Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN115.pdf>

DOI: 10.15862/103TVN115 (<http://dx.doi.org/10.15862/103TVN115>)

УДК 624.19:699.874:331.451

Копытенкова Ольга Ивановна

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург¹

Доктор медицинских наук, профессор

E-mail: kopite@rambler.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=126682

Шилова Екатерина Альбертовна

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург

Кандидат медицинских наук, доцент

E-mail: shilova.pgups@yandex.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=481391

Сазонова Анна Михайловна

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург

Ассистент

E-mail: amm_2005@mail.ru

Комплексный подход к оценке биодеструктивных факторов при освоении подземного пространства

¹ 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9, ПГУПС
(кафедра «Техносферная и экологическая безопасность», пом. 2-408).

Аннотация. В современном мире из-за высокой степени урбанизации, быстрого роста транспортных средств, недостатка территории большинство крупных городов мира активно использует подземное пространство. Для подземных работ характерны специфические вредные производственные факторы. В статье рассматриваются вредные производственные факторы - биологические, действующие на работников подземных объектов. Представлено исследование влияния факторов риска производственной среды на здоровье человека. Описан эксперимент по изучению микроскопических грибов, представляющих опасность для контактирующих лиц и участвующих в биодеструкции объектов подземного пространства Санкт-Петербурга. Определен видовой состав микромицетов, встречающихся в подземных транспортных тоннелях Санкт-Петербурга, установлен процент пораженности идентифицированными микроскопическими грибами исследуемых участков. Рассмотрены причины биоповреждений различных материалов и конструкций. Приводятся данные исследования воздушной среды объекта на наличие мелкодисперсной пыли, представлены данные замеров концентрации мелких взвешенных частиц в воздухе рабочей зоны. Установлена зависимость между колониеобразующими единицами грибов и концентрацией частиц пыли. Проанализированы причины неэффективной борьбы с биологическими агентами. Предложена усовершенствованная схема мероприятий по борьбе с биодеструкцией, комплексный подход к оценке биологических факторов на основе изучения агрессивного воздействия микромицетов на объекты.

Ключевые слова: подземные объекты; охрана труда; биологические факторы; биодеструкция; микромицеты; мелкодисперсная пыль; комплексный подход.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Копытенкова О.И., Шилова Е.А., Сазонова А.М. Комплексный подход к оценке биодеструктивных факторов при освоении подземного пространства // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/103TVN115

Введение

В процессе трудовой деятельности на работников действует ряд вредных и опасных факторов. Факторы, определяющие условия труда на рабочем месте можно условно разбить на группы (Рис. 1).

Рис. 1. Факторы, определяющие условия труда на рабочем месте (составлено авторами)

Среди перечисленных вредных производственных факторов особое место занимают биологические. Под биологическими факторами необходимо понимать совокупность биологических агентов (в т.ч. макро- и микроорганизмов), продукты их метаболизма, а также продукты биологического синтеза, которые при воздействии на организм человека и окружающую среду оказывают негативное влияние.

При оценке условий труда биологическим факторам в настоящее время уделяется недостаточное внимание. Преуменьшение их отрицательного действия на работающих характерно для значительного числа профессиональных групп и отдельных профессий [1].

Для развития заболевания, вызванного действием биологических агентов, необходимы три условия:

1. патогенный или условно патогенный возбудитель;

2. благоприятная среда для его развития и реализации патогенных свойств;
3. восприимчивый организм – человек с иммунодефицитным статусом.

Характер заболевания и его распространенность зависят от численности коллектива, и восприимчивости его членов [2].

Большую часть жизни житель современного города проводит в искусственной, им самим созданной экологической обстановке [3]. Образовываются антропогенные искусственные экосистемы, включающие постоянные или временные коллективы, связанные семейными, производственными узами или состоянием здоровья (больницы, санатории и пр.) [2]. Всё это способствует активации патогенных свойств биологических агентов.

В настоящее время из-за роста городов и транспортных средств в мегаполисах наблюдается дефицит территорий. Большинство крупных городов мира всё чаще использует подземное пространство. Под подземными объектами (сооружениями) понимают специально оборудованные горные выработки в толще горных пород, которые имеют различное назначение: транспортные и гидротехнические тоннели, промышленные предприятия, электростанции, склады и хранилища, объекты городского хозяйства (пешеходные переходы, автостоянки и т.д.), лечебные учреждения и военные объекты². В данной работе в качестве части урбоэкосистемы предлагается рассмотреть подземное пространство города Санкт-Петербурга (участки транспортных тоннелей).

Подземные пространства обладают рядом особенностей [4,5]: замкнутость, повышенная относительная влажность, недостаточная вентиляция – всё это создает благоприятную среду для развития биологических агентов.

Биологические агенты – многообразные живые организмы, повсеместно распространённые в окружающей среде, её естественная составляющая. Живые организмы не только являются источником риска опасного воздействия на человека, но и оказывают влияние на окружающую среду. Повреждениям от биологических агентов подвержено практически всё, что создает и сооружает человек во всех сферах своей деятельности [6]. Негативное воздействие организмов в процессе их жизнедеятельности на объекты деятельности человека может приводить к биоповреждению, физическому и химическому изменению полезных свойств материалов. Совокупность реакций таких изменений (биодеструкция) может быть вызвана действием одного организма или сообщества организмов (биодеструкторов)³. Нужно помнить, что вовремя не принятые меры по ликвидации последствий биоповреждения приведут к биоразрушению объекта, последующим экономическим потерям, а также к возможным аварийным ситуациям. Проблема распространения условно патогенных микроорганизмов в среде обитания человека тесно связана с процессом биоповреждений, так как значительное число видов биодеструкторов являются возбудителями заболеваний.

Спектр живых организмов, вызывающих повреждения строительных материалов и конструкций, представлен на рис. 2.

² Подземные сооружения [Электронный ресурс]// Большой Энциклопедический словарь: [сайт]. URL: <http://www.vedu.ru/bigencdic/48687/> (дата обращения: 09.09.2014).

³ Региональные временные строительные нормы "Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды" (РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006) (Приняты и введены в действие распоряжением Комитета по строительству Санкт-Петербурга от 27.03.2006 № 58).

Рис. 2. Спектр живых организмов, вызывающих повреждения строительных материалов и конструкций (составлено авторами).

Бактерии и грибы наиболее часто встречаются в зданиях и сооружениях; микроскопические водоросли и беспозвоночные животные (жуки и черви) выступают в роли биодеструкторов при наличии специфических условий; лишайники, мхи и высшие растения поражают фасады зданий [7].

Проявление агрессивного воздействия на материалы наиболее выражено у таких микроорганизмов, как микроскопические грибы (микромикеты) и бактерии (20 % от общего количества биоповреждений [8]). В качестве биодеструкторов в данной работе рассматривались микодеструкторы (микроскопические грибы, вызывающие деструкционные процессы), так как они преобладают над другими микроорганизмами в почве и воздухе городов [3] и имеют наибольшее значение в биоповреждении объектов, в т. ч. и подземных пространств.

Микромикеты - микроскопические грибы (плесневые грибы), способные развиваться на различных материалах, многие виды таких грибов являются агентами биоповреждений органических и неорганических материалов, а также они могут оказывать негативное влияние на здоровье людей, вызывая как спорадические, так и групповые заболевания [6]. Условно их отрицательное воздействие на контактирующего с ними человека можно разделить на группы [3]:

1. разрушение зданий (например, обвалы), подвергшихся биоповреждению, могут привести к получению работником травм;
2. сочетание повышенной влажности в помещении с охлаждением организма работника приводит к таким заболеваниям, как хронические неспецифические заболевания органов дыхания, опорно-двигательного аппарата и др.;
3. непосредственно действие микроорганизмов на человека ведет к инфекционным поражениям – микозам, в некоторых случаях – к микогенным аллергиям.

Изучение проблемы микробиологических повреждений имеет огромное значение для разработки защиты материалов от биодеструкции и для сохранения здоровья человека.

Целью данной работы является формирование комплексного подхода к оценке биологического фактора на основе изучения агрессивного биологического воздействия на объекты подземных транспортных тоннелей, его влияния на состояние конструкций и организм человека.

Объектами исследования стали участки конструкций тоннелей, пораженные микроорганизмами (части стен, фрагменты арматуры, полы, технологические отверстия различных помещений (мастерских, технических помещений и т.п.) и воздух рабочих зон.

Предмет исследования - материал, полученный при проведении обследований участков конструкций и воздушной среды объекта; выделенные и идентифицированные культуры микромицетов.

1. Исследование микроскопических грибов подземного пространства

При проведении эксперимента для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- установление наличия биоповреждений конструкций (в основном бетонные конструкции);
- отбор микробиологических проб с пораженных участков и с участков, которые потенциально могут быть подвержены биодеструкции;
- отбор проб воздуха рабочих зон на наличие микроорганизмов;
- идентификация агентов биоповреждения путем микологического анализа проб;
- исследование воздуха производственной среды на наличие мелкодисперсной пыли.

Исследования проводились в соответствии с методиками РВСН 20-01-2006 (ТСН-20-303-2006) «Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды», принятых и введенных в действие распоряжением Комитета по строительству Санкт-Петербурга от 27.03.2006 № 58.

Визуальный осмотр подземного пространства (тоннеля) показал наличие биоповреждений строительных конструкций. Участки со схожими признаками биоповреждений были объединены в группы, установлен вид биоповреждений. Произведен выбор участков для дальнейшего обследования, их фотофиксация (рис. 3).

Рис. 3. Примеры участков конструкций подземного пространства с признаками биоповреждения (фотографии сделаны авторами)

В основном наблюдается комбинированное разрушение - микроорганизмы, их сообщества и продукты жизнедеятельности воздействуют комплексно на строительные материалы. Предварительно была определена степень биоповреждения. Наиболее часто выявлялась III степень повреждения, характеризующаяся отслоением штукатурки, шпаклевки, коррозионного слоя от арматуры железобетона, шелушением, выкрошиванием кирпича, кладочного раствора, бетона и железобетона, повреждением поверхности натурального камня на глубину более 5 мм.

Отбор проб осуществлялся с наиболее поврежденных зон выбранных участков в стерильные чашки Петри с помощью скальпеля и методом бактериологических отпечатков. Также отбор проводился с участков, которые потенциально могут быть подвержены биодеструкции методом смывов с поверхности стерильными салфетками с последующим помещением их во флаконы с транспортной средой. При обследовании воздуха рабочих зон на наличие микроорганизмов использовалось пробоотборное устройство ПУ-1Б (аспиратор), обеспечивающее осаждение на питательную среду клеток микроорганизмов из определенного объема воздуха. Затем пробы направлялись на первичную идентификацию.

Для первичной идентификации в качестве питательных сред использовались стандартные для этих исследований среды: среда Сабуро (жидкая и плотная), картофельный агар. Помещенный на питательные среды материал инкубировался при температуре 25-28 °C в условиях повышенной влажности. Осуществлялось ежедневное наблюдение и просмотр материала на малом увеличении микроскопа. Далее образовавшиеся колонии микромицетов пересеивались на стандартные питательные среды до получения развитых колоний с характерным спороношением. В ходе первичной идентификации установлено, что причиной данных биоповреждений являлась массивованная глубокая биодеструкция, вызванная микромицетами.

Для окончательной идентификации (микологический анализ) были выполнены пересеивы для получения чистых культур микромицетов. Идентификация проводилась до рода, в некоторых случаях – до вида. Спектр идентифицированных в ходе микологического анализа микромицетов, встречающихся на участках конструкций, представлен в Таблице 1.

Таблица 1

Микромицеты, идентифицированные на участках исследования (составлено авторами)

№ п/п	Название микромицета
1	Exophiala oligosperma Calandron ex de Hog
2	Phoma sp.
3	Aureobasidium pullulans (de Bary) G. Aunaud
4	Aspergillus sp. (terreus Thom, ochraceus Wilhelm)
5	Acremonium sp.
6	Chaetomium sp.
7	Penicillium brevicompactum Dier ckx
8	Verticillium lecanii (Zimm) Viegas
9	Rhodotorula sp.

Процент пораженности исследуемых участков микромицетами представлен на диаграмме, рис.4.

Рис. 4. Пораженность исследуемых участков микромицетами (составлено авторами)

Подсчет колоний в КОЕ (колонеобразующих единицах) на единицы массы и объема исследуемых проб микромицеты, встречающиеся в максимальной концентрации (Таблица 2).

Таблица 2

Микромицеты, встречающиеся в максимальной концентрации (составлено авторами)

№, п/п	Название микромицета	Максимальная концентрация в соскобах, КОЕ/г	Максимальная концентрация в смывах, КОЕ/кв. см
1	Penicillium sp	12000	1800
2	Chaetomium sp.	8000	500
3	Phoma sp.	3000	500
4	Aspergillus sp.	800	600

Выделенные микромицеты обнаруживались на пораженных участках как в монокультурах, так и в сообществах, причем чаще - в сообществах. В настоящее время полагают, что одни из них, скорее всего, разрушают защитный слой, а другие – основной материал конструкции. Также некоторые микроорганизмы, входящие в сообщества, могут не принимать непосредственное участие в разрушении материалов, но играют важную роль в жизнедеятельности сообщества и накоплении общей биомассы [7].

Микробиологический анализ воздуха позволил выявить микромицеты, встречающиеся только в воздухе рабочих зон и отсутствующие на участках конструкций объекта. Спектр таких микромицетов представлен в Таблице 3.

Таблица 3

Микромицеты, идентифицированные в воздухе рабочих зон (составлено авторами)

№ п/п	Название микромицета
1	<i>Aspergillus sydowii</i>
2	<i>Trichoderma koningii</i>
3	<i>Gliomastix</i> sp.
4	<i>Aspergillus glaucus</i>
5	<i>Aspergillus fumigatus</i>
6	<i>Aspergillus niveus</i>
7	<i>Aspergillus ustus</i>
8	<i>Bacillus</i> sp.

По частоте встречаемости в подземном пространстве на первом месте стоят микромицеты рода *Chaetomium* sp., на втором - *Penicillium* sp., на третьем - *Aspergillus* sp. Наибольшие повреждения материалов вызывают плесневые грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*, представляющие также опасность и для здоровья людей [7, 8].

Идентифицированные микромицеты *Aspergillus ochraceus*, *Aureobasidium pullulans* и *Chaetomium*, являющиеся характерными микробиодеструкторами для Санкт-Петербурга, обладают высокой степенью агрессивности⁴.

К основным причинам биоповреждений объектов относятся следующие:

- повышенная относительная влажность;
- наличие питательной среды для биодеструкторов в виде веществ, как правило, органических, в составе строительных материалов;
- повреждение поверхности строительных материалов под воздействием различных факторов (трещины);
- антисанитарные условия в эксплуатируемых и подсобных помещениях и на прилегающих объектах;
- загрязнение поверхности строительных материалов веществами, способствующими развитию биодеструкторов;
- использование материалов, уже зараженных биодеструкторами;
- наличие в атмосфере газов: SO₂, SO₃, CO₂, NO₂, NH₃ и т.п.;

⁴ РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006).

- высокая запыленность воздушной среды.

При обследовании воздушной среды подземных объектов были обнаружены взвешенные частицы в форме мелкодисперсной пыли (РМ-частицы). РМ-частицы представляют собой сложное соединение органических и неорганических субстанций.

Именно мелкие частицы пыли опасны для людей. Длительное вдыхание пыли, проникающей в легочные альвеолы, приводит к развитию особого заболевания легких — пневмокониоза⁵.

В ходе эксперимента были проведены замеры с помощью комбинированного полуавтоматического пылемера ОПМН-10,0 концентрации мелких взвешенных частиц РМ10 в воздухе рабочей зоны подземного объекта. По результатам средних концентраций за операцию и длительности операции была определена пылевая нагрузка.

Так как взвешенные РМ-частицы обладают беспороговым действием, то для оценки использовали предельно допустимую среднесуточную концентрацию (ПДК_{сс}) РМ-частиц атмосферного воздуха для воздуха рабочей зоны в соответствии с ГН 2.1.6.2604-10 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». В случае превышения среднесменной ПДК мелкодисперсной пыли обязателен расчет пылевой нагрузки. Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работника - это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую работник вдыхает за весь период фактического (или предполагаемого) профессионального контакта с пылью. ПН превысила контрольную пылевую нагрузку (КПН) в 6 раз, что требует использование принципа «защиты временем».

Микроорганизмы могут попадать в воздух подземных сооружений с атмосферным воздухом, пылью. При этом наблюдается прямая зависимость между концентрацией микромицетов и концентрацией РМ-частиц: чем выше концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, тем интенсивнее микробная контаминация [3]. Следовательно, учет повышенной запыленности воздуха (РМ-частицы) при оценке действия биологического фактора на работников подземных объектов необходим для предупреждения заболеваний, в том числе и профессиональных.

На основе проведенных исследований нами была предложена схема защиты от неблагоприятного действия микромицетов материалов и конструкций, а также здоровья человека.

2. Комплексный подход к оценке биологического фактора

Биодеструкторы обладают высокой адаптационной способностью к различным материалам как к источникам питания, широкой амплитудой изменчивости, способны мутировать и приспосабливаться к экстремальным условиям среды и различным средствам защиты [9].

Разработка и подбор методов предупреждения и ликвидации биодеструкции – трудоёмкая задача, требующая комплексного подхода.

На рис. 5 представлен общий алгоритм проведения обследования пораженных биодеструкцией объектов при подборе методов защиты материалов, конструкций и контактирующих лиц от действия микромицетов (схема комплексного подхода).

⁵ Пыль [Электронный ресурс]// Популярная медицинская энциклопедия: [сайт]. URL: <http://medbooka.ru/pyl> (дата обращения 21.12.2014).

Рис. 5. Схема комплексного подхода к подбору защиты материалов, конструкций и человека от действия микромицетов (составлено авторами)

Особенностью разработанного комплексного подхода к решению вопросов предупреждения биодеструкции строительных конструкций является учет того факта, что подземное пространство - естественная среда обитания микромицетов. Предлагаемая схема предполагает обследовать участки не только с выраженной биодеструкцией, но и те участки, которые потенциально могут быть ей подвержены [10]. Нахождение таких потенциальных участков осуществляется на первом этапе с помощью анализа конструкционно-технологических особенностей объекта и анализа условий эксплуатации. Косвенным показателем неблагоприятной микологической обстановки также может быть состояние здоровья лиц, контактирующих с микромицетами [10].

При проведении микологического обследования необходимо производить отбор проб как с поверхностей конструкций, так и из воздуха рабочих зон. Нужно учитывать, что причина неэффективности применяемых биоцидных препаратов часто заключается в том, что, как правило, в разрушении строительных материалов принимают участие сообщества микроорганизмов. В отличие от лабораторных условий в техногенной среде обитания жизнедеятельность микроорганизмов, в том числе и микромицетов протекает именно в сообществах. В них они проявляют несколько иные свойства, нежели при культивировании их в монокультуре в искусственных условиях. Поэтому зачастую препараты, протестированные в лаборатории на культурах, вызывающих биодеструкцию, не действуют на те же культуры в естественной среде. На этапе определения чувствительности/устойчивости к методам защиты предлагается проводить исследования как для монокультур, так и для смешанных культур с целью оценки эффективности использования биоцидных препаратов. Причем это нужно делать для различных концентраций разнообразных биоцидных препаратов [10]. При подборе защиты материалов необходимо учитывать характер и степень воздействия этих средств на активность микромицетов для прогнозирования возможных последствий [6]. Потенциальная патогенность может выступать защитной функцией грибов на действие биоцидных препаратов. Особенно это характерно для участков с биоповреждениями, которые уже подвергались обработке препаратами, утратившими со временем биоцидную активность.

Комплексный подход также предполагает учет зависимости вредных факторов производственной среды между собой. Данная схема предлагает исследовать воздушную среду на наличие РМ-частиц при оценке биологического фактора.

Таким образом, несмотря на широкое распространение микромицетов в подземном пространстве, последовательная комплексная борьба с их негативным воздействием возможна. Комплексный подход будет способствовать уменьшению ущерба здоровью людей, состоянию технических средств, материалов и конструкций, наносимого биодеструкцией, вызванной микромицетами.

Заключение

Работа на подземных объектах связана с повышенной опасностью, сопровождается рядом вредных производственных факторов. Подземное пространство - естественная среда обитания микромицетов. Поэтому биологический фактор занимает особое место при оценке условий труда работников подземных пространств. Микромицеты негативно воздействуют не только на человека, но и на окружающие его объекты, вызывая их биоповреждение.

В ходе проведенного исследования подземных объектов Санкт-Петербурга было изучено явление биодеструкции подземных транспортных тоннелей, ее влияние на организм людей, а также на состояние строительных конструкций. Было установлено, что биодеструкция, возникающая при освоении подземного пространства, широко и повсеместно

распространена, что говорит, о недостаточно эффективности борьбы с ней. В данной работе были изучены микромицеты, участвующие в биодеструкции подземных объектов, исследована воздушная среда на наличие мелкодисперсной пыли. Установлена зависимость между КОЕ грибов и концентрацией РМ-частиц.

На основе проведенного исследования предложена усовершенствованная схема мероприятий по борьбе с биодеструкцией, основанная на комплексном подходе к оценке агрессивного воздействия микромицетов на объекты подземных транспортных тоннелей, его предупреждения и дальнейшей ликвидации.

Микробиологический анализ подземных пространств необходим для изучения условий труда на подземных объектах и разработки комплекса гигиенических мероприятий. Комплексное и планомерное обследование объектов производственной деятельности при оценке условий труда работников – необходимые мероприятия для предупреждения профессиональных заболеваний и общей заболеваемости в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путилин С.Е. Биологический фактор при аттестации рабочих мест в современных условиях// Безопасность и охрана труда. 2011. № 2. С. 37-39.
2. Антонов В.Б. Сравнение эпидемиологических признаков природно-очаговых (эндемических) и антропогенно-очаговых микозов и микогенной аллергии// Успехи медицинской микологии. – Т. 10. – М.: Национальная академия микологии, 2007. С. 4-6.
3. Антонов В.Б. Антропогенно-очаговые болезни жителей большого города// Журнал инфектологии. 2009. Т. 1, № 2/3. С.7-12.
4. Сазонова А.М. Совершенствование системы охраны труда при строительстве и эксплуатации метрополитена// Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых, Выпуск 3. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – С. 57.
5. Сазонова А.М. Особенности строительства тоннелей метрополитена. Опасные и вредные производственные факторы при сооружении тоннелей и при их эксплуатации// Актуальные проблемы развития науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 апреля 2013 г. В 6 частях. Часть IV. Мин-во обр. и науки – М.: «Ар-Консалт», 2013 г. С. 9-12.
6. Сухаревич В.И. и др. Защита от биоповреждений, вызываемых грибами/ В.И. Сухаревич, И.Л. Кузикова, Н.Г. Медведева. – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2009. – 207 с.: ил.
7. Старцев С.А. Проблемы обследования строительных конструкций, имеющих признаки биоповреждений// Инженерно-строительный журнал. 2010. № 7. С. 41-46.
8. Кашников А.М., Васильев А.В., Каддо К.П. и др. Защита строительных материалов от биоповреждений [Электронный ресурс]// Germostroy: [сайт]. URL: http://www.germostroy.ru/art_1147.php (дата обращения: 01.10.2014).
9. Дашка Р.Э. Микробиота в подземном пространстве Санкт-Петербурга как деструктор строительных материалов [Электронный ресурс]// Rusmedserv: [сайт]. URL: <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/dasko.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
10. Шилова Е.А., Сазонова А.М. Усовершенствование комплексного подхода к решению вопросов предупреждения биодеструкции подземных сооружений//Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: тезисы докладов Четвертой международной научно - практической конференции «Тэбтранс-2014». – СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I, 2014. С. 98-100.

Рецензент: Титова Тамила Семеновна, профессор, д.т.н., ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург.

Kopytenkova Olga Ivanovna

Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: kopite@rambler.ru

Shilova Ekaterina Albertovna

Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: shilova.pgups@yandex.ru

Sazonova Anna Mikhaylovna

Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: amm_2005@mail.ru

Comprehensive approach to the assessment of the biodestruction factors in the development of underground space

Abstract. Most of cities in modern world are using actively the underground space because of the high degree of urbanization, the rapid growth of vehicles, lack of territory. Underground works are characterized by specific harmful production factors. The article considers the harmful biological factors acting on the workers of underground facilities. Survey of the impact of environmental risk factors on human health is presented. The article describes an experiment to study the micromycetes that are dangerous to persons who contact with it, and micromycetes involved in the biodegradation of underground space of St. Petersburg. Species composition of micromycetes encountered in St. Petersburg underground transport tunnels, percentage of infestation by identified microscopic fungi are determined. The causes of biodegradation of various materials and structures are reviewed. The article presents data of study for presence of fine dust in air environment, measurements of concentration of fine suspended particles in the working area air. The dependence between colony-forming unit fungi and concentration of dust particles is studied. The reasons of ineffective control of biological agents are analyzed. The article presents improved scheme of action against biodegradation, comprehensive approach to the assessment of biological factors on the basis of studying the aggressive impact of micromycetes on objects.

Keywords: underground facilities; labor safety; biological factors; biodegradation; micromycetes; fine dust; comprehensive approach.

REFERENCES

1. Putilin S.E. Biologicheskiy faktor pri attestatsii rabochikh mest v sovremennykh usloviyakh// Bezopasnost' i okhrana truda. 2011. № 2. S. 37-39.
2. Antonov V.B. Sravnenie epidemiologicheskikh priznakov prirodno-ochagovykh (endemicheskikh) i antropogenno-ochagovykh mikrobov i mikogennoy allergii// Uspekhi meditsinskoy mikologii. – T. 10. – M.: Natsional'naya akademiya mikologii, 2007. S. 4-6.
3. Antonov V.B. Antropogenno-ochagovye bolezni zhiteley bol'shogo goroda// Zhurnal infektologii. 2009. T. 1, № 2/3. S.7-12.
4. Sazonova A.M. Sovershenstvovanie sistemy okhrany truda pri stroitel'stve i ekspluatatsii metropolitena// Sbornik tezisev dokladov kongressa molodykh uchenykh, Vypusk 3. – SPb: NIU ITMO, 2013. – S. 57.
5. Sazonova A.M. Osobennosti stroitel'stva tonneley metropolitena. Opasnye i vrednye proizvodstvennye faktory pri sooruzhenii tonneley i pri ikh ekspluatatsii// Aktual'nye problemy razvitiya nauki i obrazovaniya: Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 30 aprelya 2013 g. V 6 chastyakh. Chast' IV. Min-vo obr. i nauki – M.: «Ar-Konsalt», 2013 g. S. 9-12.
6. Sukharevich V.I. i dr. Zashchita ot biopovrezhdeniy, vyzyvaemykh griбами/ V.I. Sukharevich, I.L. Kuzikova, N.G. Medvedeva. – SPb: ELBI-SPb, 2009. – 207 s.: il.
7. Startsev S.A. Problemy obsledovaniya stroitel'nykh konstruktsiy, imeyushchikh priznaki biopovrezhdeniy// Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2010. № 7. S. 41-46.
8. Kashnikov A.M., Vasil'ev A.V., Kaddo K.P. i dr. Zashchita stroitel'nykh materialov ot biopovrezhdeniy [Elektronnyy resurs]// Germostroy: [sayt]. URL: http://www.germostroy.ru/art_1147.php (data obrashcheniya: 01.10.2014).
9. Dashka R.E. Mikrobiota v podzemnom prostranstve Sankt-Peterburga kak destruktory stroitel'nykh materialov [Elektronnyy resurs]// Rusmedserv: [sayt]. URL: <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/dasko.htm> (data obrashcheniya: 01.02.2015).
10. Shilova E.A., Sazonova A.M. Usovershenstvovanie kompleksnogo podkhoda k resheniyu voprosov preduprezhdeniya biodestruktsii podzemnykh sooruzheniy//Tekhnosferная i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte: tezisy dokladov Chetvertoy mezhdunarodnoy nauchno - prakticheskoy konferentsii «Tebtrans-2014». – SPb: Peterburgskiy gos. un-t putey soobshcheniya Imperatora Aleksandra I, 2014. S. 98-100.