

УСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ НА КАУСТИЧЕСКОМ МАГНЕЗИТЕ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ

А.С. Хремкин, О.В. Кабанов, Л.С. Яушева

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Россия

В данной статье поднимается проблема стойкости строительных материалов к биологически агрессивным средам. В частности, устойчивость изделий из каустического магнезита к негативному воздействию плесневых грибов, среде их обитания и продуктам жизнедеятельности. Приводятся методики и данные исследования составов на магнезиальном вяжущем с затворителем из водного раствора бишофита с наполнителями различной природы в условиях среды благоприятной для развития плесневых грибов.

Ключевые слова: магнезиальное вяжущее, каустический магнезит, грибостойкость, биостойкость, прочность.

В настоящее время большинство строительных технологий базируются на использовании таких традиционных видов вяжущих материалов, как портландцемент и гипс. Но, несмотря на сложившиеся тенденции, в последнее десятилетие большое внимание стало уделяться альтернативным видам связующих. Особое место в этом списке занимают материалы на основе магнезиально-вяжущего [1].

Магнезиальный цемент, также называемый в честь своего открывателя «цемент Сореля», является незаслуженно забытым вариантом традиционного вяжущего. Но благодаря ряду существенных преимуществ, интерес к данному строительному материалу вновь и вновь заставляет как отечественных, так и зарубежных исследователей возвращаться к изучению его свойств и выявлению новых путей его использования в строительной отрасли [2–6]. Благодаря этому доля магнезиальных вяжущих и материалов на их основе в общем объеме применяемых минеральных вяжущих ежегодно увеличивается.

Основными преимуществами материалов на основе каустического магнезита в сравнении с цементными являются высокая скорость схватывания и набора прочности, хорошая адгезия и трещиностойкость, безусадочность при нанесении и беспыльность при эксплуатации. А использование различных специально разработанных добавок позволяет ещё больше расширить область применения данных материалов [7–9].

На основании вышеуказанных преимуществ из смесей на магнезиальной основе изготавливаются: полы, отличающиеся высокой прочностью и тонкослойностью (ксилолитовые полы в виде стяжки или в виде плитки из ксилолита); высокопрочные антистатические и безискровые покрытия; магнезитовые плиты, используемые при отделке стен, потолков и устройстве перегородок; штукатурные смеси в том числе и специальные экранирующие материалы (баритовая штукатурка) и др. Все эти виды строительных материалов на-

шли обширный спрос при строительстве и реконструкции как гражданских, так и промышленных объектов.

Однако широкое применение накладывает особые требования к свойствам изделий на основе любого сырья. Уровень биологической коррозии имеет место как в обычных жилых и общественных зданиях, так и на специализированных предприятиях сельскохозяйственного или промышленного назначения, где он приобретает повышенный эффект [10]. Основное разрушающее воздействие на строительные материалы и конструкции оказывают микроскопические организмы, к которым относятся бактерии, грибы и актиномицеты. Характер их влияния весьма разнообразен: это может быть как непосредственное физическое или биологическое разрушение, так и разрушение, спровоцированное продуктами жизнедеятельности этих организмов.

По результатам проводимых исследований свойств материалов было подтверждено образование пигментных пятен, обесцвечивание лакокрасочных покрытий, снижение прочностных показателей и разрушение бетонных и кирпичных изделий, растворение стекла, разбухание шпаклевок и отслаивание штукатурных покрытий, подвергнутых воздействию микроорганизмов [10–12]. Особенно внимательно следует учитывать негативное биологическое и химическое воздействие продуктов жизнедеятельности плесневых грибов. Именно последствия выделения спор этих микроскопических организмов чаще всего являются причиной развития различных микозов: пищевые отравления, аллергия, астма, пневмония, и др. Особенно пагубно это воздействие на детей.

Для защиты строительных объектов, материалов и изделий от воздействия плесневых грибов в строительстве используются фунгицидные добавки, которые вводят в состав материала на стадии изготовления или наносят на поверхность [13]. Но зачастую, к сожалению, их применение приводит к ухудшению физико-механических свойств цемента, поэтому проблема разработок

Строительные материалы и изделия

эффективных фунгицидов остается на сегодняшний день весьма актуальной.

Испытания на грибостойкость для составов на магниезальном вяжущем с различными наполнителями, выполняются согласно ГОСТ 9.049-91. Обычно для испытаний применяют следующие виды грибов: *Trichoderma viride* Pens, ex Fr, *Penicillium chrysogenum* Thorn, *Chaetomium globosum* Kunze, *Aspergillus niger* van Tieghem, *Aspergillus terreus* Thorn, *Paecilomyces varioti* Bainier, *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium funiculosum* Thorn, *Penicillium cyclopium* Westl. Для того чтобы считать материал прошедшим испытание, на его поверхности могут быть обнаружены грибы, интенсивность развития которых не превышает 3 балла. Грибостойкость материала обозначают индексом ПГ (плесневые грибы) с трехзначным числовым значением в правом нижнем углу, где последовательно фиксируют баллы, полученные при испытаниях методами 1–3 [14].

С целью определения грибостойкости магниезальных композитов с наполнителями и добавками различной природы были проведены исследования составов, приведенных в табл. 2. В качестве наполнителей использовались вещества, способные повлиять на грибостойкость полученного материала. Количество наполнителя принималось из условия получения равноподвижных композиций. При изготовлении составов сначала перемешивалось магниезальное вяжущее ПМК-75 с затворителем (водный раствор хлорида натрия (бишофит)

плотностью 1,24 г/см³, из соотношения 1:1 по массе, затем в получившуюся смесь добавляли наполнитель. Соотношение вяжущее/затворитель, а также плотность затворителя были подобраны опытным путем и соответствуют наилучшим прочностным характеристикам получаемого цементного камня. Испытания проводились сериями по 3 образца каждого состава в серии. В качестве конечного результата брался усредненный показатель для каждого состава.

Оценка грибостойкости материала по степени развития плесневых грибов была проведена по всем трем методам в соответствии с ГОСТ 9-049-91 и ИСО 846 на основании приведенной табл. 1.

При проведении данного исследования использовалась суспензия спор грибов с концентрацией 1 000 000 клеток в 1 мл. Зараженные смешанной суспензией грибов образцы помещались в условия повышенной влажности (свыше 80 %) и содержались при температуре 28 °С. Полученные результаты сведены в табл. 2.

Из анализа полученных данных, видно, что вид и состав наполнителя не оказывает существенного влияния на грибостойкость составов на магниезальном связующем. На основании этого можно сделать вывод о фунгицидном эффекте затворителя на конечные изделия из этого материала. А это, в свою очередь, является существенным преимуществом по сравнению с традиционно применяемыми гипсовыми и портландцементными вяжущими.

Таблица 1

Оценка грибостойкости материала по степени развития плесневых грибов [14]

Метод	Степень развития плесневых грибов		Оценка материала
	ГОСТ 9.049	ИСО 846	
1	0	–	Материал не является питательной средой (нейтрален или фунгистатичен). Материал содержит питательные вещества, которые обеспечивают незначительное развитие грибов. Материал содержит достаточное количество питательных веществ, благоприятствующих развитию грибов
	1, 2		
	3, 4, 5		
2	0	0	Материал не является питательной средой для грибов и грибоустойчив при наличии минеральных загрязнений. Материал содержит питательные вещества или загрязнен в такой степени, что это способствует лишь незначительному развитию грибов. Материал не обладает сопротивлением к поражению плесневыми грибами и содержит питательные вещества, способствующие развитию грибов при наличии минеральных загрязнений
	1, 2, 3	1	
	4, 5	2, 3	
3	0	0	Сильный фунгистатический эффект. Сильное влияние фунгицидного эффекта из-за диффундирования вещества в питательную среду
	0	0	
	(образец + зона ингибирования, мм)		Слабая фунгицидность. Фунгицидный эффект отсутствует
	1	1	
2-5	2-5		

Таблица 2

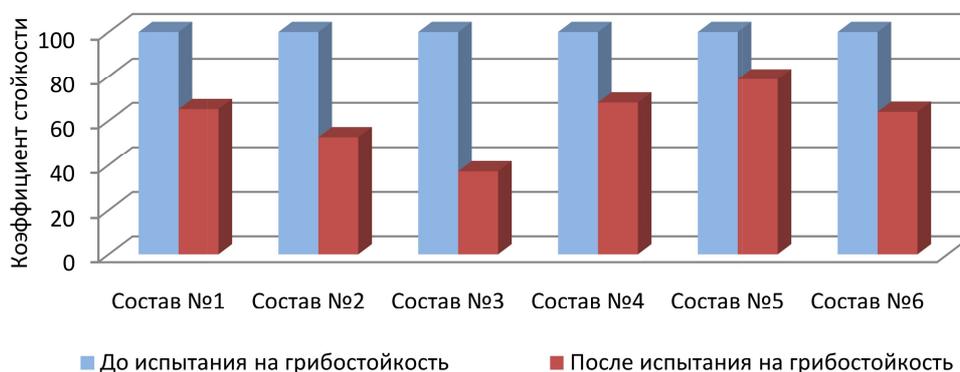
Грибостойкость композитов в зависимости от вида наполнителя
и количества наполнителя (на 100 мас. ч. магнезимального раствора)

№ состава	Вид наполнителя	Кол-во наполнителя, мас. ч.	Характеристика по ГОСТ
1	Без наполнителя	0	ПГ 001
2	Медный купорос	3	ПГ 001
3	Суперпластификатор	1	ПГ 001
4	Сульфат магния	2	ПГ 001
5	Пиритные огарки	20	ПГ 001
6	Суперфосфат	5	ПГ 001

Таблица 3

Результаты испытаний образцов на наполнителях неорганической природы до и после заражения грибами

№ состава	Контрольные образцы		После заражения грибами	
	Прочность, МПа		Прочность, МПа	
	на изгиб	на сжатие	на изгиб	на сжатие
1	6,9	41,4	0,09	27,00
2	6,41	38,6	0,04	20,31
3	5,55	32,3	0,04	12
4	6,1	33,0	0,07	22,5
5	5,9	35,05	0,05	27,6
6	6,4	38,49	0,04	24,66



Кoeffициент стойкости при одноосном сжатии магнезимальных композитов

Однако следует заметить, что имеет место изменение физико-механических показателей при проведении данного эксперимента. Результаты испытаний (табл. 3) свидетельствуют о снижении прочности у всех составов при воздействии микроорганизмов (см. рисунок).

Скорее всего, это возникает по причине низкой влагостойкости магнезимального цемента. Для образцов контрольной группы коэффициент водостойкости составил 45 %. А так как для развития грибов основным фактором помимо питательной среды является повышенная влажность помещения (свыше 80 %), именно это послужило негативным фактором, который привёл к снижению прочностных характеристик.

На основании этого следует сделать вывод, что сами по себе строительные материалы с раз-

личными наполнителями на основе каустического магнезита обладают достаточной фунгицидностью в виду присутствия кислых солей в их составе в качестве затворителя, однако при их использовании следует учитывать причины развития плесневых грибов и косвенные негативные последствия их жизнедеятельности и для объектов, находящихся в зоне риска, рекомендуется использование гидрофильных составов.

Литература

1. Чумак, В.Г. Новинка, которой более 100 лет / В.Г. Чумак. Строительные материалы. – 2003. – № 9. – С. 10–11.
2. Брундасов, В.М. Получение качественного магнезимального вяжущего с использованием каустической окиси магния, полученной из природного бру-

сита / В.М. Брундасов // Успехи в химии и химической технологии. 2005. – Т. 19. – № 8. – С. 44–46.

3. Косяков, С.А. Облицовочные материалы на магнезиальном вяжущем / С.А. Косяков // Проблемы качества в строительстве. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2003. – С. 86–87.

4. Averina, G.F. Unified assessment technique for magnesium production waste to be applied in construction / G.F. Averina, T.N. Chernykh, L.Y. Kramar, B.Y. Trofimov // 3rd International Young Researchers Conference on Youth, Science, Solutions: Ideas and Prospects. – Tomsk: American Institute of Physics Inc., 2016.

5. Мирюк, О.А. Магнезиальные композиции оксихлоридного твердения / О.А. Мирюк // Цемент и его применение. – 2003. – № 4. – С. 38–40.

6. Марчик, Е.В. Получение из доломита магнезиального цемента и пенобетона на его основе: дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 2010. – 121 с.

7. Зырянова, В.Н. Водостойкие композиционные магнезиальные вяжущие вещества на основе природного и техногенного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11 / В.Н. Зырянова. – Томск, 2010. – 320 с.

8. Лыткина, Е.В. Костролитовые и ксилолитовые строительные материалы на основе магнезиальных вяжущих веществ с минеральными добавками: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05,

05.17.11 / Е.В. Лыткина. – Новосибирск, 2011. – 191 с.

9. Сутула, И.Г. Смешанные магнезиальные вяжущие из низкообжигового брусита и материалы на их основе: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11 / И.Г. Сутула. – Барнаул, 2008. – 138 с.

10. Морозов, Е.А. Биологическое разрушение и повышение биостойкости строительных материалов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Е.А. Морозов. – Саранск, 2000. – 172 с.

11. Уряшева, Н.Н. Взаимодействие микроорганизмов с каменными строительными материалами / Н.Н. Уряшева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – № 3. – С. 65–71.

12. Карамова, Н.С. Методы исследования и оценки биоповреждений, вызываемых микроорганизмами / Н.С. Карамова, Г.В. Надеева, Т.В. Багаева. – Казань: Казанский университет, 2014.

13. Шаповалов, И.В. Биоповреждение строительных материалов плесневыми грибами: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 05.23.05 / И.В. Шаповалов. – Белгород, 2003. – 155 с.

14. ГОСТ 9.049-91. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – М.: Изд-во стандартов, 1994.

Хремкин Андрей Сергеевич, аспирант кафедры зданий, сооружений и автомобильных дорог, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва (Саранск), hremkinandrei@rambler.ru

Кабанов Олег Владимирович, аспирант кафедры электроники и электротехники, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва (Саранск), jhostmc@mail.ru

Яушева Любовь Степановна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов и технологий, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва (Саранск), l.yausheva@yandex.ru

Поступила в редакцию 25 апреля 2018 г.

DOI: 10.14529/build180306

RESISTANCE OF CAUSTIC MAGNESITE BASED MATERIALS TO INFLUENCE OF MOLD FUNGI

A.S. Khremkin, hremkinandrei@rambler.ru

O.V. Kabanov, jhostmc@mail.ru

L.S. Yausheva, l.yausheva@yandex.ru

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

This article raises the problem of resistance of construction materials to the effects of biologically aggressive environments. In particular, the resistance of products made of caustic magnesite to negative impact of mold fungi, their habitat and metabolic by-products. Methods and research data are given on magnesia cement based compositions with a mixer of aqueous solution of bischofite with fillers of various nature in an environment favorable for the development of mold fungi.

Keywords: magnesia cement, caustic magnesite, resistance to fungi, biostability, strength.

References

1. Chumak V.G. [A Novelty that is More than 100 Years Old]. Moscow, Building materials Publ., 2003, no. 9, pp. 10–11 (in Russ.).
2. Brundasov V.M. [Obtaining High-Quality Magnesia Binder Using Caustic Magnesium Oxide Obtained from Natural Brucite]. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Successes in Chemistry and Chemical Technology], 2005, vol. 19, no. 8, pp. 44–46 (in Russ.).
3. Kosyakov S.A. [Facing Materials on Magnesia Binder]. *Problemy kachestva v stroitel'stve* [Problems of Quality in Construction]. Novosibirsk, SGUPS Publ., 2003, pp. 86–87 (in Russ.).
4. Averina G.F., Chernykh T.N., Kramar L.Y., Trofimov B.Y. [Unified assessment Technique for Magnesium Production Waste to Be Applied in Construction]. [3rd International Young Researchers Conference on Youth, Science, Solutions: Ideas and Prospects]. Tomsk, American Institute of Physics Inc. Publ., 2016.
5. Miryuk O.A. [Magnesian Compositions Oxychloride Hardening]. *Tsement i ego primeneniye* [Cement and its Application], 2003, no. 4, pp. 38–40.
6. Marchik E.V. *Polucheniye iz dolomita magnezial'nogo tsementa i penobetona na ego osnove*. Diss... kand. tekhn. nauk [Preparation of Magnesia Cement and Foam Concrete from Dolomite on its Basis. Cand. sci. diss.]. Minsk, 2010. 121 p.
7. Zyryanova V.N. *Vodostoykiye kompozitsionnyye magnezial'nyye vyazhushchiye veshchestva na osnove prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya*. Diss... dokt. tekhn. nauk [Water-Resistant Composite Magnesia Binders Based on Natural and Man-Made Raw Materials. Doct. sci. diss.]. Tomsk, 2010. 320 p.
8. Lytkina E.V. *Kontrolitovyye i ksilolitovyye stroitel'nyye materialy na osnove magnezial'nykh vyazhushchikh veshchestv s mineral'nymi dobavkami*. Diss. ... kand. tekhn. nauk. [Kontroliruya and Xylolite Covers Building Materials on the Basis of Magnesia Binders with Mineral Additives. Cand. sci. diss.]. Novosibirsk, 2011. 191 p.
9. Sutula I.G. *Smeshannyye magnezial'nyye vyazhushchiye iz nizkoobzhigovogo brusita i materialy na ikh osnove*. Diss... kand. tekhn. nauk. [Mixed Magnesia Binders from Nezaobilaznog Brucite and Materials on their Basis. Cand. sci. diss.]. Barnaul, 2008. 138 p.
10. Morozov E.A. *Biologicheskoye razrusheniye i povysheniye biostoykosti stroitel'nykh materialov*. Diss... kand. tekhn. nauk. [Biological destruction and increase the biological stability of building materials. Cand. sci. diss.]. Saransk, 2000. 172 s.
11. Uryasheva N.N. [The interaction of microorganisms with stone construction materials]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction and Architecture*, 2017, no. 3, pp. 65–71 (in Russ.).
12. Karamova N.S., Nadeyeva G.V., Bagayeva T.V. *Metody issledovaniya i otsenki biopovrezhdeniy, vyzyvayemykh mikroorganizmami* [Methods of Research and Evaluation of Biodeterioration Caused by Microorganisms]. Kazan, Kazanskiy universitet Publ., 2014. 36 p.
13. Shapovalov I.V. *Biopovrezhdeniye stroitel'nykh materialov plesnevymi gribami*. Diss. ... kand. tekhn. nauk. [Bio-deterioration of construction materials by fungi. Cand. sci. diss.]. Belgorod, 2003. 155 p.
14. GOST 9.049-91 *Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya (ESZKS). Materialy polimernyye i ikh komponenty. Metody laboratornykh ispytaniy na stoykost' k vozdeystviyu plesnevyykh gribov* [Uniform System of Protection against Corrosion and Aging (ESZKS). Polymeric Materials and Their Components. Methods of Laboratory Tests for Resistance to Mold Fungi]. Moscow, Standartinform Publ., 1994.

Received 25 April 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Хремкин, А.С. Устойчивость материалов на каустическом магнезите к воздействию плесневых грибов / А.С. Хремкин, О.В. Кабанов, Л.С. Яушева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 41–45. DOI: 10.14529/build180306

FOR CITATION

Khremkin A.S., Kabanov O.V., Yausheva L.S. Resistance of Caustic Magnesite Based Materials to Influence of Mold Fungi. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2018, vol. 18, no. 3, pp. 41–45. (in Russ.). DOI: 10.14529/build180306