

DOI: 10.34031/article_5cb1e65debc933.57283217

^{1,2}*Пугин К.Г.¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29²Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова

Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

*E-mail: 123zzz@rambler.ru

СТРОИТЕЛЬНАЯ СМЕСЬ С БАКТЕРИЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Аннотация. Строительные технологии позволяют получать новые материалы, обладающие повышенными потребительскими свойствами. Одним из таких свойств является способность создавать условия, препятствующие развитию бактериальной микрофлоры на строительных конструкциях. В статье представлены распространенные методы защиты строительных материалов и конструкций от воздействия бактериальных культур. Предложено для формирования бактерицидного свойства у строительной смеси использовать шлак, образующийся при производстве ферросплавов. Представлены результаты исследования по определению бактериальных и основных физико-механических свойств предлагаемой строительной смеси. В качестве исходной смеси была использована «Штукатурка Ротгипс» выпускаемая без бактерицидных свойств. Оценка бактериальных свойств предлагаемого состава строительной смеси была проведена в соотношениях 1:1 и 5:1 (штукатурка/шлак). Исследования показали, что смесь не стимулирует рост и размножение бактериальной микрофлоры. Получена новая строительная смесь, с выраженным бактерицидным свойством. Исследования трещиностойкости и физико-механических свойств получаемой смеси разного состава показали, что соотношение штукатурки и шлака 5:1 позволяет достичь основных потребительских показателей. Прочность образцов разработанной строительной смеси при испытании на сжатие была не менее 2 МПа. Трещиностойкость была оценена по методике, разработанной в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете.

Ключевые слова: штукатурка, строительные материалы, бактерицид, шлак.

Введение. Качество и долговечность современных зданий и сооружений определяется не только прочностью используемых материалов, а также и интенсивностью воздействия внешних неблагоприятных факторов. Одним из таких факторов является воздействие, оказываемое бактериальными культурами поселяющиеся на поверхности строительной конструкции или внутри строительного материала. Негативное воздействие при этом может быть оказано не только на конструкцию, а также и на человека, находящегося внутри такого помещения. Бактериальные культуры, а также грибы при благоприятных условиях среды имеют возможность активно развиваться внутри и снаружи строительных конструкций. Положительная температура в интервале 10–25 градусов, повышенная влажность и отсутствие вентиляции позволяют этим культурам долгосрочно размещаться на поверхности многих строительных материалах, таких как растворы и бетоны на основе цемента, композиционные материалы, древесина, а также природный камень. Негативному воздействию бактериальных культур подвергаются не только поверхностные слои материалов, а также строительные элементы зданий и сооружений в целом, такие как, фундаменты, несущие стены, междуэтажные перекрытия и др. [1].

Бактериальные поражения могут появляться как в старых, так и в новых строительных сооружениях. Одними из распространенных видов бактерий организующие колонии на строительных растворах являются спорообразующая – *Bacillus subtilis* и неспорообразующая – *Pseudomonas fluorescens*. Для изделий из бетона, природного камня, мрамора наиболее опасными являются мицелиальные грибы и дрожжи *Aspergillus*, *Penicillium* так же, бактерии: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, нитрифицирующие, тионовые, цианобактерии. Микроорганизмы постоянно видоизменяются и в настоящее время изучено более 100 тыс. разновидностей бактериальных культур, однако предполагают, что их в несколько раз больше, около 250 тыс. видов [1–5].

Проведенные разными авторами исследования показывают, что микроорганизмы во время своей жизнедеятельности образуют продукты обмена веществ, которые могут создавать повышенную коррозионную активность среды. Доказано, что ряд бактериальных культур образуют кислоты, щелочи, и др. [6–8].

Ряд авторов указывают, что микроорганизмы могут оказывать и физическое воздействие на элементы строительных конструкций. Сообщества микроорганизмов, поселившись в тре-

щинах строительных конструкций, приобретая со временем большую биомассу, дополнительно могут оказывать и расклинивающее воздействие. Это способствует отслаиванию и шелушению отделочных материалов, а также механическому повреждению конструкций.

В этой связи вопросы по защите строительных конструкций и материалов от негативного воздействия бактериальной микрофлоры являются актуальными.

В настоящее время существует несколько методов борьбы с микроорганизмами, поселяющимися на поверхности строительных конструкций, которые по воздействию условно можно разделить на три группы: биологические, физические и химические методы.

Методы биологические предполагают антагонизм (создание среды, подавляющей рост микроорганизмов другими микроорганизмами) или конкуренцию микроорганизмов.

К основным физическим методам можно отнести: применение различных излучений, к примеру, ультрафиолетового, ультразвукового, лазерного и др. Особенностью методики является кратковременность воздействия на поверхность строительных конструкций и необходимость периодического повторения. [9, 10].

Химические методы основаны на создании среды на поверхности строительной конструкции или в самом строительном материале, которая угнетает жизненные способности микроорганизмов или создает среду не пригодной для их проживания. Такое воздействие обеспечивается за счет использования химических соединений. По своему воздействию на микроорганизмы они подразделяются на биоциды и биостатики [11–13]. Для химического метода используют большое количество химических соединений, в том числе неорганические соединения металлов; органические соединения на основе хлора, фенола, органических кислот; комплексные соединения различных металлов; гидроксид кальция (известь).

Химический метод защиты строительных конструкций от биоповреждений является наиболее предпочтительным так как обеспечивает длительное время защитного действия, возможность распределение по всей поверхности конструкции и материала, стоимость, технологичность (возможность применения для большинства строительных материалов) [14, 15].

Недостатками таких бактерицидных материалов являются: высокая стоимость, разложение под действием внешних факторов и взаимодействия с компонентами строительного материала, с образованием загрязняющих и опасных соединений способных мигрировать в окружа-

ющую среду. Большинство используемых компонентов, входящих в состав биоцидов применяемых в строительстве являются токсичными соединениями со сложной технологией их получения. В этой связи поиск альтернативных материалов способных создавать условия подавления развития бактериальной микрофлоры, устойчивых к воздействию окружающей среды и имеющих низкую стоимость является актуальным. Особенно это относится к штукатурным смесям, которые используются внутри помещения. Они должны обладать бактерицидными свойствами, но при этом не формировать опасный для человека микроклимат.

Проведенные аналитические исследования химических средств защиты позволили установить, что вместо товарных бактерицидов, возможно, использовать мелкодисперсные промышленные отходы, содержащие в своем составе такие активные элементы как оксид кальция, который при реакции с водой обладает бактерицидными свойствами. Разработкой технологий по использованию отходов различных производств в качестве сырья для получения строительных материалов в настоящее время ведется многими исследователями. Научные публикации в ведущих изданиях показывают, что при этом достигается не только экономическая выгода, а также достигаются экологические эффекты в виде утилизации отходов промышленного производства и снижения негативной техногенной нагрузки на объекты окружающей среды. Технологическое развитие промышленных производств в настоящее время достигло такого уровня, что техногенные отходы воспринимаются как качественное сырье, на основе которого можно получать строительные материалы, удовлетворяющие нормативным требованиям [16–18].

Методы и материалы. В качестве объекта исследования был выбран шлак, образующегося при производстве феррованадия на одном из металлургических предприятий расположенным на территории Пермского края. Конечный шлак, образующийся при производстве феррованадия алюмоносилкотермическим способом, представляет собой мелкодисперсный порошок с общим содержанием оксидов кальция и магния более 60 %. Магний и марганец наравне с оксидом кальция так же формируют среду угнетающую развитие микроорганизмов. Химический состав шлака представлен в основной своей части оксидами кальция до 53 %, кремния до 32 %, магния до 9 %, алюминия до 5%. В состав входят так же оксиды ванадия, фосфор и сера в различных соединениях общим составом до 0,3 % [19].

Эколого-токсикологическая экспертиза свойств шлака, проведенная в лаборатории, показала, что шлак относится к четвертому классу опасности для окружающей среды и обладает характеристиками, позволяющими рассматривать шлак в качестве сырья для производства строительных материалов [19, 20].

В качестве исследуемых образцов использовались образцы, полученные из строительной смеси «Штукатурка Ротгипс», выпускаемой по ТУ 5745-003-48420415-2015, и шлака в соотношении 1:1 и 5:1 по массе. Перед приготовлением исследуемых образцов из шлака была удалена фракция крупнее 0,5 мм. Смешивание штукатурки и шлака произведено в гравитационном смесителе. Исследования физико-механических свойств получаемой смеси проводили согласно ГОСТ 31377-2008. Для подтверждения бактерицидных свойств исследуемых образцов штукатурного раствора с добавлением шлака была использована методика, представленная в МУ 2.1.674-97.

Основная часть.

Для оценки бактериальных свойств образцов строительной смеси, в составе которой был использован шлак производства феррованадия, были использованы по 12 образцов штукатурки

с содержанием шлака 1:1, 5:1. Согласно МУ 2.1.674-97 была подготовлена бактериальная взвесь *Escherichia coli*. Подготовили несколько десятикратных разведений от 1:10 до 1:10000 и произвели посев в чашках Петри со средой Эндо. Выдержку образцов проводили, согласно методики в течении 24 часов при температуре 37 °С.

В ходе проведения эксперимента было установлено, что образцы строительной смеси, в составе которой был использован шлак производства феррованадия, подавляют размножение и рост микрофлоры. Согласно методики материал признается бактерицидным, если на его поверхности не обнаруживается кишечная палочка после посева.

Для изучения физико-механических свойств предлагаемой штукатурной смеси были подготовлены два состава. Состав 1 содержал пять весовых частей исходной штукатурной смеси и одну часть шлака. Состав 2 содержал пять весовых частей исходной штукатурной смеси и пять частей шлака. Полученные значения показателей основных физико-механических свойств гипсовой штукатурки с наполнителем из шлака представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства гипсовой штукатурки с добавлением шлака

Параметр	Ед. измерения	Состав 1	Состав 2
Содержание зерен 1,250 мм	% масс.	0,5	0,35
Содержание зерен 0,200 мм	% масс.	9,7	7,3
Содержание зерен 0,125 мм	% масс.	11,8	12,7
Влажность сухой смеси	% масс.	0,2	0,2
Время начала схватывания	мин	105,0	80,0
Прочность при сжатии	МПа	2,0	1,6

Проведенные исследования физико-механических свойств получаемой штукатурной смеси разного состава показали, что соотношение исходной штукатурной смеси и шлака пять к одному позволяют достичь основных показателей согласно ГОСТ 31377-2008. При большем содержании шлака в составе штукатурной смеси ее прочность снижается меньше требований ГОСТ. В этой связи рекомендовано использовать шлак в качестве бактерицидной добавки в гипсовую штукатурную смесь не более 18 % по массе. При таком использовании шлака обеспечиваются прочностные и бактерицидные свойства штукатурной смеси.

Трещиностойкость полученной смеси была оценена по методике, разработанной в Национальном исследовательском *Московском госу-*

дарственном строительном университете. Сущность метода состоит в визуальном контроле трещинообразования гипсовой штукатурки, нанесенной толщиной 5 мм и 10 мм на негрунтованный газосиликатный блок, через 24 часа после ее твердения.

Для оценки трещиностойкости приготовленный раствор (состав 1) был нанесен на сухой и очищенный от пыли газосиликатный блок двумя равными полосами шириной и длиной 150 мм и толщиной 5 мм и 10 мм. После выдержки 24 часа была произведена визуальную оценку поверхности образцов рисунок 1. Исследуемая смесь набрала 3 балла, что согласно методике соответствует средней стойкости к образованию трещин.

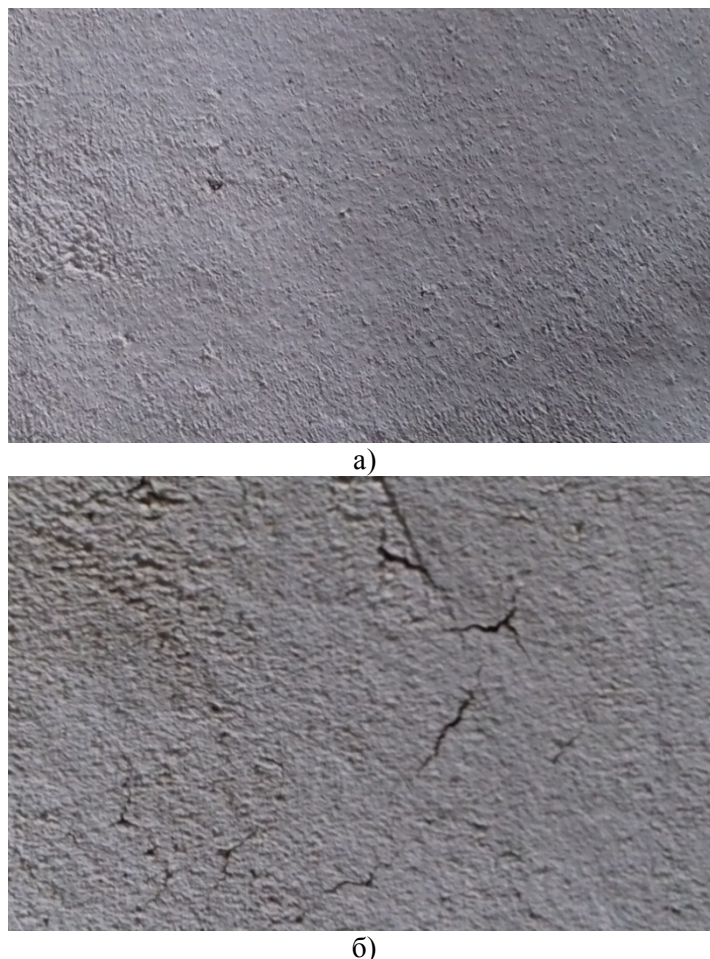


Рис. 1. Оценка трещиностойкости гипсовой штукатурки с наполнителем из шлака производства феррованадия (5:1). а) толщина слоя 5 мм, б) толщина слоя 10 мм

В настоящее время шлак не находит крупнотоннажного использования и складывается в шлакоотвал. Накоплено примерно более 1,8 млн. тонн. Такой объем шлака позволяет его рассматривать как полноценное техногенное сырье, с возможностью организации технологической линии по выпуску строительных материалов, имеющих бактерицидные свойства.

Выводы. Проведенные исследования бактерицидных свойств предложенной строительной смеси, в состав которой добавлен шлак, образующийся при производстве феррованадия в количестве 18 % показали, что предложенная смесь не стимулирует рост и размножение бактериальной микрофлоры. Исследования физико-механических свойств, полученных образцов штукатурной смеси, показали, что добавка шлака в пределах 18 % по массе позволяет достичь нормативных показателей предъявляемые к штукатурным смесям. Шлак можно рекомендовать в качестве материала, формирующего у строительных смесей бактерицидное свойство. Разработанная технология обладает высокой рентабельностью и низкими экономическими затратами. Дополнительно необходимо отметить, что использование отходов производства

феррованадия позволяет снизить техногенную нагрузку на объекты окружающей среды и вовлечь в ресурсный цикл производства строительных материалов ресурсный потенциал отходов металлургического производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матозимов Б.С. Основные проблемы архитектурно-строительной физики в сейсмостойком строительстве // Вестник КГУСТА. 2012. № 3. С. 71–76.
2. Sanne Johansson, Lars Wadsö, Kenneth Sandin Estimation of mould growth levels on rendered façades based on surface relative humidity and surface temperature measurements // Building and Environment. 2010. Vol. 45, Iss. 5. Pp. 1153–1160.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.10.022>
3. Dales R.E., Miller D., White J. Testing the association between residential fungus and health using ergosterol measures and cough recordings // Mycopathologia. 1999. Vol. 147 P. 21–27.
4. Загинайлова М.Н. Экономический ущерб от биоповреждений строительных бетонов // Экономика. Общество. Человек Межвузовский сборник научных статей. 2015. С. 170–172.

5. Pekhtasheva E.I., Neverov A.N., Kubica S., Zaikov G. Material Biodamages Classification, Evaluation and Protection Methods // Journal of Characterization and Development of Novel Materials. Nova Science Publishers Inc. 2014. Vol. 6. No. 3. Pp. 147–170.
6. Zarzuela Rafael, Moreno-Garrido Ignacio, Blasco Julian, Gil M.L. Almoraima, Mosquera María J. Evaluation of the effectiveness of CuONPs/SiO₂-based treatments for building stones against the growth of phototrophic microorganisms // Construction and Building Materials. 2018. Vol. 187. Pp. 501–509.
7. Svirinovsky Asya, Perelshtein Ilana, Natan Michal, Banin Ehud, Gedanken Aharon. Imparting superhydrophobic and biocidal functionalities to a polymeric substrate by the sonochemical method // Ultrasonics Sonochemistry. 2018. Vol. 44. Pp. 398–403.
8. Clarke J.A., Johnstone C.M., Kelly N.J., McLean R.C. A technique for the prediction of the conditions leading to mould growth in buildings // Building and Environment. 1999. Vol. 34. Iss. 4. Pp. 515–521.
9. Wangler T.P., Zuleeg S., Vonbank R., Bester K., Burkhardt M. Laboratory scale studies of biocide leaching from façade coatings // Building and Environment. 2012. Vol. 54. Pp. 168–173 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.02.021>
10. Огарков Б.Н., Буковская Н.Е., Огаркова Г.Р., Самусенок Л.В. Экологические и микробиологические исследования биоповрежденных гражданских объектов и памятников архитектуры // Baikal Research Journal. 2010. № 4. С. 334–338.
11. Старцев С.А. Проблемы обследования строительных конструкций, имеющих признаки биоповреждения // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 7. С. 41–46.
12. Гусев Б.В., Ерофеев В.Т., Хуторской С.В., Петряков Д.Н. Исследования биологического сопротивления известковых композитов с помощью методов математического планирования эксперимента // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12. С. 41–44.
13. Пехташева Е.Л., Неверов А.Н., Заиков Г.Е., Шевцова С.А., Темникова Н.Е. Способы защиты материалов от биоповреждений // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 8. С. 167–172.
14. Erofeev V., Kalashnikov V., Karpushin S., Rodin A., Smirnov V., Smirnova O., Moroz M., Rimshin V., Tretiakov I., Matvievskiy A. Physical and mechanical properties of the cement stone based on biocidal Portland cement with active mineral additive // Solid State Phenomena. 2016. Vol. 871. Pp. 28–32.
15. Ерофеев В.Т., Калашников В.И., Смирнов В.Ф., Карпушин С.Н., Родин А.И., Красноглазов А.М., Челмакин А.Ю. Стойкость цементных композитов на биоцидном портландцементе с активной минеральной добавкой в условиях воздействия модельной среды бактерий // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 11–17.
16. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л., Толстой А.Д., Володченко А.А. Сродство структур как теоретическая основа проектирования композитов будущего // Строительные материалы. 2015. № 9. С. 18–22.
17. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Ковалева И.А. Композитные вяжущие для порошковых бетонов с промышленными отходами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 6–9.
18. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Новиков К.Ю. Высокопрочные бетоны на композиционных вяжущих с применением техногенного сырья // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. № 2. С. 174.
19. Пугин К.Г., Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Фукалова Н.И. Бактерицидный материал. Пат. 2538711 РФ. МПК А61L 2/16 А61К 35/00 С04В 2/02 С04В 5/00 С02F 1/00. /Оубл. 10.01.2015. Бюл. № 1. 5 с.
20. Пугин К.Г. Научные основы минимизации негативных воздействий на геосферу при использовании отходов производства в строительстве: дис. ... доктора техн. наук: 25.00.36. Пермь, 2016. 261 с.

Поступила в январе 2019 г.

© Пугин К.Г., 2019

Информация об авторах

Пугин Константин Георгиевич, доктор технических наук, профессор кафедры автомобиля и технологические машины. E-mail: 123zzz@rambler.ru. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; профессор кафедры технического сервиса и ремонта машин. Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23.

^{1,2}*Pugin K.G.¹Perm National Research Polytechnic University
Russia, 614990, Perm, Komsomolsky prospect, 29;²Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov
Russia, 614990, Perm, Petropavlovskaya, 23

*E-mail: 123zzz@rambler.ru

BUILDING MIXTURE WITH BACTERICIDAL PROPERTIES

Abstract. Building technologies allow obtaining new materials with enhanced consumer properties. The ability to create conditions that prevent the development of bacterial microflora on building structures is one of such properties. The article presents common methods of protecting building materials and structures from the effects of bacterial cultures. Slag of ferroalloys production is proposed for the formation of bactericidal properties of the building mixture. The results of the study to determine the bacterial and basic physico-mechanical properties of the proposed mortar are presented. The Plaster of Rotgips produced without bactericidal properties is used as the initial mixture. Evaluation of bacterial properties is carried out in ratios of 1: 1 and 5: 1 (plaster / slag). Studies show that the mixture does not stimulate growth and reproduction of bacterial microflora. A new mortar with a bactericidal property is obtained. Studies of crack resistance, physical and mechanical properties of the mixture with different composition present that the ratio of plaster and slag of 5: 1 allow achieving the main consumer indicators. The strength of the developed mortar during the compression test is not less than 2 MPa. The crack resistance is evaluated according to the method developed at the National Research Moscow State University of Civil Engineering.

Keywords: plaster, building materials, bactericide, slag.

REFERENCES

1. Matozimov B.S. The main problems of architectural and construction physics in earthquake-proof construction [Osnovnye problemy arhitekturno-stroitel'noj fiziki v sejsmostojkom stroitel'stve]. Vestnik KSUTA. 2012. No. 3. Pp. 71–76. (rus)
2. Sanne Johansson, Lars Wadsö, Kenneth Sandin Estimation of mould growth levels on rendered façades based on surface relative humidity and surface temperature measurements. Building and Environment. 2010. Vol. 45, Iss. 5. Pp. 1153–1160.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.10.022>
3. Dales R.E., Miller D., White J. Testing the association between residential fungus and health using ergosterol measures and cough recordings. Mycopathologia. 1999. Vol. 147. Pp. 21–27.
4. Zaginaylova M.N. Economic damage from biodeterioration of concrete concretes [Ekonomicheskij ushcherb ot biopovrezhdenij stroitel'nyh betonov]. Economy. Society. Man Interuniversity collection of scientific articles, 2015, pp. 170–172. (rus)
5. Pekhtasheva E.I., Neverov A.N., Kubica S., Zaikov G. Material Biodamages Classification, Evaluation and Protection Methods. Journal of Characterization and Development of Novel Materials, Nova Science Publishers Inc. 2014. Vol. 6. No. 3. Pp. 147–170.
6. Zarzuela Rafael, Moreno-Garrido Ignacio, Blasco Julian, Almoraima Gil M.L., Mosquera María J. Evaluation of the effectiveness of CuONPs/SiO₂-based treatments for building stones against the growth of phototrophic microorganisms. 2018. Vol. 187. Pp. 501–509
7. Svirinovsky Asya, Perelshtein Ilana, Natan Michal, Banin Ehud, Aharon Gedanken Imparting superhydrophobic and biocidal functionalities to a polymeric substrate by the sonochemical method. Ultrasonics Sonochemistry. 2018. Vol. 44. Pp. 398–403.
8. Clarke J.A., Johnstone C.M., Kelly N.J., McLean R.C. A technique for the prediction of the conditions leading to mould growth in buildings. Building and Environment. 1999. Vol. 34. Iss. 4. Pp. 515–521.
9. Wangler T.P., Zuleeg S., Vonbank R., Bester K., Burkhardt M. Laboratory scale studies of biocide leaching from façade coatings. Building and Environment. 2012. Vol. 54. Pp. 168–173
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.02.021>
10. Ogarkov B.N., Bukovskaya N.E., Ogarkova G.R., Samusenok L.V. Ecological and microbiological studies of biological damage to civilian objects and architectural monuments [Ekologicheskie i mikrobiologicheskie issledovaniya biopovrezhdenykh grazhdanskih ob"ektov i pamyatnikov arhitektury]. Baikal Research Journal. 2010. No. 4. Pp. 334–338. (rus)
11. Startsev S.A. Problems of inspection of building structures with signs of biodeterioration [Problemy obsledovaniya stroitel'nykh konstrukcij, imeyushchih priznaki biopovrezhdeniya]. Engineering and Construction Journal. 2010. No. 7. Pp. 41–46. (rus)

12. Gusev B.V., Erofeev V.T., Khutorskoy S.V., Petryakov D.N. Studies of biological resistance of lime composites using the methods of mathematical planning of an experiment [*Issledovaniya biologicheskogo soprotivleniya izvestkovykh kompozitov s pomoshch'yu metodov matematicheskogo planirovaniya eksperimenta*]. Industrial and Civil Engineering. 2014. No. 12. Pp. 41–44. (rus)
13. Pehtasheva EL, Neverov A.N., Zaikov G.E., Shevtsova S.A., Temnikova N.E. Ways to protect materials from bio-damage [*Sposoby zashchity materialov ot biopovrezhdenij*]. Bulletin of Kazan Technological University. 2012. Vol. 15. No. 8. Pp. 167–172. (rus)
14. Erofeev V., Kalashnikov V., Karpushin S., Rodin A., Smirnov V., Smirnova O., Moroz M., Rimshin V., Tretiakov I., Matvievskiy A. Physical and mechanical properties of the cement stone based on biocidal Portland cement with active mineral additive. Solid State Phenomena. 2016. Vol. 871. Pp. 28–32.
15. Erofeev V.T., Kalashnikov V.I., Smirnov V.F., Karpushin S.N., Rodin A.I., Krasnoglazov A.M., Chelmakin A.Yu. Resistance of cement composites on biocidal Portland cement with active mineral additive under the influence of the model environment of bacteria [*Stojkost' cementnykh kompozitov na biocidnom portlandcemente s aktivnoj mineral'noj dobavkoj v usloviyah vozdeystviya model'noj sredy bakterij*]. Industrial and Civil Engineering. 2016. No. 1. Pp. 11–17. (rus)
16. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Chulkova I.L., Tolstoy A.D., Volodchenko A.A. Affinity of structures as a theoretical basis for designing composites of the future [*Srodstvo struktur kak teoreticheskaya osnova proektirovaniya kompozitov budushchego*]. Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]. 2015. No. 9. Pp. 18–22. (rus)
17. Tolstoy A.D., Lesovik V.S., Kovaleva I.A. Composite binders for powder concretes with industrial waste [*Kompozitnye vyazhushchie dlya poroshkovykh betonov s promyshlennymi othodami*]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. No. 1. Pp. 6–9. (rus)
18. Tolstoy A.D., Lesovik V.S., Novikov K.Yu. High-strength concretes on composite binders using technogenic raw materials [*Vysokoprochnye betony na kompozicionnykh vyazhushchih s primeneniem tekhnogennogo syr'ya*]. Izvestiya Vuzov. Investments. Building. The property. 2017. No. 2. Pp. 174. (rus)
19. Pugin K.G, Vaisman Ya.I., Rudakova L.V., Fukalova N.I. Bactericidal material. Patent RF no. 2538711. (rus).
20. Pugin K.G. Scientific basis for minimizing the negative impacts on the geosphere when using industrial waste in construction [*Nauchnye osnovy minimizacii negativnykh vozdeystvij na geosferu pri ispol'zovanii othodov proizvodstva v stroitel'stve*]: dis. ... doctor tech. Sciences: 25.00.36. Perm, 2016. 261 p. (rus)

Information about the authors

Pugin, Konstantin G. DSc, Professor. E-mail: 123zzz@rambler.ru. Perm National Research Polytechnic University. Russia, 614990, Perm, Komsomolsky prospect, 29. Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov. Russia, 614990, Perm, Petropavlovskaya, 23.

Received in January 2019

Для цитирования:

Пугин К.Г. Строительная смесь с бактерицидными свойствами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №4. С. 40–46. DOI: 10.34031/article_5cb1e65debc933.57283217

For citation:

Pugin K.G. Building mixture with bactericidal properties. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 4. Pp. 40–46. DOI: 10.34031/article_5cb1e65debc933.57283217