

2. Алимов Л. А. Оценка влияния компонентов бетона на формирование его структуры и свойств / Л. А. Алимов, В. В. Воронин, О. А. Ларсен // Техника и технология силикатов. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 20–24. – EDNKYFYIL.
3. Стефаненко И. В. Оптимизация гранулометрического состава заполнителей жаростойкого бетона мелкозернистой структуры / И. В. Стефаненко, Е. Е. Гнедаш, Т. К. Акчурин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2020. – № 4 (81). – С. 205–213. – EDNHEVYDO.
4. Садчиков П. Н. Автоматизация расчета оптимального объема полипропиленового волокна в составе фибробетона плит перекрытий с отверстиями / П. Н. Садчиков, О. И. Евдошенко, Н. П. Садчиков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1(35). – С. 75–81. – EDN BRCDVF.
5. Исследование влияния дозировки фибры и продолжительности перемешивания на свойства мелкозернистого бетона / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, С. М. Саденко, К. А. Крайнова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 3(33). – С. 22–26. – DOI 10.35108/isvp20203(33)22-26. – EDN SIWYVB.
6. ГОСТ 27006–2019. Бетоны. Правила подбора состава. – Введен 2020–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 15 с.
7. ГОСТ 7473–2010. Смеси бетонные. Технические условия. – Введен 2012–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 19 с.
8. ГОСТ 26633–2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Введен 2016–09–01. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 13 с.
9. ГОСТ Р 51901.12–2007 (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. – Введен 2008–09–01. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 40 с.
10. ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Введен 2013–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 36 с.
11. Ляпидевская О. Б. Бетонные смеси. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм / О. Б. Ляпидевская. – Москва : Московский государственный строительный университет, 2017. – 62 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726417042.html> (дата обращения: 21.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Смирнова О. Е. Применение риск-ориентированного подхода в производстве железобетонных изделий / О. Е. Смирнова, Н. С. Бобров // Качество и жизнь. – 2018. – № 3(19). – С. 33–39. – EDN YLHTUT.
13. Кудратова Г. М. Анализ несоответствий и причин их возникновения при производстве продукции строительного назначения / Г. М. Кудратова, Л. В. Макарова, Р. В. Тарасов // Дневник науки. – 2019. – № 1 (25). – С. 17. – EDN YWAJSH.
14. Мякушева А. В. Методика анализа причин, потенциальных несоответствий и последствий (FMEA) в процессе жизненного цикла объектов монолитного строительства / А. В. Мякушева // Наука и общество в условиях глобализации. – 2017. – № 1 (4). – С. 121–127. – EDN YTWFNL.

© Л. Н. Лисиенкова, Л. С. Носова, И. Г. Рекус

Ссылка для цитирования:

Лисиенкова Л. Н., Носова Л. С., Рекус И. Г. Оценка рисков при проектировании бетонных смесей // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 34–39.

УДК 691.55
DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-39-46

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШТУКАТУРНЫХ КОМПОЗИТОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ И ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Н. В. Ледяйкин, О. В. Ледяйкина, М. М. Зоткина

Ледяйкин Никита Васильевич, магистрант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Российская Федерация, тел.: +7-963-147-70-69; e-mail: nikita.1234.nikita@mail.ru;

Ледяйкина Оксана Васильевна, аспирант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Российская Федерация; e-mail: oksana.ledyaykina.97@mail.ru;

Зоткина Марина Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов и технологий, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Российская Федерация; e-mail: zotkina.mm@mail.ru



На сегодняшний день масштаб материалов, подвергаемых биоповреждению, значительно вырос. Однако вопросами биодеструкции строительных материалов начали осознанно заниматься только в последние годы. Таким образом, целесообразно использовать специальные биоцидные добавки для получения биостойких материалов. В работе представлены результаты изучения видового состава микроорганизмов, идентифицированных с поверхности штукатурных образцов, экспонированных в течение шести месяцев в условиях повышенной влажности и постоянной температуры до +5 °С. Штукатурные образцы изготавливались из цементной штукатурки с применением антисептических добавок. В ходе эксперимента оценивались микробиологические показатели штукатурных составов от вида и количественного содержания добавок. Микробиологические испытания проводились методами изъятия проб и бактериологического исследования смывов с поверхности образцов, с последующей окраской по Граму. На поверхности исследуемых композитов были идентифицированы грамотрицательные бактерии, кокки, а также грибы рода *Mucor*.

Ключевые слова: штукатурные составы, антисептические добавки, метод изъятия проб, биостойкость, бактерии, грибы.

INVESTIGATION OF THE SPECIES COMPOSITION OF MICROORGANISMS IDENTIFIED FROM THE SURFACE OF PLASTER SAMPLES EXPOSED IN CONDITIONS OF HIGH HUMIDITY AND CONSTANT TEMPERATURE

N. V. Ledyaykin, O. V. Ledyaykina, M. M. Zotkina

Ledyaykin Nikita Vasilyevich, graduate student, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, phone: +7-963-147-70-69; e-mail: nikita.1234.nikita@mail.ru;

Ledyaykina Oksana Vasilyevna, post-graduate student, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation; e-mail: oksana.ledyaykina.97@mail.ru;

Zotkina Marina Mikhaylovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Materials and Technologies, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation; e-mail: zotkina.mm@mail.ru

To date, the scale of materials subjected to bio-damage has grown significantly. However, the issues of biodegradation of building materials have begun to be consciously dealt with in recent years. Thus, it is advisable to use special biocidal additives to obtain biostable materials. The paper presents the results of studying the species composition of microorganisms identified from the surface of plaster samples exposed for 6 months in conditions of high humidity and constant positive temperature of +5 °C. Plaster samples were made of cement plaster with the use of antiseptic additives. During the experiment, the micro-biological indicators of plaster compositions were evaluated depending on the type and quantitative content of additives. Microbiological tests were carried out by the method of sampling and by the method of bacteriological examination of flushes from the surface of samples, with subsequent Gram staining. Gram-negative bacteria, cocci, and fungi of the genus *Mucor* were identified on the surface of the studied composites.

Keywords: plaster compositions, antiseptic additives, sampling method, biostability, bacteria, fungi.

Введение

Повышение долговечности материалов, изделий и конструкций является одной из животрепещущих проблем в строительной отрасли, поскольку наличие агрессивных сред в зданиях и сооружениях может привести к их деструкции [1–3].

В современном строительстве широко используются в качестве отделочных материалов штукатурки, декоративные панели и плиты. Однако штукатурные составы обладают рядом отрицательных свойств – гигроскопичность, химнеустойчивость, подверженность биоповреждению и т. д. [4]. Все строительные материалы подвергаются воздействию микроорганизмов в различных средах. Особо благоприятными условиями для биодеструкции является наличие соприкосновения поверхности основания с водой, которая

необходима для развития и жизнедеятельности микроорганизмов. В качестве биодегрантов строительных материалов на минеральных вяжущих выделяют бактерии, дрожжи, мицелиальные грибы и водоросли [5]. Они присутствуют всегда и везде: в воздухе, воде, почве, на поверхностях и в теле строительных конструкций и изделий.

Микродеструкторы чрезвычайно разнообразны, скорость их роста, специфический состав метаболитов, концентрация агрессивных веществ, длительность воздействия определяют интенсивность и степень повреждения объектов. Процесс биоповреждения запускается посредством воздействия их продуктов метаболизма на компоненты строительных материалов, разрушая растворы, бетон, металлоизделия, защитные покрытия [6, 7].

В последнее время произошли большие изменения в отношении микроорганизмов, очень сильно расширилось их многообразие и численность, увеличилась способность к выживанию в неблагоприятных условиях [8, 9]. Уровень биокоррозии в России сильно превышает средневропейские и мировые нормы. Продуктами жизнедеятельности микроорганизмов являются вещества, которые выступают в роли возбудителей различных опасных заболеваний для людей [10–12].

Биологическое сопротивление современных штукатурных составов изучено недостаточно хорошо. Важно установить возможность их заражения и степень обрастаемости микроорганизмами. В связи с этим исследования, посвященные изучению биостойкости штукатурных образцов с различными антисептическими добавками, являются актуальными.

Цель исследования – изучение видового состава биодеструкторов штукатурных составов с различными антисептическими добавками, экспонированных в условиях повышенной влажности и постоянной температуры.

Задачи для достижения цели:

- 1) рассмотреть основные свойства антисептических добавок;
- 2) разработать оптимальные составы штукатурных составов с антисептическими добавками;
- 3) изучить устойчивость составов на агрессивные воздействия эксплуатационных факторов на площадке экспонирования, на которой воздействовали температура +2 ... +5 °С и влажность, равная 85–95 % (погреб);

4) провести микробиологические исследования разработанных составов;

5) дать характеристику биодеструкторам, идентифицированных на поверхности штукатурных образцов.

Используемые материалы

В качестве объектов исследования рассматривались штукатурные составы. Для проведения исследования было изготовлено 13 составов. Вязущим в работе выступала штукатурка цементная «Ахтон», которая применяется в качестве базового материала для выравнивания стен и потолков, внутри и снаружи зданий, а также во влажных помещениях.

В качестве антисептических добавок рассмотрены:

- «Санатекс. Универсал» – это концентрированное средство для очистки и санитарной обработки керамических и окрашенных поверхностей, полностью водорастворим, не вызывает коррозии металлов;

- «DALI® Универсальный антисептик» – высокоэффективен против всех видов биопоражений, глубоко проникает и легко впитывается в любые типы поверхностей, не изменяет поверхностные свойства материалов, не ухудшает их прочность, не содержит хлора;

- «Антиплесень. Лакра» – средство для уничтожения плесени, грибка, водорослей и большинства видов бактерий на бетонных, кирпичных, деревянных поверхностях, обладающих впитывающей способностью.

В таблице 1 представлены исследуемые составы.

Таблица 1

Составы для исследований

№ состава	Масса компонентов, %			Название добавки	Обработка поверхности образцов антисептиком
	Сухая штукатурка	Вода	Антисептическая добавка		
0	100	30	-	Санатекс	-
1		27,5	2,5		-
2		25	5		-
3		22,5	7,5		-
4		30	-		+
5		27,5	2,5	Антиплесень. Лакра	-
6		25	5		-
7		22,5	7,5		-
8		30	-		+
9		27,5	2,5	DALI	-
10		25	5		-
11		22,5	7,5		-
12	30	-	+		

Методики проведения эксперимента

Изготовленные образцы размером 1×1×3 см после отверждения в нормальных

температурно-влажностных условиях были помещены в погреб, то есть в условия

повышенной влажности (85–95%) и постоянной температуры (+2 ...+5 °С).

Эксперимент длился шесть месяцев с промежуточным исследованием свойств через месяц от начала экспонирования.

Для микробиологического исследования были применены следующие методы.

Метод изъятия проб. Образцы размерами 1×1×3 см отбирали с места эксплуатации с соблюдением стерильности и доставляли в лабораторию для микробиологического анализа. Уже в лаборатории с поверхности материалов были взяты смывы.

Метод бактериологического исследования смывов с поверхности образцов. Со смывов исследуемых штукатурных образцов проводится посев в чашки Петри с питательной средой МПА, после чего они инкубируются в термостате в течение 48 ч при 37°С. С выросших колоний на МПА проводили окраску микроорганизмов по Граму.

В результате изучения окраски по Граму делается вывод о принадлежности бактерий: грамположительные бактерии окрашиваются в сине-фиолетовый цвет, а грамотрицательные – в ярко-малиновый или красный.

Мицелий и спороношение грибов изучали на предметном стекле, покрытом покровным, что позволяло провести видовую идентификацию выделенных видов микромицетов.

Приготовленные препараты просматривались при следующем увеличении: для бактерий – 1600х, для грибов – 640х.

Идентификация культур по морфологическим признакам осуществлялась с помощью определителя бактерий Берджи.

Экспериментальные результаты

Экспериментальные исследования проводились для оценки биологической стойкости штукатурных образцов и определения видовой состава микроорганизмов, преобладающих на поверхности материалов.

Микробиологические испытания выполнялись в несколько этапов: 1 – оценка смывов с контрольных образцов без добавок и поверхностной обработки антисептиками, неподверженными агрессивным воздействиям; 2 – анализ смывов с поверхности образцов, находящихся в течение месяца в условиях повышенной влажности при температуре +5 °С; 3 – идентификация микроорганизмов через шесть месяцев воздействия эксплуатационных факторов.

На первом этапе эксперимента были идентифицированы микроорганизмы с поверхности контрольных образцов, находившихся в закрытом контейнере (до размещения образцов на площадке экспонирования). Результатом исследования образцов из бездобавочных штукатурных растворов стали грамотрицательные палочковидные бактерии.

На втором – были изучены смывы с поверхности образцов, находящихся в течение месяца в погребе. Согласно бактериологическим исследованиям, выделены грамотрицательные палочковидные и кокковидные бактерии. Присутствие гриба рода *Mucor* выявлено на образцах состава №4.

Следующим этапом стало изучение смывов с поверхности образцов, выдержанных в условиях повышенной влажности и постоянной положительной температуры. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Смывы с поверхности образцов, находящихся в течение шести месяцев в погребе

№ состава	Наименование питательной среды и способ окраски бактерий	Описание роста бактерий на питательной среде и описание окрашенных мазков
1	МПА	Размер колоний крупный (больше 5 мм), цвет серо-белый, форма амёбовидная, прозрачность тусклая, консистенция плотная, профиль матовый, поверхность гладкая
	Окраска по Граму	Грам (–) длинные палочки, расположенные одиночно
2	МПА	Размер колоний крупный (больше 5 мм), цвет серовато-белый, поверхность гладкая, консистенция плотная, профиль матовый
	Окраска по Граму	Грам (–) мелкие, биполярные палочки, расположенные одиночно
3	МПА	Размер колоний крупный (больше 5 мм), цвет серовато-белый, консистенция плотная, поверхность гладкая, прозрачность тусклая, профиль матовый
	Окраска по Граму	Грам (–) крупные палочки, расположенные парно и бактерии сферической формы грам (–) кокки

Продолжение таблицы 2

№ состава	Наименование питательной среды и способ окраски бактерий	Описание роста бактерий на питательной среде и описание окрашенных мазков
4	МПА	Размер колоний средний (0,5–5,0 мм), форма амёбовидная, поверхность гладкая, профиль матовый, консистенция плотная. Присутствует рост мицелия серо-белого цвета; консистенция – войлокообразная; поверхность нитевидная. Идентификация: гриб рода <i>Mucor</i>
	Окраска по Граму	Грам (–) \ мелкие палочки, расположенные одиночно
5	МПА	Рост колоний сплошной, цвет серо-белый, профиль матовый, консистенция плотная, поверхность гладкая
	Окраска по Граму	Грам (–) короткие, толстые, биполярные палочки, расположенные одиночно
6	МПА	Рост колоний сплошной, цвет серо-белый, прозрачность тусклая, консистенция плотная, профиль матовый
	Окраска по Граму	Грам (–) мелкие палочки, расположенные одиночно
7	МПА	Размер колоний крупный (больше 5 мм), цвет серов-белый, форма амёбовидной, профиль матовый, поверхность гладкая, консистенция плотная
	Окраска по Граму	Грам(–) короткие, тонкие палочки, расположенные цепочкой и грам(–) одиночные, длинные палочки
8	МПА	Размер колоний средний (0,5–5,0 мм), цвет серовато-белый, форма округлая, консистенция плотная, поверхность гладкая
	Окраска по Граму	Грам (–) крупные, толстые палочки, расположенные парно
9	МПА	Рост колоний сплошной, цвет серо-белый, профиль матовый, поверхность гладкая, консистенция плотная
	Окраска по Граму	Грам (–) длинные палочки, расположенные одиночно
10	МПА	Рост колоний сплошной, цвет серовато-белый, профиль матовый, поверхность гладкая, консистенция плотная
	Окраска по Граму	Грам (–) короткие, тонкие, мелкие палочки, расположенные одиночно
11	МПА	Рост колоний сплошной, цвет белый, профиль матовый, прозрачность тусклая, консистенция слизистая
	Окраска по Граму	Грам (–) крупные палочки, расположенные одиночно
12	МПА	Рост колоний сплошной, поверхность гладкая, цвет серо-белый, структура однородная, консистенция плотная
	Окраска по Граму	Грам (–) толстые крупные палочки, расположенные парно; длинные, короткие, мелкие одиночные грам(–) палочки
0	МПА	Размер колоний крупный (больше 5 мм), цвет серовато-белый, поверхность шероховатая, прозрачность тусклая, консистенция плотная, профиль матовый
	Окраска по Граму	Грам (–) биполярные палочки, расположенные одиночно, парно и цепочками

Фотографии микроорганизмов, выделенных с поверхности образцов, после шести месяцев экспонирования в погребе представлены на рисунках 1–2.

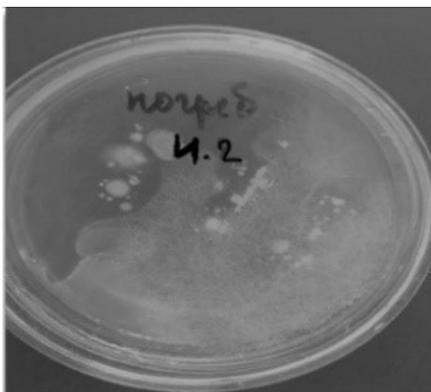


Рис. 1. Рост колоний на МПА в чашке Петри (смыв с поверхности образца № 2 состава 4)

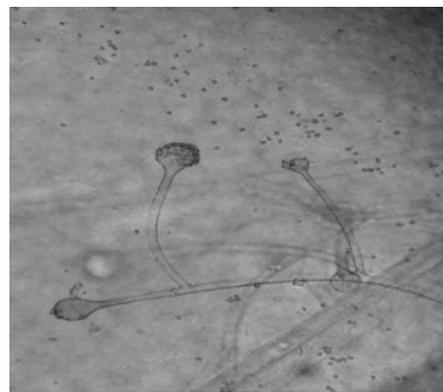


Рис. 2. Прямостоящий спорангиеносец с выбросом из шаровидного спорангия спор гриба рода *Mucor* (640-кратное увеличение)



В результате бактериологического исследования были выделены грамотрицательные палочковидные бактерии. На отдельных образцах обнаружены грамотрицательные кокки и гриб рода *Mucor* (состав № 4 соответственно).

Анализ результатов исследования

На рост и развитие микроорганизмов существенное влияние оказывают естественные климатические факторы: температура, химический состав среды, кислотность, влажность, свет. Изменение одного из вышеприведенных факторов может замедлить или ускорить развитие бактериальной клетки, заставить ее подстроиться под новую среду обитания или же привести к гибели [12, 13]. К примеру, с водой в клетку поступают питательные вещества, которые из нее выводятся продукты жизнедеятельности. Следовательно, при уменьшении воды в субстрате концентрация развития микробов уменьшается, что может привести к прекращению жизнеспособности микробов, если количество воды будет ниже определенного предела. Для бактерий нижний предел влажности – содержание H_2O в материале около 20–30 %. У грибов функционирование клетки происходит при влажности более 75 % [1].

В ходе работы с поверхности штукатурных образцов, экспонированных в течение одного и шести месяцев в погребе, были идентифицированы грам (-) палочки, кокки и гриб рода *Mucor*.

Идентифицированные грам (-) палочки, согласно определителю бактерий Берджи, относятся к группе факультативно анаэробных грам (-) палочек [15]. Данный вид микроорганизмов хорошо растет при температуре 37 °С, что свидетельствует о возможной патогенности. Выделенные бактерии (*Escherichia*) имеют широкое распространение в природе. Некоторые из них могут принимать участие в биоповреждении за счет биохимических процессов.

Грамм (-) кокки, как правило, по морфологическим признакам относятся к бактериям рода *Paracoccus*, которых причисляют к группе хемолитоавтотрофных бактерий [16]. Данные микроорганизмы хорошо растут в анаэробных условиях в присутствии нитрата, нитрита или оксида азота (NO) [15]. Обнаружить их можно в почве, природной и искусственной рапе. Они могут принимать участие в биоразрушении материалов.

На поверхности образцов с добавкой САНАТЕКС (состав № 4) был выделен гриб рода *Mucor*. В данном случае антисептическая добавка не вводилась непосредственно в штукатурную смесь. Поверхность изготовленных образцов обрабатывалась антисептиком. Идентифицированный гриб присутствовал в составе № 4 как

через месяц экспонирования, так и спустя шесть месяцев. Скорее всего, введение антисептической добавки САНАТЕКС в штукатурный раствор более эффективно, чем обработка поверхности образцов антисептиком, поскольку в составах № 1–3 грибы рода *Mucor* не были выявлены, в сравнении с № 4.

Mucor (белая плесень) – род плесневых грибов с развитым мицелием, характеризующимся отсутствием плодовых образований и имеющим непостоянную толщину. Эти грибы, выделяют в среду ничтожно малое количество кислот [1, 11].

Споры белой плесени легко разносятся по воздуху, благодаря чему постоянно присутствуют в окружающей среде [8]. Поскольку образцы, выдерживались в условиях повышенной влажности и постоянной температуры (погреб), то появление данного микроорганизма на их поверхности можно объяснить тем, что грибы рода *Mucor* для своего образования и последующего разрастания выбирают сырые и темные места. Этот гриб не боится агрессивных химических веществ, низких температур и даже воздействия радиации. Плесень может разрушить даже кирпич, бетон и штукатурку [12].

Выводы

Изучен видовой состав идентифицированных микроорганизмов поверхности штукатурных образцов. В ходе исследования было установлено, что результатом микробиологического исследования смывов с поверхности материала являются грам (-) палочки, кокки, грибы рода *Mucor*.

Некоторые, идентифицированные с поверхности образцов грам (-) палочки по морфологическим признакам относятся к бактериям рода *Thiobacillus*. Данные бактерии за счет окисления соединений серы и образования серной кислоты могут привести бетон к деструкции.

По указанным признакам грамотрицательные кокки относятся к бактериям рода *Paracoccus*.

Идентифицированный гриб рода *Mucor* был выявлен на поверхности штукатурных образцов, экспонированных один и шесть месяцев в условиях повышенной влажности, с антисептической добавкой САНАТЕКС (состав №4). В связи с тем, что данный микроорганизм достаточно широко распространен в природе и предпочитает, как правило, сырые и темные места, то появление его на поверхности образцов, экспонированных в погребе, объяснимо. Применение антисептической добавки САНАТЕК будет наиболее результативно, если ее вводить непосредственно в раствор. Поскольку штукатурные образцы,

поверхность которых обработана антисептиком, подвержены воздействию грибов рода *Mucor*.

Анализ результатов выявил, что введение определенных биоцидных добавок в нужных

количествах или при поверхностной обработке штукатурных слоев позволяет получить материалы, обладающие более высокими биологическими свойствами.

Список литературы

1. Соломатов В. И. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов, А.С. Семичева, Е.А. Морозов. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 2001. – 196 с.
2. Ерофеев В. Т. Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных композитов / В.Т. Ерофеев, А.Д. Богатов, С.В. Богатова, С.В. Казначеев, В.Ф. Смирнов // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – №7 (33). – С. 23–31.
3. Ерофеев В.Т. Экономические потери от биоповреждений и технико-экономическая эффективность повышения биостойкости материалов и конструкций зданий и сооружений предприятий текстильной промышленности / В. Т. Ерофеев, А. В. Дергунова, А. Д. Богатов // Известия бывших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – №5 (389). – С. 97–102.
4. Ерофеев В. Т. Исследование биостойкости строительных материалов с учетом их старения / В.Т. Ерофеев, А.Д. Богатов, С. Н. Богатова, В. Ф. Смирнов, Е.А. Захарова // Вестник Волгоградского архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2011. – № 22 (41). – С. 73–78.
5. Ледайкина О. В. Микробиологическое исследование системы «полимерное покрытие – бетонное основание», находящейся в условиях воздействия природно-климатических факторов / О. В. Ледайкина, Н. В. Ледайкин, М. М. Сударев, А. В. Борисов, К. В. Новикова, А. А. Мавлиханов, М. М. Зоткина // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы Девятнадцатой Международной научно-технической конференции. –Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, 2020. – С. 335–340.
6. Ледайкина О.В. Исследование видового состава биодефекторов цементных композитов, выявленных на образцах, выдержанных в условиях циклического воздействия температурно-влажностных сред/ О. В. Ледайкина, А. И. Родин, Д. Ю. Власов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2021. – № 1(17). – С. 7–18.
7. Ерофеев В. Т. Строительство, реконструкция и эксплуатация зданий и сооружений с учетом экологических и медицинских аспектов / В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов, Д.А. Светлов, О. Д. Васильев, М.В. Вильдяева, В.Г. Гоик // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук : сборник научных трудов. – Нижний Новгород, 2019. – С. 219–232.
8. Теплякова Н.А. Вредное воздействие плесени и плесневых грибов на человека / Н. А. Теплякова, Е. В. Омельченко // Молодой ученый. – 2016. – №18.1. – С. 23–25.
9. Cwalina B. Biodeterioration of Concrete /B. Cwalina // Architecture Civil Engineering Environment, – 2008. – № 1, – Pp. 133–140.
10. Fiertak M. The growth of fungi and their effect on the behaviour of cement polymer composites / M. Fiertak, E. Stanaszek-Tomal, A. Kozak //Advances in Cement Research. – 1 December 2015. – Vol. 27, issue 6, – Pp. 340–351. – DOI: 10.1680/adcr.14.00005.
11. Krishan A. The Energy Integrity Resistance to the Destruction of the Long-term Strength Concrete / A. Krishan, V. Rimshin, S. Markov, V. Erofeev, V. Kurbatov // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 117. – Pp. 211–217.
12. Ледайкина О.В. Видовой состав микроорганизмов, выявленных на образцах цементных композитов, экспонированных в условиях воздействия ультрафиолетового облучения и циклически действующих температурно-влажностных факторов / О. В. Ледайкина, А. И. Родин, Д. Ю. Власов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал. – 2020. – № 3 (33). – С. 16–22.
13. Lesnov V.V. Resistance in filamentous fungi filled by epoxy adhesive and matrix compositions used in carcass concrete / V. V. Lesnov, V. T. Erofeev, R. N. Salimov, V. F. Smirnov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture & Civil Engineering Construction & Architecture. – 2015. – № 3(27). – Pp. 65–72.
14. Valix M. Microbiologically induced corrosion of concrete and protective coatings in gravity sewers / M. Valix, D. Zamri, H. Mineyama, W. H. Cheung, J. Shi, H. Bustamante // Chinese Journal of Chemical Engineering. – June 2012. – Vol.20, issue3. –Pp. 433–438. –DOI: 10.1016/S1004-9541(11)60150-X.
15. Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / под. ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса ; пер. с англ. под ред. Г.А. Заварзина. – Москва : Мир, 1997. – Т. 1. – 429 с.
16. Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / под. ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса ; пер. с англ. Г.А. Заварзина. – Москва : Мир, 1997. – Т. 2. – 368 с.



Ссылка для цитирования:

Ледайкин Н. В., Ледайкина О. В., Зоткина М. М. Микробиологическое исследование штукатурных композитов в условиях повышенной влажности и постоянной температуры // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУАОВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 39–46.

УДК531/534.001.24:[443:004.94]

DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-46-54

**DEVELOPMENT OF THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES
IN THE STUDY OF THEORETICAL MECHANICS BY STUDENTS OF CIVIL ENGINEERING**

Ye. V. Ponomareva, O. A. Khokhlova, K. V. Kulemina, A. V. Sinelshchikov

Ponomareva Yelena Vladimirovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department "Mechanics and Engineering Graphics", Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: internet@astu.org;

Khokhlova Olga Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Mechanics and Engineering Graphics", Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: zaphy@yandex.ru;

Kulemina Kseniya Vladimirovna, Candidate of Philology, Associate Professor of the Department "Mechanics and Engineering Graphics", Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation;

Sinelshchikov Aleksey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: laex@bk.ru

Modern realities confront the system of higher professional education with the problem of providing the regions with qualified builders who are able to independently master professional activities and have multidisciplinary systems thinking. The training of future builders is carried out in the process of studying the natural sciences and disciplines of the general professional cycle, including theoretical mechanics, the teaching of which in a modern university is associated with certain difficulties: 1) this discipline is quite difficult for the first-year students to perceive; 2) in the conditions of a sharp reduction in the number of classroom hours, it is necessary to look for ways to optimize the learning process even in a full-time education. This situation leads to the creation of effective interactive distance teaching tools, aimed at organizing students' independent work. Most existing interactive distance teaching tools in theoretical mechanics partially or completely lack for the capacity to: 1) adapt material according to specified criteria to provide the required level of complexity and volume; 2) develop and implement fundamentally new design tasks that are oriented not only toward the formation of basic theoretical knowledge, but also toward the skills acquisition to solve problems closely related to future professional activity. Distinctive features of the interactive distance teaching tools were the use of specialized mathematical packages, as well as the orientation of the presented material toward the future professional activity of students and toward strengthening interdisciplinary connections in mechanical sphere. The authors developed a methodology for performing static and strengthening parameters of mechanical systems (solids, composite structures, trusses) calculations in Maple and MathCAD systems. There worked out the software package used as generators of unique multi-choice, design, prof-oriented problems, ranked according to the degree of complexity. Some ideas of the proposed methodology are found in research works of Russian scientists, but at present the analogue that realizes in full the interactive distance teaching tools capable of solving educational and scientific-practical problems, generating tasks of a given complexity with automatic verification the results obtained, forming a bank for unique multi-choice prof-oriented computational tasks, doesn't exist.

Keywords computer modeling, import substitution, theoretical mechanics, job generator, distance learning.