

В процессе электролиза визуально наблюдалось выделение пузырьков водорода с поверхности электродов, проявлялось помутнение раствора, и образовывался осадок белого цвета. После эксперимента электроды промывались дистиллированной водой, сушились фильтровальной бумагой и взвешивались.

Скорость разрушения электродов рассчитывалась по формуле:

$$q = \frac{\Delta M}{S \cdot t},$$

где  $q$  – скорость разрушения электродов, г/см<sup>2</sup>·ч;

$\Delta M$  – суммарная потеря массы электродов, г;

$S$  – рабочая поверхность электродов, см<sup>2</sup>;

$t$  – время электролиза, ч.

В таблице отражены результаты, полученные в ходе эксперимента.

*Таблица*

*Скорость разрушения кадмия при электролизе на переменном токе  
при различных концентрациях электролита*

Концентрация CH <sub>3</sub> COONa, мас. %	Скорость разрушения, г/см <sup>2</sup> ·ч	
	1 А/см <sup>2</sup>	1,5 А/см <sup>2</sup>
3	0,045	0,175
5	0,037	0,123
10	0,0068	0,1165
15	0,0061	0,0381
20	0,0012	0,0206