

Т.Ф. ЕЛЬЧИЩЕВА², В.Т. ЕРОФЕЕВ¹, П.В. МОНАСТЫРЕВ², Е.Н. АБРАМОВА¹,
В.В. АФОНИН¹, И.В. ЕРОФЕЕВА³, А.Ф. АТМАНЗИН¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,

²ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

³ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия

БИОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. Проведено исследование воздействия модельной биологической среды продуктов метаболизма мицелиальных грибов на биостойкость цементных композитов из сухих строительных смесей промышленного производства для наружных и внутренних работ. Установлена низкая сопротивляемость образцов без дополнительной биозащиты воздействию биологической среды. Актуальна разработка цементных композитов с биоцидными добавками для обеспечения стойкости к биологически и химически агрессивной среде без снижения прочностных свойств. Определена степень обрастаемости образцов из различных видов сухих строительных смесей в модельной среде продуктов метаболизма мицелиальных грибов. Исследовано восемь композитов различного состава при воздействии 13 видов модельной среды. Установлена стойкость образцов при концентрации компонентов среды от 0 до 5% по массе. Плиточный клей «UNIS 2000», плиточный клей «Старатели», шпатлевка «Старатели», штукатурка фасадная «KNAUF» обладают грибостойкими свойствами. Шпатлевка «СТ29 Ceresit», гидроизоляция «ВодоStopGlims», штукатурка «IvsilGross» и наливной пол «Магма» являются негрибостойкими. Выявлены наиболее неблагоприятные для образцов концентрации продуктов метаболизма мицелиальных грибов. Выявлена эффективность применения биоцидных добавок на полимерной основе серии «Текфлекс» (ООО «СофтПРОТЕКТОР», Россия) на сопротивляемость цементных композитов биоразрушению. Наибольшую эффективность показали добавки «АнтиСоль смывка», «Для металла» и «Универсальный», их применение обеспечивает грибостойкость и фунгицидность строительных материалов.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, биостойкость, биоцидные добавки, фунгицидность, грибостойкость, прочностные свойства.

T.F. ELCHISHCHEVA², V.T. EROFEEV¹, P.V. MONASTYREV², E.N. ABRAMOVA¹,
V.V. AFONIN¹, I.V. EROFEEVA³, A.F. ATMANZIN¹

¹National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

²Tambov State Technical University, Tambov, Russia

³Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

BIOSTABILITY OF CEMENT COMPOSITES FROM DRY BUILDING MIXTURES

Abstract. A study was made of the influence of a model biological environment of the products of the metabolism of filamentous fungi on the biostability of cement composites from industrial dry building mixes for outdoor and indoor work. The low resistance of samples without additional bioprotection to the influence of the biological environment was established. Relevant is the development of cement composites with biocidal additives to ensure resistance to biologically and chemically aggressive environments without reducing the strength properties. The degree of fouling of samples from various types of dry building mixtures in a model environment of metabolic products of filamentous fungi was determined. Eight composites of different composition were studied under the

influence of 13 types of model medium. The stability of the samples was established at a concentration of medium components from 0 to 5% by weight. Tile adhesive "UNIS 2000", tile adhesive "Prospectors", putty "Prospectors", facade plaster "KNAUF" have fungus-resistant properties. Putty "CT29 Ceresit". Waterproofing "VodoStopGlims", plaster "IvsilGross" and self-leveling floor "Magma" are non-mushroom resistant. The most unfavorable concentrations of filamentous fungi metabolism products for the samples were revealed. The effectiveness of the use of polymer-based biocidal additives of the Teflex series (OOO SoftPROTECTOR, Russia) on the resistance of cement composites to biodegradation was revealed. The additives "Anti-Salt Wash", "For Metal" and "Universal" showed the greatest efficiency, their use provides fungi resistance and fungicidal properties of building materials.

Keywords: dry building mixtures, biostability, biocidal additives, fungicide, fungal resistance, strength properties.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботка Е.Н. Рынок сухих строительных смесей России // Цемент и его применение. 2021. № 2. С. 32-33.
2. Рынок сухих строительных смесей в России: исследование и прогноз до 2025 г. Вып.: апрель, 2021 г. [Электронный ресурс]. <https://roif-expert.ru/stroitelstvo/stroitel-nye-smesi/rynok-suhih-stroitel-nyh-smesej/rynok-suhih-stroitel-nyh-smesej-v-rossii-issledovanie-i-prognoz.html> (дата обращения: 22.12.2022).
3. Perevozchikova S.V., Belov V.V. Dry Mix Mortar for Restoration of Buildings // Smart Composite in Construction. 2021. Vol. 2. No. 1. Pp. 14-18. doi:10.52957/27821919_2021_1_14
4. Остроух А.В., Вэй П.А., Суркова Н.Е. Анализ современного состояния автоматизации процесса производства сухих строительных смесей // Механизация строительства. 2014. № 7 (841). С. 59-63.
5. Бабешко А.В., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х. Теплоизоляционные сухие строительные смеси на основе композиционного вяжущего // Университетская наука. 2021. № 2 (12). С. 13-15.
6. Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Петропавловский К.С. и др. Сухие строительные смеси для отделочных изделий и производства внутренних работ // Строительство и реконструкция. 2020. № 5 (91). С. 106-115. doi:10.33979/2073-7416-2020-91-5-106-115
7. Еферица Т.В., Хиллов К.В. Рынок сухих строительных смесей: специфика продвижения // Строительные материалы – Бизнес. 2005. № 8. С. 10-11.
8. Медведева И.Н., Зозуля П.В., Корнеев В.И. Технология сухих строительных смесей. М.: Лань, 2019. 372 с.
9. Barabanshchikov Yu., Gorodilova A., Popova E. Sulphate resistance of waterproofing compounds based on cement containing dry construction mixtures // Alfa Build. 2018. No. 4 (6). Pp. 65-70. doi:10.34910/ALF.6.6
10. Кузьмина В.П. Особенности применения сухих строительных смесей при проведении отделочных работ в различных климатических условиях. Часть 2 // Сухие строительные смеси. 2018. № 6. С. 30-36.
11. Abramov R., Sokolov M., Surilov M. et al. Dry Mixes for Self-Leveling Floors Based on Composite Binder // Key Engineering Materials. 2019. No. 802. Pp. 101-112. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.802.101
12. Rudenko I., Runova R., Omelchuk V. et al. Features of macromolecular compounds in dry mixes based on alkaline cement // Conference: 19. Ibausil. Internationale Baustofftagung At: Weimar, Germany. 2015. Vol. 2. Pp. 101-112. doi:10.13140/RG.2.1.4059.2089.
13. Abramova M.G., Panchenko Y.M., Vetrova E.Y. et al. Corrosiveness of the Atmosphere in Various Climatic Regions of the Russian Federation // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2021. Vol. 57. No. 7. Pp. 1272-1282. doi:10.1134/S2070205121070029.
14. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Медведев И.М. Обзор зарубежного опыта исследований коррозии и средств защиты от коррозии // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 2 (35). С. 76. doi:10.18577/2071-9140-2015-0-2-76-87
15. Каблов Е.Н., Лаптев А.Б., Прокопенко А.Н. и др. Релаксация полимерных композиционных материалов под длительным действием статической нагрузки и климата (обзор) часть 1. Связующие // Авиационные материалы и технологии. 2021. № 4(65). С. 70-80. doi:10.18577/2713-0193-2021-0-4-70-80
16. Ветрова Е.Ю., Щекин В.К., Курс М.Г. Сравнительная оценка методов определения коррозионной агрессивности атмосферы // Авиационные материалы и технологии. 2019. № 1 (54). С. 74-81. doi:10.18577/2071-9140-2019-0-1-74-81
17. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Myshkin A.V. The study of species composition of the mycoflora, selected surface samples poliferation composites in humid maritime climate // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. No. 698 (2). Pp. 022082. doi:10.1088/1757-899X/698/2/022082

18. Dergunova A., Pksaykina A., Bogatov A. et al. The economic damage from biodeterioration in building sector// IOP Conference (Series: Materials Science and Engineering). 2019. Vol. 698 (7). Pp. 077020. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077020
19. Erofeev V., Smirnov V., Myshkin A. The study of polyester-acrylate composite's stability in the humid maritime operating conditions // Materials Today: Proceedings. 2019. Vol. 19. Pp. 2255. doi:10.1016/j.matpr.2019.07.547
20. Ерофеев В.Т., Ельчищева Т.Ф. Исследование накопления солей в наружных ограждающих конструкциях зданий промышленных предприятий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 2 (386). С. 193-200.
21. Ерофеев В.Т., Ельчищева Т.Ф. Изменение влажности и теплопроводности строительных материалов при наличии в их составе солей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 4 (388). С. 18-27.
22. Чикичев А.А., Белых С.А., Кудяков А.И. Гидрофобно-фунгицидная добавка и штукатурная сухая смесь на ее основе // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 105. С. 661-668. doi:10.22227/1997-0935.2017.6.661-668
23. Urkhanova L., Lkhasaranov S., Badmaeva E. Research of composite binders with nanomodifiers for dry mixes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. No. 880. Pp. 012028. doi:10.1088/1757-899X/880/1/012028
24. Вентцель В.И. Теория вероятности М.: Наука, 1969. 576 с.
25. Евдокимов Ю.А., Колесников В.И., Тетерин А.И. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. М.: Наука, 1980. 228 с.
26. Афонин В.В., Никулин В.В. Методы моделирования и оптимизации с примерами на языке C/C++ и MATLAB. Ч. 2. Методы безусловной оптимизации. Саранск: Издатель Афанасьев В.С., 2017. 231 с.
27. Гольдштейт А.Л. Оптимизация в среде MATLAB. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. 192 с.
28. Glover F. A template for scatter search and path relinking // Lecture Notes in Computer Science. 1997. Pp. 1-51. doi:10.1007/BFb0026589
29. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. М.: Юрайт, 2019. 495 с.

REFERENCES

1. Botka E.N. Rynok sukhikh stroitel'nykh smesey Rossii: rost nesmotrya ni na chto [Market of dry construction mixtures in Russia: growth in spite of everything] // *Cement and its application*. 2021. No. 2. Pp. 32-33. (rus)
2. Rynok sukhikh stroitel'nykh smesey v Rossii: issledovaniye i prognoz do 2025 g. [The market of dry building mixes in Russia: research and forecast until 2025]. Issue: April, 2021 [Online] <https://roif-expert.ru/stroitelstvo/stroitel-nye-smesi/rynok-suhih-stroitel-nyh-smesey/rynok-suhih-stroitel-nyh-smesey-v-rossii-issledovanie-i-prognoz.html>. (date of application: 22.12.2022) (rus)
3. Perevozchikova S.V., Belov V.V. Dry Mix Mortar for Restoration of Buildings // *Smart Composite in Construction*. 2021. Vol. 2. No. 1. Pp. 14-18. doi:10.52957/27821919_2021_1_14.
4. Ostroukh A.V., Wei P.A., Surkova N.E. Analiz sovremennoy sostoyaniya avtomatizatsii protsessa proizvodstva sukhikh stroitel'nykh smesey [Analysis of the current state of automation of the process of production of dry building mixtures]. *Mekhanizatsiya stroitel'stvo*. 2014. No. 7 (841). Pp. 59-63. (rus)
5. Babeshko A.V., Lesovik V.S., and L. Kh. Teploizolyatsionnyye sukhiye stroitel'nyye smesi na osnove kompozitsionnogo vyazhushchego [Heat-insulating dry building mixtures based on composite binder] // *Universitetskaya nauka*. 2021. No. 2 (12). Pp. 13-15. (rus)
6. Petropavlovskaya V.B., Novichenkova T.B., Petropavlovskii K.S. and others. Sukhiye stroitel'nyye smesi dlya otdelochnykh izdeliy i proizvodstva vnutrennikh rabot [Dry construction mixtures for finishing products and interior works] // *Construction and Reconstruction*. 2020. No. 5 (91). Pp.106-115. doi:10.33979/2073-7416-2020-91-5-106-115 (rus)
7. Eferina T.V., Khilov K.V. Rynok sukhikh stroitel'nykh smesey: spetsifika prodvizheniya [The market of dry building mixes: the specifics of promotion] // *Building materials – Business*. 2005. No. 8. Pp. 10-11. (rus)
8. Medvedeva I.N., Zozulya P.V., Korneev V.I. [Technology of dry building mixtures]. Moscow: Lan, 2019. 372 p. (rus)
9. Barabanshchikov Yu., Gorodilova A., Popova E. Sulphate resistance of waterproofing compounds based on cement containing dry construction mixtures // *Alfa Build*. 2018. No. 4 (6). Pp. 65-70. doi:10.34910/ALF.6.6
10. Kuzmina V.P. Osobennosti primeneniya sukhikh stroitel'nykh smesey pri provedenii otdelochnykh rabot v razlichnykh klimaticheskikh usloviyakh [Features of the use of dry building mixes during finishing work in various climatic conditions]. Part 2 // *Dry building mixes*. 2018. No. 6. Pp. 30-36. (rus)

11. Abramov R., Sokolov M., Surilov M. et al. Dry Mixes for Self-Leveling Floors Based on Composite Binder // *Key Engineering Materials*. 2019. No. 802. Pp. 101-112. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.802.101
12. Rudenko I., Runova R., Omelchuk V. et al. Features of macromolecular compounds in dry mixes based on alkaline cement // Conference: 19. Ibausil. Internationale Baustofftagung At: Weimar, Germany. 2015. Vol. 2. Pp.101-112. doi:10.13140/RG.2.1.4059.2089.
13. Abramova M.G., Panchenko Y.M., Vetrova E.Y. et al. Corrosiveness of the Atmosphere in Various Climatic Regions of the Russian Federation // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2021. Vol. 57, No. 7. Pp. 1272-1282. doi:10.1134/S2070205121070029.
14. Kablov E.N., Startsev O.V., Medvedev I.M. Obzor zarubezhnogo opyta issledovaniy korrozii i sredstv zashchity ot korrozii [Review of foreign experience in corrosion research and corrosion protection] // *Aviation materials and technologies*. 2015. No. 2 (35). Pp. 76. doi:10.18577/2071-9140-2015-0-2-76-87 (rus)
15. Kablov E.N., Laptev A.B., Prokopenko A.N. and others. Relaksatsiya polimernykh kompozitsionnykh materialov pod dlitel'nym deystviyem staticheskoy nagruzki i klimata (obzor) chast' 1. Svyazuyushchiye [Relaxation of polymeric composite materials under prolonged action of static load and climate (review), part 1. Binders] // *Aviation materials and technologies*. 2021. No. 4(65). Pp. 70-80. doi:10.18577/2713-0193-2021-0-4-70-80 (rus)
16. Vetrova E.Yu., Shchekin V.K., Kurs M.G. Cravnitel'naya otsenka metodov opredeleniya korroziionnoy agressivnosti atmosfery [Comparative evaluation of methods for determining the corrosive aggressiveness of the atmosphere] // *Aviation materials and technologies*. 2019. No. 1 (54). Pp. 74-81. doi:10.18577/2071-9140-2019-0-1-74-81. (rus)
17. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Myshkin A.V. The study of species composition of the mycoflora, selected surface samples poliferation composites in humid maritime climate // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. No. 698 (2). Pp. 022082. doi:10.1088/1757-899X/698/2/022082.
18. Dergunova A., Piksaykina A., Bogatov A. et al. The economic damage from biodeterioration in building sector// IOP Conference (Series: Materials Science and Engineering). 2019. Vol. 698 (7). Pp. 077020. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077020
19. Erofeev V., Smirnov V., Myshkin A. The study of polyester-acrylate composite's stability in the humid maritime operating conditions // *Materials Today: Proceedings*. 2019. Vol. 19. Pp. 2255. doi:10.1016/j.matpr.2019.07.547.
20. Erofeev V.T., Elchishcheva T.F. Issledovaniye nakopleniya soley v naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh zdaniy promyshlennykh predpriyatii [Investigation of salt accumulation in the external enclosing structures of buildings of industrial enterprises] // *Izvestiya of higher educational institutions. Technology of the textile industry*. 2020. No. 2 (386). Pp. 193-200. (rus)
21. Erofeev V.T., Elchishcheva T.F. Izmeneniye vlazhnosti i teploprovodnosti stroitel'nykh materialov pri nalichii v ikh sostave soley [Change in humidity and thermal conductivity of building materials in the presence of salts in their composition]. *Izvestiya of higher educational institutions. Technology of the textile industry*. 2020. No. 4 (388). Pp. 18-27. (rus)
22. Chikichev A.A., Belykh S.A., Kudyakov A.I. Gidrofobno-fungitsidnaya dobavka i shtukaturnaya sukhaya smes' na yeye osnove [Hydrophobic-fungicidal additive and plaster dry mix based on it] // *Bulletin of MGSU*. 2017. Vol. 12. Issue. 105. Pp. 661-668. doi:10.22227/1997-0935.2017.6.661-668. (rus)
23. Urkhanova L., Lkhasaranov S., Badmaeva E. Research of composite binders with nanomodifiers for dry mixes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. No. 880. Pp. 012028. doi:10.1088/1757-899X/880/1/012028
24. Wentzel V.I. Teoriya veroyatnosti [Probability Theory]. Moscow: Nauka, 1969. 576 p. (rus)
25. Evdokimov Yu.A., Kolesnikov V.I., Teterin A.I. Planirovaniye i analiz eksperimentov pri reshenii zadach treniya i iznosa [Planning and analysis of experiments in solving problems of friction and wear]. Moscow: Nauka, 1980. 228 p. (rus)
26. Afonin V.V., Nikulin V.V. Metody modelirovaniya i optimizatsii s primerami na yazyke S/S++ i MATLAB. CH. 2. Metody bezuslovnoy optimizatsii [Modeling and optimization methods with examples in C/C++ and MATLAB. Part 2. Methods of unconditional optimization]. Saransk: Publisher Afanasiev V.S., 2017. 231 p. (rus)
27. Goldstein A.L. Optimizatsiya v srede MATLAB [Optimization in the MATLAB environment]. Perm: Perm National Research Polytechnic University. 2015. 192 p. (rus)
28. Glover F. A template for scatter search and path relinking // *Lecture Notes in Computer Science*. 1997. Pp. 1-51. doi:10.1007/BFb0026589.
29. Sidnyaev N.I. Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskikh dannykh. [Theory of experiment planning and analysis of statistical data]. Moscow: Yurayt, 2019. 495 p. (rus)

Информация об авторах:

Ельчищева Татьяна Федоровна

ФГБОУ ВО «Гамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия,
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Архитектура и градостроительство».
E-mail: elschevat@mail.ru

Ерофеев Владимир Трофимович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,
академик Российской академии архитектуры и строительных наук, доктор технических наук, профессор,
директор института архитектуры и строительства, директор НИИ «Материаловедение», заведующий кафедрой
строительных материалов и технологий.
E-mail: yerofeevvt@mail.ru

Монастырев Павел Владиславович

ФГБОУ ВО «Гамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия,
член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, доцент, директор института архитектуры,
строительства и транспорта.
E-mail: monastyrev68@mail.ru

Абрамова Екатерина Николаевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры зданий, сооружений и автомобильных дорог.
E-mail: surekat86@yandex.ru

Афонин Виктор Васильевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и
управления.
E-mail: vvafonin53@yandex.ru

Ерофеева Ирина Владимировна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Основы архитектуры и художественных
коммуникаций».
E-mail: ira.erofeeva.90@mail.ru

Атманзин Алексей Федорович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,
аспирант кафедры строительных материалов и технологий.
E-mail: Af@atassa.ru

Information about authors:

Elchishcheva Tatyana F.

Tambov State Technical University, Tambov, Russia,
candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of Architecture and Urban Planning.
E-mail: elschevat@mail.ru

Erofeev Vladimir T.

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia,
academician of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, doctor of technical sciences,
professor, director of the Institute of Architecture and Construction, director of the Materials Science Research Institute,
Head of the Department of Building Materials and Technologies.
E-mail: yerofeevvt@mail.ru

Monastyrev Pavel V.

Tambov State Technical University, Tambov, Russia,
corresponding member of RAASN, doctor of technical sciences, associate professor, director of the Institute of
Architecture, Construction and Transport.

E-mail: monastyrev68@mail.ru

Abramova Ekaterina N.

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia,
candidate of technical science, Senior Lecturer of the Department of Buildings, Structures and Highways.

E-mail: surekat86@yandex.ru

Afonin Viktor V.

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia,
candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of Automated Information
Processing and Control Systems.

E-mail: vvafonin53@yandex.ru

Erofeeva Irina V.

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,
candidate of technical sciences, senior lecturer of the department «Fundamentals of Architecture and Artistic
Communications».

E-mail: ira.erofeeva.90@mail.ru

Atmanzin Alexey F.

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia,
postgraduate student of the department of building materials and technologies.

E-mail: Af@atassa.ru