

УДК 691.5

Ю. В. Устинова, Т. П. Никифорова, Г. И. Насонова

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАУСТИЧЕСКОГО МАГНЕЗИТА

Исследуется влияние структурных характеристик материалов на основе каустического магнезита на их физико-механические свойства.

Ключевые слова: каустический магнезит, открытая пористость, закрытая пористость, коэффициент плотности, водопоглощение, предел прочности при сжатии, хризотил-асбест, микрокремнезем.

The authors study the influence of the structural properties of the caustic magnesite based materials on their physical and mechanical properties.

Key words: caustic magnesite, open porosity, closed porosity, density rate, water absorption, compression strength, chrysotile asbestos, silica fume.

Большинство искусственных и природных строительных материалов являются капиллярно-пористыми телами, структура которых оказывает значительное влияние на многие физико-механические свойства изделий [1]. От величины пористости, размера и формы пор, их структуры и равномерности распределения по объему материала зависят важнейшие свойства материалов: прочность, теплопроводность, водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость и др. Так, например, открытые поры увеличивают проницаемость и водопоглощение материала и ухудшают его морозостойкость. Увеличение закрытой пористости за счет открытой повышает долговечность материала и уменьшает его теплопроводность.

Целью данной работы является изучение влияния структурных характеристик материалов на основе каустического магнезита на их физико-механические свойства.

Для достижения поставленной цели были изготовлены образцы следующих составов:

состав 1: MgO — 100 %, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 170 %, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ — 25 %, перлитовый песок — 120 %;

состав 2: MgO — 100 %, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 170 %, перлитовый песок — 120 %;

состав 3: MgO — 100%, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 170 %;

состав 4: MgO — 100%, хризотил-асбест — 2 %, H_2SO_4 — 5 %;

состав 5: MgO — 100%, микрокремнезем — 20 %.

Для определения средней плотности образцы измерялись линейкой, затем рассчитывался объем образцов $V_{\text{ест}}$, см³. После этого определялась их масса m , г. Среднюю плотность, г/см³, рассчитывали по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{V_{\text{ест}}}. \quad (1)$$

Для определения открытой пористости образцы насыщали 95%-м водным раствором этилового спирта: образцы погружались в этиловый спирт,

где выдерживались до постоянной массы, а затем высушивались на воздухе также до достижения постоянной массы. При этом исходная и конечная масса высушенных образцов совпадала с точностью до 0,3 г (данное расхождение соответствует погрешности измерения), за исключением состава 3, где наблюдалось уменьшение массы образца на 4 %. Возможно, это было связано с наличием непрореагировавшего MgO, который механически вымывался.

Экспериментально-расчетный метод определения пористости Π , %, использует найденные опытным путем значения плотности высушенного материала:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) 100 \%, \quad (2)$$

где ρ — истинная плотность образца, г/см³.

Открытая пористость равна отношению суммарного объема всех пор, насыщающихся этиловым спиртом, к объему материала $V_{\text{ест}}$:

$$\Pi_o = \frac{m_2 - m_1}{V_{\text{ест}}} \frac{1}{\rho_{\text{э.с}}}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{э.с}}$ — плотность 95%-го водного раствора этилового спирта, $\rho_{\text{э.с}} = 0,81$ г/см³ при 20 °С.

Закрытая пористость Π_z равна

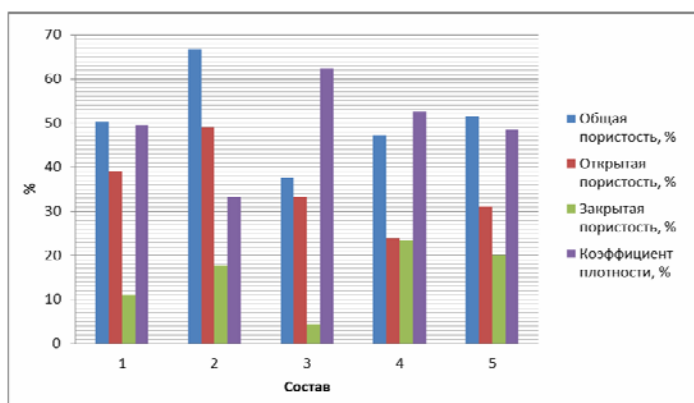
$$\Pi_z = \Pi - \Pi_o. \quad (4)$$

Коэффициент плотности $K_{\text{пл}}$ — степень заполнения объема материала твердым веществом равен

$$K_{\text{пл}} = \frac{\rho_m}{\rho}. \quad (5)$$

Прочность на сжатие исследовали в сухом и водонасыщенном состояниях по методике, представленной в ГОСТ 53231—2008.

Результаты исследований приведены на рис. и в табл.



Результаты исследований структурных характеристик образцов материалов на основе каустического магнезита

Структурные характеристики и предел прочности при сжатии образцов материалов на основе каустического магнезита

Физико-механические показатели	Номер серии образцов				
	1	2	3	4	5
Средняя плотность, г/см ³	1,64	1,10	2,06	1,74	1,60
Общая пористость, %	50,3	66,7	37,6	47,3	51,5
Открытая пористость, %	39,1	48,9	33,2	23,8	31,1
Закрытая пористость, %	11,2	17,8	4,4	23,5	20,0
Коэффициент плотности, %	49,7	33,3	62,4	52,7	48,5
Предел прочности при сжатии в сухом состоянии, МПа	8,0	8,5	31,9	23,6	24,8
Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа	6,6	6,9	23,9	23,1	49,6
Коэффициент размягчения	0,82	0,81	0,75	0,98	2,0

Из представленных экспериментальных данных видно, что в структуре камня на основе составов 1 и 2 преобладают открытые макропоры. Очевидно, большая открытая пористость этих образцов объясняется наличием наполнителя — перлитового песка, пористость которого достигает до 90 %.

Общая пористость образца 1 существенно ниже общей пористости образца 2. Вероятно, это связано с тем, что состав 2 содержит свободную кислоту. Известно [2], что кислота способствует снижению рН смеси, формирует дефицит гидроксильных групп, что приводит к образованию мостиковых связей —O—Mg—O—Mg—O— , обеспечивающих прочность искусственного камня. Можно предположить, что введение в состав свободной кислоты приводит также к снижению открытой пористости.

Следует отметить, что образцы на основе составов 1 и 2 обладают невысокими значениями предела прочности при сжатии и водостойкости. Коэффициент размягчения этих образцов составляет около 0,8.

Исключение из состава образцов перлитового песка приводит к резкому снижению общей пористости (составы 3—5) и значительному увеличению предела прочности при сжатии (состав 3). Однако немодифицированный состав 3 обладает низким значением коэффициента размягчения (менее 0,8), что свидетельствует о низкой водостойкости искусственного камня на основе этого состава.

Составы 4 и 5 содержат минеральные добавки хризотил-асбест и микрокремнезем. Введение этих добавок положительно сказывается на формировании структуры искусственного камня на основе каустического магнезита. В структуре искусственного камня на основе составов 4 и 5 снижается количество открытых и увеличивается содержание закрытых водонепроницаемых пор. Следует отметить более низкое содержание открытых пор в составе 4 по сравнению с составом 5. Вероятнее всего, это связано с тем, что в состав 4, также как и в состав 1, входит свободная кислота.

Введение хризотил-асбеста и микрокремнезема в состав материалов на основе каустического магнезита также способствует улучшению их физико-механических свойств. Так, для состава 4 отмечается повышение коэффициента размягчения до 0,98, а для состава 5 — до 2,0.

Повышенный (более единицы) коэффициент размягчения при использовании в качестве добавки микрокремнезема в составе 5 объясняется в работе [3] появлением нерастворимой кремниевой кислоты, которая коагулирует поровое пространство искусственного магнезального камня. Химическое взаимодействие между основными и кислотными оксидами с образованием соединения типа диопсида $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$, подтвержденное в работе [3], возможно, также способствует переводу части макропористости искусственного камня на основе каустического магнезита в водонепроницаемую микропористость.

Совокупность полученных экспериментальных данных по исследованию структурных характеристик и физико-механических свойств материалов на основе магнезального вяжущего позволяет сделать следующие выводы:

1. Применение перлитового песка в составе материалов на основе каустического магнезита нецелесообразно, так как подобные материалы обладают высокой пористостью с преобладанием открытых макропор, а также низкой прочностью и водостойкостью.

2. Минеральные добавки хризотил-асбест и микрокремнезем положительно влияют на формирование структуры искусственного камня на основе каустического магнезита. В результате введение этих добавок снижается количество открытых и увеличивается содержание закрытых водонепроницаемых пор. Введение хризотил-асбеста и микрокремнезема в состав материалов на основе каустического магнезита также способствует улучшению их прочности и водостойкости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заикина А. С. Эффективные растворы на основе водостойкого гипсового вяжущего для наружной отделки : дис. ... канд. техн. наук. М. : МГСУ, 2010.
2. Tooper B., Cartz L. Structure and formation of magnesium oxychloride sorel cements // Nature 211. 1966. P. 64—66.
3. Исследование взаимодействия каустического магнезита с добавкой микрокремнезема / Ю. В. Устинова, А. Е. Насонова, В. В. Козлов, Т. П. Никифорова // Вестник МГСУ. 2012. № 3. С. 100—104.
1. Zaikina A. S. Effektivnye rastvory na osnove vodostoykogo gipsovogo vyazhushchego dlya naruzhnoy otdelki : dis. ... kand. tekhn. nauk. M. : MGSU, 2010.
2. Tooper B., Cartz L. Structure and formation of magnesium oxychloride sorel cements // Nature 211. 1966. P. 64—66.
3. Issledovanie vzaimodeystviya kausticheskogo magnezita s dobavkoy mikrokremlnezema / Yu. V. Ustinova, A. E. Nasonova, V. V. Kozlov, T. P. Nikiforova // Vestnik MGSU. 2012. № 3. S. 100—104.

© Устинова Ю. В., Никифорова Т. П., Насонова Г. И., 2013

Поступила в редакцию
в ноябре 2013 г.

Ссылка для цитирования:

Устинова Ю. В., Никифорова Т. П., Насонова Г. И. Исследование структурных характеристик материалов на основе каустического магнезита // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 4(29). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/UstinovaNikiforovaNasonova-2013_4\(29\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/UstinovaNikiforovaNasonova-2013_4(29).pdf)