



Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Микологическое обследование здания на примере храма в деревне Пенино

С.А. Старцев¹, Д.Ю. Власов², Д.М. Шлычкова³, О.В. Петроченко⁴

^{1,3,4}ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая, 29.

²ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7-9.

¹ООО "БиоспейсСтрой", 191023, Россия, Санкт-Петербург, Караванная, 1, офис 207.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	История	Ключевые слова
УДК 69.059	Подана в редакцию 13 декабря 2013 Оформлена 26 февраля 2014 Согласована 28 февраля 2014	обследование биоразрушение биокоррозия грибы микроорганизмы фотофиксация макрообрастания новообразования

АННОТАЦИЯ

В статье описано микологическое обследование храма в деревне Пенино 1900 года постройки. Объект находится в Сланцевском районе Ленинградской области.

Подробно описано визуальное обследование, подтвержденное фотофиксацией, отбор проб с разных конструкций, на которых присутствовали заметнее высолы, налеты черного и зеленого цветов, заметнее расслоение структуры материала, макрообрастания природного камня мхами и водорослями.

Также представлены лабораторные результаты микологического анализа отобранных проб, в которых было определено количество колониеобразующих единиц микроорганизмов на единицу поверхности и их вид. В соответствии с данными, полученными из лаборатории, были даны рекомендации по устранению установленных колоний микроорганизмов, разрушающих конструкции объекта.

Приведен список рекомендуемых препаратов для обработки материалов, применяющихся для устранения и профилактики появления микроорганизмов.

Содержание

1. Введение	45
2. Обзор литературы	45
3. Постановка задачи	45
4. Описание исследования	46
5. Основные формы повреждения материалов здания	47
6. Результаты микологического анализа проб	48
7. Практические рекомендации	49
8. Заключение	50

³ Контактный автор:
+7 (911) 134 6034; StartsevSA@biospacestroy.ru (Старцев Сергей Александрович, старший преподаватель, директор ООО "БиоспейсСтрой".)

¹ +7 (911) 711 1040; darita_egypt@mail.ru (Шлычкова Дарита Максимовна, студент)

² +7 (911) 452 6598; dmitry.vlasov@mail.ru (Власов Дмитрий Юрьевич, д.б.н., профессор)

⁴ +7 (911) 098 3147; olesya-pet@mail.ru (Петроченко Олеся Вячеславовна, студент)

1. Введение

Опасность и интенсивность биологических загрязнений и разрушений зданий и сооружений неуклонно возрастает последние два-три десятилетия и в большей степени для мегаполисов. Она усугубляется хозяйственной деятельностью человека - пренебрежением экологическими нормами при строительстве зданий, безграмотной и беспечной эксплуатации их.

Биоповреждения вызываются как макроорганизмами, так и микроорганизмами. При этом установлено, что более 40% общего объема биоповреждений связано с деятельностью микроорганизмов. Ученные потери от биоповреждений по развитым странам Европы и Северной Америки достигают не менее 2% от стоимости произведенной продукции, что составляет десятки миллионов долларов ежегодно [1].

Наряду с негативным влиянием на объекты строительства, биоразрушения отрицательно действуют и на людей - вызывают снижение уровня здоровья, происходит ухудшение их трудоспособности, ослабление их иммунной системы.

Чтобы избежать возможных проблем с обрушением конструкций зданий и со здоровьем людей, находящихся в них, проводят микологические обследования.

2. Обзор литературы

Защита от повреждений и разрушений материалов здания и его конструкций, вызванных живыми организмами — одна из самых старых проблем, которая требует серьезных решений. Микроорганизмы, такие как бактерии, грибы, водоросли, дрожжи, способны очень быстро разрушать различные материалы. Характер повреждений определяется условиями, в которых оказывается повреждаемый материал. На наружных стенах зданий чаще встречаются фотосинтезирующие организмы (водоросли, лишайники), а на внутренней поверхности зданий развиваются грибы [2].

Деятельность грибов, как правило, приводит к обесцвечиванию поверхностей, образованию пятен и налетов, физическому и химическому разрушению отдельных компонентов материалов. Благоприятные условия для роста грибов — это повышенная влажность и ограниченный воздухообмен. Очень часто материалы поражаются неагрессивными грибами, неприхотливыми и способными к росту в экстремальных условиях. Налеты таких грибов могут создавать микроусловия для обитания более агрессивных грибов, активно повреждающих материалы. Микромицеты повреждают большинство натуральных и синтетических материалов, используемых в промышленности и строительстве [2]. Кроме повреждения материалов микроорганизмы наносят вред здоровью человека.

По мнению многих исследователей в настоящее время актуальной санитарной, эколого-технической проблемой является распространение микромицетов в окружающей антропогенезированной среде. Заметное увеличение числа микромицетов в помещениях и тем самым повышение уровня грибковых аллергенов – составная часть проблемы, рассматриваемой как «синдром больного здания» (sick building syndrom). Для здравоохранения важным аспектом является изучение состава микобиоты помещений и выявление субстратов их развития [3, 4]. Многие грибы, обитающие внутри помещений, могут быть возбудителями болезней и вызывать у людей сильную аллергическую реакцию благодаря своим ядовитым метаболитам, что особенно опасно для больных зданий, где человек проводит до 100% времени [4, 5]. Так, часто встречающийся в воздухе помещений и на поверхности стен грибы рода *Aspergillus* способны вызывать инвазионный аспергиллез легких [4, 6], а дрожжеподобные грибы *Candida albicans* являются причиной многих кандидозов человека [7].

Поэтому множество исследований посвящено методам борьбы с грибами в домах и ослаблению воздействия токсичных плесеней на здоровье людей [4, 5, 8]. Грибы, встречающиеся в помещениях, относятся к ограниченному числу родов: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Acremonium*, *Fusarium* [9-13]. Всё это почвенные грибы, попадающие в помещения из воздуха.

3. Постановка задачи

Целью микологического обследования здания являлось выявление видового состава биодеструкторов, основных причин и степени разрушения конструкций и материалов и разработка рекомендаций по ликвидации и предупреждению биоповреждений на объекте.

Задачи, поставленные для достижения цели:

- визуальное обследование;
- отбор и микологическое исследование проб поврежденных материалов;
- выявление основных видов биодеструкторов в пробах;
- оценка степени агрессивности выявленных микроорганизмов по отношению к строительным материалам;
- определение степени биоповреждения материалов и конструкций;
- выявление причин биоповреждений материалов и конструкций;
- разработка рекомендаций по защите от биологических повреждений.

4. Описание исследования



Рисунок 1. Кирпичная кладка, покрытая солевым и биологическим налетом с доминированием зеленых водорослей и образованием плодового тела гриба

Обследования проводились в летний период 2013 года в соответствии с указаниями РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006). В ходе обследований осуществлялось детальное описание форм разрушения материалов в соответствии с общепринятой международной методикой [14] и рекомендациями РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006). При этом производили фотофиксацию зон деструкции материалов и конструкций. (рис. 1,2,3) Основное внимание было уделено материалам с характерными признаками биологического повреждения (по результатам визуальной оценки). В местах заметной деструкции материалов осуществляли отбор биологических проб. Всего в ходе обследований отобрано 10 проб поврежденных материалов, а также 1 проба дисковидного плодового тела гриба, выявленного в зоне разрушения кирпичной кладки. Все они были подвергнуты тщательному анализу. Образцами для микологического исследования служили:

- фрагменты штукатурного слоя с черным поверхностным биологическим налетом и признаками шелушения и отслаивания;
- фрагменты кирпича с признаками расслаивания и биологического обрастания;
- плотный биологический налет зеленого цвета, покрывающий поверхность стен;
- фрагменты отслаивающегося красочного покрытия, участки шелушащейся и осыпающейся краски;
- макрообрастания природного камня в облицовке фасада храма (мхи, водоросли, биологические наслоения);
- новообразования в виде сталактитов на поверхности стен и потолка в местах просачивания влаги;
- солевые отложения (высолы) в подвале храма;
- фрагменты древесины с характерными признаками биодеструкции (бурая призматическая гниль, трухлявость древесины).

Микробиологическое обследование проводили специалисты ООО "БиоспейсСтрой" и СПбГПУ. Микологический анализ отобранных образцов проводился на лабораторной базе Санкт-Петербургского государственного университета в соответствии с указаниями РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006) и с применением современных диагностических методов микологии.



Рисунок 2. Зона образования пленки черно-зеленого налета на декоративной колонне снаружи

Для первичной изоляции, поддержания в культуре и идентификации микромицетов использовались следующие питательные среды: Чапека-Докса, картофельно-глюкозный агар (КГА), агар Сабуро и сусло-агар. Способы выделения грибов в культуру из образцов поврежденных материалов:

- рассев крошек и мелких фрагментов субстрата на поверхность питательной среды;
- метод смыва с поверхности субстрата, последующего разведения полученной суспензии и посева на питательную среду - модификация метода почвенных разведений [15];
- последующего разведения полученной суспензии и посева на питательную среду - модификация метода почвенных разведений [15];
- метод селективной изоляции грибов с поверхности субстрата на питательную среду с помощью инъекционной иглы [17];
- предварительная активация микромицетов во влажных камерах с последующим переносом на питательную среду развивающихся зачатков грибов.

Идентификация микромицетов проводилась с использованием отечественных и зарубежных определителей [17-35]. Количественное определение спор грибов (колониеобразующих единиц – КОЕ) на 1 грамм субстрата осуществлялось методом разведений [15].

Все полученные данные были обработаны и проанализированы в отношении видового разнообразия, численности, встречаемости и потенциальной опасности микроскопических (плесневых) грибов (биодеструкторов).

5. Основные формы повреждения материалов здания

Повреждения фасада носят мозаичный характер и наиболее заметно проявляются в местах повышенного увлажнения:

- колонии плесневых грибов с преобладанием темноокрашенных микромицетов ;
- биопленки серо-черного цвета с доминированием микромицетов (на штукатурном покрытии);
- локальная трещиноватость материалов;
- биопленки зеленого цвета (локально) в нижней части фасада, в местах водостока, нарушения водоотведения, развиваются поверх кирпичной кладке, а также на природном камне и отштукатуренных элементах (рис. 3);
- локальное вспучивание, отслаивание и осыпание штукатурного слоя;
- высолы в местах повышенного увлажнения;
- обрастания мхами в местах примыкания элементов фасада, по трещинам на горизонтальных и вертикальных поверхностях;
- локальное обрастание лишайниками природного камня и отделочных материалов;
- макрообрастания сосудистыми (семенными) растениями (прорастание растений в трещинах, местах стыка строительных конструкций) преобладают в цокольной части здания храма.



Рисунок 3. Разрушение облицовки фасада угловой части здания мхами, лишайниками и семенными растениями

Степень поражения I – II по РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006).

Проведенные обследования фасада позволили выявить многочисленные формы биологических повреждений строительных и отделочных материалов в фасадах здания храма (рисунок 3). Деструкция материалов носит, преимущественно, локальный (мозаичный) характер и сопряжена с неравномерным повышенным увлажнением, низкой биостойкостью материалов, накоплением высокого потенциала биодеструкторов. Развитие биодеструкторов в обследованных материалах облицовки фасада преимущественно поверхностное, однако в зонах интенсивного разрушения материалов возможно глубокое проникновение биодеструкторов. Преобладающими формами биологического повреждения материалов в фасаде храма являются биопленки серо-черного (с доминированием темноокрашенных микромицетов) и зеленого (с доминированием водорослей) цвета,

а также макрообрастания мхами, лишайниками и сосудистыми (семенными) растениями (рисунки 2, 3). В местах обрастаний зафиксировано развитие не только травянистых, но также кустарников и древесных растений, что является показателем глубокого поражения здания в местах повышенного увлажнения. На этих участках требуется проведение глубокой расчистки материалов, а в местах роста растений требуется локальная разборка кирпичной кладки и удаление остатков корневой системы растений.

При обследовании внутреннего пространства храма зарегистрированы характерные формы повреждений материалов, связанных с развитием биодеструкторов:

- биопленки зеленого цвета, обусловленные массовым развитием зеленых водорослей в местах повышенного увлажнения материалов (в зонах нарушения водоотведения и гидроизоляции) преобладают в местах сводов потолка, на стенах в местах повышенного увлажнения;
- локальное вспучивание, отслаивание и осыпание штукатурного слоя в местах интенсивной деструкции;
- обширные солевые наслоения на штукатурке и кирпичной кладке в местах повышенного увлажнения;
- колонии плесневых грибов в угловых участках здания храма;
- локальная трещиноватость материалов;
- новообразования в виде сталактитов в местах просачивания влаги;
- плодовые тела дисковидной формы в местах образования биопленок;
- разрушение и осыпание связующего раствора (в кирпичной кладке), сопровождающееся обрастанием зеленой биопленкой с доминированием водорослей.

Выявленные типы повреждений во внутреннем пространстве храма свидетельствуют о том, что разрушения материалов связаны, главным образом, с процессами биологической и химической коррозии. Высокий уровень увлажнения материалов (на нескольких участках стены) привел к образованию здесь очагов биологического поражения и, как следствие, к накоплению существенного потенциала биодеструкторов. Особенно показательным является развитие плодовых тел сумчатого гриба (род *Peziza*), выявленных на влажном участке стены с глубокой деструкцией кирпичной кладки и связующего раствора. Образование плодовых тел указывает на высокий уровень накопления биомассы мицелия в зоне деструкции. При этом мицелий развивается внутри кирпичной кладки, а плодовые тела образуются снаружи. Продолжительное увлажнение материалов, образование конденсата и капиллярный подсос влаги привело к образованию обширных солевых наслоений, а также сталактитов. Часть из них оказалась покрыта сверху налетом водорослей, для развития которых оказалось достаточно света и влаги. Такие биопленки опасны тем, что они способствуют накоплению органического вещества, что приводит к развитию агрессивных микромицетов. Деструкция материалов носит, преимущественно, локальный (мозаичный) характер и сопряжена с неравномерным повышенным увлажнением, низкой биостойкостью материалов, накоплением высокого потенциала биодеструкторов.

Развитие микроорганизмов в обследованных материалах внутри храма преимущественно поверхностное, однако в зонах интенсивного разрушения материалов возможно глубокое проникновение биодеструкторов. Степень поражения колеблется от I до III. При этом деревянные конструкции, вынесенные из храма, характеризуются максимально высокой (IV) степенью поражения. Их состояние указывает на продолжительный период деградации деревянных конструкций храма под воздействием влаги и развития домовых грибов.

6. Результаты микологического анализа проб

В данном разделе приведены результаты лабораторного анализа проб, которые, наряду с данными визуальных обследований, послужили основой для объективной оценки состояния обследованных материалов и конструкций, а также составления необходимых рекомендаций по защите от биологических повреждений храма.

В результате проведенных исследований в пробах поврежденных материалов и конструкций, отобранных с фасада и внутри храма, выявлено и идентифицировано 35 видов микроскопических грибов. Разнообразие и количество микромицетов свидетельствуют о значительном биологическом поражении здания храма. В пробах доминируют известные деструкторы материалов и конструкций: 10 видов рода *Penicillium*, 3 вида рода *Aspergillus* и другие. Количество видов в пробах колебалось от 3 до 11, что

свидетельствует о неравномерности распределения микробного сообщества на материалах и конструкциях храма. Численность микромицетов в большинстве проб высокая (достигает 5000 КОЕ на 1 грамм материала). Развитие плесневых грибов приводило к образованию колоний, заметных невооруженным глазом. Среди видов *Penicillium* наиболее высокий показатель встречаемости имел *Penicillium oxalicum* – активный деструктор материалов. Данный вид активно продуцирует щавелевую кислоту – факторов коррозии строительных материалов. Микромицеты активно развивались течение 1-2 недель на искусственных питательных средах.

Максимально высокая численность микромицетов зафиксирована в местах интенсивного макрообрастания камня в цоколе здания храма, в зонах глубокой деструкции (расслаивание) кирпича, шелушения и отслаивания красочного слоя, а также на сталактитах, образующихся на сводах потолка.

Более 30% от общего числа выявленных видов грибов относится к агрессивным деструкторам различных материалов и конструкций. При этом в пробах преобладают грибы, имеющие мелкие споры, которые легко могут разноситься по храму с воздушными потоками. Учитывая высокую численность этих микромицетов, необходимо проведение антисептической обработки материалов и конструкций как внутри, так и снаружи здания храма.

В пробе разрушенной древесины также выявлены микромицеты, способные колонизировать различные материалы. Состояние деревянных элементов указывает на то, что ранее в храме могли активно развиваться домовые (дереворазрушающие) грибы. На это указывает характер гнили (бурая призматическая гниль), которая возникает под воздействием целлюлозоразрушающих домовых грибов. Сохранившиеся мицелиальные тяжи свидетельствуют в пользу этого предположения. Кроме того, деревянные конструкции глубоко повреждены насекомыми (хорошо сохранились следы – отверстия, сделанные личинками насекомых).

Полученные данные свидетельствуют о необходимости осуществления комплекса мероприятий, направленных на защиту здания храма от биопоражения и профилактическое антисептирование материалов.

В целом, на обследованном объекте сформировалось агрессивное микробное сообщество, представляющее опасность для строительных материалов и конструкций. Присутствие плесневых грибов (всего выявлено 35 видов) при общей высокой численности свидетельствуют о необходимости их подавления. По составу биодеструкторов сообщество микромицетов внутри храма более агрессивно по отношению к материалам, в сравнении с сообществом грибов на фасаде здания. Однако в облицовке фасада выявлено большее разнообразие форм биологического поражения материалов. Выявленные группировки деструкторов как внутри, так и снаружи здания наиболее опасны в периоды повышения влажности воздуха и строительных материалов. Биообрастания наиболее активно развиваются в зонах повышенного увлажнения, в местах примыканий элементов фасада и нарушения водоотведения. Высокая численность грибов выявлена в подвале, где, благодаря избыточному увлажнению материалов, активно протекают процессы взаимосвязанной химической и биологической коррозии. Степень деструкции материалов и строительных конструкций колеблется от I до III (по РСН 20-01-2006) (для древесины – IV), что требует принятия необходимых мер по защите объекта от биологического разрушения.

7. Практические рекомендации

Для устранения микроорганизмов, повреждающих конструкции храма следует предпринять меры и выполнить определенные работы. Произвести поверхностную расчистку облицовочных материалов: удалить следы биологических наслоений, новообразований различной природы, остатков старых отделочных материалов, продуктов коррозии. Произвести глубокую расчистку материалов в зонах интенсивного разрушения (в местах постоянного увлажнения) с последующей биоцидной обработкой очищенных участков. Произвести расчистку швов и зон скопления влаги в элементах фасада. Удалить зеленый налет аэрофильных водорослей, а также серо-черный налет плесневых грибов в цоколе, на кирпичной кладке и наштукатуренных элементах фасада

Особое внимание уделить расчистке сводов потолка и стен, покрытых биологическим налетом зеленого цвета (с доминированием водорослей). Просушить места, где наблюдалось развитие зеленых биопленок. Осуществить биоцидную (антисептическую) обработку материалов с применением составов, обладающих комплексным защитным действием.

При проведении ремонтных, реставрационных и консервационных работ использовать материалы, обладающие биостойкостью: возможно добавление в реставрационные материалы биоцидов на основе

гуанидина. Восстановить нарушенную гидроизоляцию, осуществлять постоянный контроль параметров влажности. В качестве биоцидных препаратов для защиты храма от биоповреждений можно использовать следующие составы: Adolit M fluessig (арт. 2100) фирмы «Remmers» (Германия), Kieselit-Fassadenreiniger фирмы «Alligator» (Германия), Metatin N-58-10/101 фирмы «АСИМА» (Швейцария). Перечисленные материалы, являются взаимозаменяемыми и равнозначными по воздействию на биодеструкторов и предназначены для работы на пористых каменных материалах.

Однако, в качестве основного состава, обладающего комплексным защитным действием и низкой токсичностью в отношении людей и окружающей среды целесообразно использовать состав АНТИ-Н (по лицензии фирмы РОСИМА, производитель ООО «АТОМКОЛОП»). Состав может применяться для поверхностной обработки элементов фасада, а также деревянных конструкций для уничтожения и профилактики появления плесневых грибов (состав успешно применялся на ряде исторических объектов Санкт-Петербурга и пригородов). Препарат АНТИ-Н готовый к использованию (водный раствор) доставляется к месту обработки в 10-литровых канистрах непосредственно перед обработкой, обработка производится мелкодисперсными распылителями или валиком, расход препарата из расчета 120-150 грамм на 1 кв. м. поверхности, просушка обработанных материалов – 5-7 дней до восстановления исходных параметров влажности, очистка обработанной поверхности от отмерших и коагулированных остатков биологических и грязевых наслоений осуществляется кистями или щетками, вторичная биоцидная обработка составом АНТИ-Н осуществляется с целью антисептирования материалов, достижения пролонгированного эффекта и производится в зонах повышенного риска (зоны повышенного увлажнения).

8. Заключение

В статье подробно описано микологическое исследование храма в деревне Пенино Сланцевского района Ленинградской области. Проведена фотофиксация по каждой области распространения микроорганизмов и определена степень их поражения по РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006). Отобраны пробы материалов, заселенных колониями, которые были проанализированы в лаборатории. Было установлено типы и количество колоний микроорганизмов в отобранных пробах. На основе полученных данных о колониях микроорганизмов, населяющих поврежденные конструкции в храме, было предложено провести ряд мер по их устранению для каждой из зон в зависимости от степени поражения, типа материала и места его расположения. Также было приведен список рекомендуемых препаратов для обработки материалов, применяющихся для устранения и профилактики появления микроорганизмов.

Литература

1. Карпенко Н.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Биоповреждения и биокоррозия в строительстве // Материалы международной научно-технической конференции. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2004. 3 с.
2. Ильечев В.Д. На стыке экологии и техники // Биоповреждения в строительстве. 1984. С. 4-9.
3. Мотеюнайте О., Лугаускас А. Микромицеты – контаминанты стеклотекстолитов // Успехи медицинской микологии, 2005. Том.5. С. 176-181.
4. Старцев С.А., Антонов В.Б., Беляков Н.А. [и др] Биоповреждение больничных здании и их влияние на здоровье человека. СПб.: Изд-во МАПО, 2008. С. 4, 91-99.
5. Jagjit Singh. Toxic moulds and indoor air quality. Indoor built environment. 2005. Vol.14. Issue 3-4. 2005. Pp. 229-234.
6. Клясова Г. А. Петрова Н. А. [и др.] Инвазионный аспергиллез легких в гематологической практике // Успехи медицинской микологии. 2005. Том 6. С. 156-159.
7. Арзуманян В.Г., Ожован И.М. Киллерная активность дрожжей *Candida albicans* // Успехи медицинской микологии. 2005. Том 5. С. 197-202.
8. Jagjit Singh, Chuck Yu, Jeong Tai Kim. Building pathology // Toxic mould remediation. Indoor built environment. 2011. Vol. 20. Issue 1. Pp. 36-46.
9. Чекунова Л.Н., Бобкова Т.С. О грибостойкости материалов, используемых в жилищном строительстве, и мерах ее повышения // Биоповреждения в строительстве. 1984. С. 308-316.
10. Идессис В.Ф., Рамазанова С.С., Шток Д.А., Исанбаева Г.В. Биологическое разрушение некоторых материалов, вызываемое грибами // Альгофлора и микофлора Средней Азии. 1976. С. 295-297.
11. Панасенко В.Т. Татаренко Е.С. Психротолерантная грибная флора пищевых продуктов // Микробиология. Том 9. 1940. С. 579-583.
12. Barri S. Comparative field and laboratory testing of fungicidal emulsion paints for interior use // Proceedings 4th International Symposium. Berlin, 1978. Pp. 345-353.
13. Hueck van der Plas E.H. The microbiological deterioration of porous building materials // International Biodeterior. Bull. Vol. 4. Issue 1-2. Berlin, 1968. Pp. 28.
14. Fitzner V., Heinrichs K., Kownatzki R. Weathering forms – classification and mapping // Denkmalpflege und Naturwissenschaft. Natursteinkonservierung I. Berlin, 1995. Pp. 41-88.
15. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л., 1969. 118 с.
16. Грибы, повреждающие мрамор в Херсонесе / Горбушина А.А., Панина Л.К., Власов Д.Ю., Крумбайн В.Е. // Микология и фитопатология. 1996. Том. 30. №4. С. 23-27.
17. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л.: Наука, 1967. 304 с.
18. Barnett H.L. Illustrated genera of Imperfect fungi. Minneapolis, Minnesota, 1967. 225 p.
19. Barron G.L. The genera of Hyphomycetes from soil. Baltimore, 1968. 364 p.
20. Пидопличко Н.М., Милько А.А. Атлас мукоральных грибов. Киев: Наукова думка, 1971. 117 с.
21. Ellis M.B. Dematiaceous Hyphomycetes. Kew. 1971. 608 p.
22. Ellis M.B. More Dematiaceous Hyphomycetes. Kew. 1976. 507 p.
23. Пидопличко Н.М. Пенициллии (Ключ для определения видов). Киев: Наукова думка, 1972. 152 с.
24. Левкина Л.М. Ключи для определения видов *Cladosporium* Lk ex Fr // Вестник МГУ. 1974. № 4. С. 77-81.
25. Arx von J.A. The genera of fungi sporulating in pure culture. Vaduz, 1974. 271 p.
26. Билай В.И. Фузарии. Киев: Наукова думка, 1977. 443 с.
27. Кириленко Т.С. Атлас родов почвенных грибов. Киев, Наукова думка, 1977. 128 с.
28. Кириленко Т.С. Определитель почвенных сумчатых грибов. Киев: Наукова думка, 1978. 125 с.
29. De Hoog G.S., Hermanides-Nijhof E.J. Survey of the black yeasts and allied fungi // Studies in Mycology. 1977. № 15. Pp. 178-223.
30. Hermanides-Nijhof E.J. Aureobasidium and allied genera // Studies in Mycology. 1977. № 15. 1977. 141-177 p.

31. De Hoog G.S. The black yeasts, II: Moniliella and allied genera // Studies in Mycology. 1979. № 19. 90 p.
32. Лугаускас А.Ю., Микульскине А.И., Шляужене Д.Ю. Каталог микромицетов - биодеструкторов полимерных материалов. М.: Наука, 1987. 349 с.
33. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Определитель. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
34. Билай В.И., Курбацкая З.А. Определитель токсинообразующих микромицетов. Киев: Наукова думка, 1990. 234 с.
35. De Hoog G.S., Guarro J. Atlas of clinical fungi. CBS. Universitat Rovira i Virgili. USA, 1995. 720 p.

Mycological inspection of the building, as the example is a church in the village Penino

S.A. Startsev¹, D.Yu. Vlasov², D.M. Shlychkova³, O.V. Petrochenko⁴

^{1,3,4}*Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.*

²*Saint-Petersburg State University, 7-9, University Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia.*

¹*"Biospacestroy" Ltd., 207 office, 1, Karavannaya st., St. Petersburg, 191023, Russia.*

ARTICLE INFO

Article history

Received 13 December 2013
Received in revised form 26 February 2014
Accepted 28 February 2014

Keywords

inspection
biological destruction
biological corrosion
fungus
microorganisms
photo fixation
macro fouling
neoplasm

ABSTRACT

The article describes the mycological examination of the church, built at 1900 in the village Penino. Detailed visual inspection was confirmed by photo fixing, there were taken samples from different constructions, where were a lot of visible efflorescence, scuffs of green colors, noticeable lamination structure of the material, macro fouling of the natural stone with moss and algae. Additionally the results of mycological laboratory analysis of taken samples were presented. According to the received results, that showed the number of colony forming units and the type of microorganism, there were given recommendations how to remove all fixed colonies of microorganisms that ruin the object's construction.

³ *Corresponding author:*

+7 (911) 711 1040; darita_egypt@mail.ru (Darita Maksimovna Shlychkova, Student)

¹ +7 (911) 134 6034; StartsevSA@biospacestroy.ru (Sergey Aleksandrovich Startsev, Senior lecturer, Director of "Biospacestroy" Ltd.)

² +7 (911) 452 6598; dmitry.vlasov@mail.ru (Dmitry Yurjevich Vlasov, D. Sc., Professor)

⁴ +7 (911) 098 3147; olesya-pet@mail.ru (Olesya Vyacheslavovna Petrochenko, Student)

References

1. Karpenko N.I., Yerofeyev V.T., Smirnov V.F. *Biopovrezhdeniya i biokorroziya v stroitelstve* [Biodamages biocorrosion and construction] // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Saransk: Izd-vo Mordov. Un-ta*, 2004. 3 p. (rus)
2. Ilyechev V.D. *Na styke ekologii i tekhniki* [At the junction of ecology and technology] // *Biopovrezhdeniya v stroitelstve*. 1984. Pp. 4-9. (rus)
3. Moteyunayte O., Lugauskas A. *Mikromitsety – kontaminanty steklotekstolitov* [Micromycetes - contaminants fiberglass] // *Advances in medical mycology*. Vol. 5. 2005. Pp.176-281. (rus)
4. Startsev C.A., Antonov V.B., Belyakov N.A. [et. al.] *Biopovrezhdeniye bolnichnykh zdaniy i ikh vliyaniye na zdorovye cheloveka* [Biodamage hospital building and their impact on human health]. *SPb.: Izd-vo MAPO*, 2008. Pp. 4, 91-99. (rus)
5. Jagjit Singh. Toxic moulds and indoor air quality. *Indoor built environment*. 2005. Vol.14. Issue 3-4. 2005. Pp. 229-234.
6. Klyasova G. A. Petrova N. A. [et. al.] *Invazionnyy aspergillez legkikh v gematologicheskoy praktike* [Invasive pulmonary aspergillosis in hematology practice] // *Advances in medical mycology*. 2005. Vol. 6. Pp. 156-159. (rus)
7. Arzumanyan V.G., Ozhovan I.M. *Killernaya aktivnost drozhzhey Candida albicans* [Killer activity of yeast *Candida albicans*] // *Advances in medical mycology*. 2005. Vol 5. Pp. 197-202. (rus)
8. Jagjit Singh, Chuck Yu, Jeong Tai Kim. Building pathology // *Toxic mould remediation. Indoor built environment*. 2011. Vol. 20. Issue 1. Pp. 36-46.
9. Chekunova L.N., Bobkova T.S. *O gribostoykosti materialov, ispolzuyemykh v zhilishchnom stroitelstve, i merakh yeye povysheniya* [About fungal resistance of materials used in residential construction, and measures to improve] // *Biopovrezhdeniya v stroitelstve*. 1984. Pp. 308-316. (rus)
10. Idessis V.F., Ramazanov S.S., Shtok D.A., Isanbayeva G.V. *Biologicheskoye razrusheniye nekotorykh materialov, vyzyvayemoye gribami* [Biological degradation of some materials caused by fungi] // *Algoflora i mikoflora Sredney Azii*. 1976. Pp. 295-297. (rus)
11. Panasenko V.T. Tatarenko Ye.S. *Psikhrotolerantnaya gribnaya flora pishchevykh produktov* [Psychrotolerant fungal flora food] // *Microbiology*. 1940. Vol. 9. Pp. 579-583. (rus)
12. Barri S. Comparative field and laboratory testing of fungicidal emulsion paints for interior use // *Proceedings 4Th International Symposium. Berlin, 1978*. Pp. 345-353.
13. Hueck van der Plas E.H. The microbiological deterioration of porous building materials // *International Biodeterior. Bull.*, Vol. 4. Issue 1-2. Berlin, 1968. Pp. 28.
14. Fitzner B., Heinrichs K., Kownatzki R. Weathering forms – classification and mapping // *Denkmalpflege und Naturwissenschaft. Natursteinkonservierung I. Berlin, 1995*. Pp. 41-88.
15. Litvinov M.A. *Metody izucheniya pochvennykh mikroskopicheskikh gribov* [Methods of studying soil microfungi] L., 1969. 118 p. (rus)
16. *Griby, povrezhdayushchiye mramor v Khersonese* [Mushrooms damaging marble in Chersonesos] / Gorbushina A.A., Panina L.K., Vlasov D.Yu., Krumbayn V.Ye. // *Mikologiya i fitopatologiya*. 1996. Vol. 30. №4. Pp. 23-27. (rus)
17. Litvinov M.A. *Opredelitel mikroskopicheskikh pochvennykh gribov*. [Determinant of microscopic soil fungi] L.: Nauka, 1967. 304 p. (rus)
18. Barnett H.L. *Illustrated genera of Imperfect fungi*. Minneapolis, Minnesota, 1967. 225 p.
19. Barron G.L. *The genera of Hyphomycetes from soil*. Baltimore, 1968. 364 p.
20. Pidoplichko N.M., Milko A.A. *Atlas mukoralnykh gribov* [Atlas of mukoralnyh fungi]. *Kiyev: Naukova dumka*, 1971. 117 p. (rus)
21. Ellis M.B. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew. 1971. 608 p.
22. Ellis M.B. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew. 1976. 507 p.
23. Pidoplichko N.M. *Penitsillii (Klyuch dlya opredeleniya vidov)* [Key to the species] *Kiyev: Naukova dumka*, 1972. 152 p. (rus)

24. Levkina L.M. *Klyuchi dlya opredeleniya vidov Cladosporium Lk ex Fr* [Keys to the species of Cladosporium Lk ex Fr] // Moscow University Bulletin. 1974. № 4. Pp. 77-81. (rus)
25. Arx von J.A. The genera of fungi sporulating in pure culture. Vaduz, 1974. 271 p.
26. Bilay V.I. *Fuzarii* [Fusari] Kiyev: Naukova dumka, 1977. 443 p. (rus)
27. Kirilenko T.S. *Atlas rodov pochvennykh gribov* [Atlas of genera soil fungi]. Kiyev, Naukova dumka, 1977. 128 p. (rus)
28. Kirilenko T.S. *Opredelitel pochvennykh sumchatykh gribov* [Determinant of soil fungi marsupials]. Kiyev: Naukova dumka, 1978. 125 p. (rus)
29. De Hoog G.S., Hermanides-Nijhof E.J. Survey of the black yeasts and allied fungi // Studies in Mycology. 1977. № 15. Pp. 178-223.
30. Hermanides-Nijhof E.J. Aureobasidium and allied genera // Studies in Mycology. 1977. № 15. 1977. 141-177 p.
31. De Hoog G.S. The black yeasts, II: Moniliella and allied genera // Studies in Mycology. 1979. № 19. 90 p.
32. Lugauskas A.Yu., Mikulskine A.I., Shlyauzhene D.Yu. *Katalog mikromitsetov - biodestruktorov polimernykh materialov* [Catalog of micromycetes - biodestructors polymeric materials]. M.: Nauka, 1987. 349 p. (rus)
33. Bilay V.I., Koval E.Z. *Aspergilly. Opredelitel* [Aspergillus. Determinant]. Kiyev: Naukova dumka, 1988. 204 p. (rus)
34. Bilay V.I., Kurbatskaya Z.A. *Opredelitel toksinoobrazuyushchikh mikromitsetov* [Determinant toxigenic micromycetes]. Kiyev: Naukova dumka, 1990. 234 p. (rus)
35. De Hoog G.S., Guarro J. Atlas of clinical fungi . CBS. Universitat Rovira i Virgili. USA, 1995. 720 p.