



Рис. 4. Структура программного комплекса

Библиографический список

1. Синтез объектной нейросетевой модели распознавания образов и ее применение в задачах железнодорожной автоматики : дис. ... канд.

техн. наук : 05.13.18 / Д. В. Зувев. – СПб. : Санкт-Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2013.

2. Синтез управляющих автоматов / В. Г. Лазарев, Е. И. Пийль. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 328 с.

УДК 624.19:699.874:331.451

А. М. Сазонова

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ РАБОТАХ НА ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТАХ

В современном мире из-за высокой степени урбанизации, быстрого роста количества транспортных средств, дефицита территории большинство крупных городов мира активно использует подземное пространство, однако подземным работам свойственны специфические вредные производственные факторы. В статье рассматриваются вредные факторы, действующие на работников подземных объектов. Описано действие на организм человека биологических агентов, мелкодисперсной пыли, гипогеомагнитного поля земли, аэроионного состава воздуха, избытка двуоксида углерода. Приведен анализ результатов исследования подземных объектов города Санкт-Петербурга, текущего состояния условий труда, даны рекомендации по их улучшению.

подземный объект, охрана труда, вредные производственные факторы, микробиоты, РМ-частицы, гипогеомагнитное поле, аэроионы, углерода диоксид.

Введение

Подземные сооружения стали неотъемлемой частью крупного города. Все чаще они используются для различных нужд населения.

Комплексная застройка подземного пространства мегаполиса позволяет рационально использовать наземные территории, содействует упорядочению транспортного обслуживания жителей и повышению безопасности дорож-

ного движения, снижает уличный шум и загрязнение воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта, а также способствует повышению художественно-эстетических качеств городской среды [1].

Работа на подземных объектах всегда связана с повышенной опасностью, что требует особого внимания и осторожности, а следовательно, особого подхода к охране труда.

Работники в подземном пространстве подвергаются воздействию множества вредных факторов производственной среды: это вредные вещества в воздухе рабочей зоны, шум и вибрация, неблагоприятные микроклимат и световая среда, тяжесть, напряженность трудового процесса и т. д. При определенных обстоятельствах вредные факторы могут стать опасными, т. е. привести к травме работника. Важное место занимают биологический фактор, мелкодисперсная пыль, гипогеомагнитное поле Земли, аэроионный состав воздуха, избыток двуокиси углерода. Им уделяется особое внимание, поскольку, во-первых, эти неблагоприятные свойства среды недооценены при определении условий труда, а некоторые даже не рассматриваются; во-вторых, надо исследовать комплексное действие этих факторов на организм человека, в-третьих, требуется изучить взаимодействие факторов между собой.

1 Биологические агенты

Биологические агенты – многообразные живые организмы, повсеместно распространенные в окружающей среде, ее естественная составляющая. Повреждениям от биологических агентов подвержено практически все, что создает и сооружает человек во всех сферах своей деятельности [2]. Воздействие организмов на объекты деятельности человека приводит к физическому и химическому изменению свойств материалов – к биоповреждению. Совокупность реакций таких изменений (биодеструкция) может быть вы-

звана действием одного организма или сообщества организмов (биодеструкторов). Если вовремя не принять меры по ликвидации последствий биоповреждения, это приведет к биоразрушению объекта. Биоповреждения приводят к колоссальным экономическим потерям: повреждению и полному разрушению строительных конструкций, материалов и изделий техники, утрате памятников истории и архитектуры, произведений искусства.

Среди всех видов биоповреждений наиболее часто встречаются микробиологические. Степень агрессивности биодеструктора зависит от его количества, видового состава и от условий среды. Особенности подземных пространств – замкнутость, повышенная относительная влажность, недостаточная вентиляция – создают благоприятную среду для развития микроорганизмов.

Микроорганизмы не только приводят к биоповреждению материалов, но и являются источником риска опасного воздействия самих микроорганизмов и продуктов биодеструкции в целом на человека, работающего в зданиях и помещениях с биопоражением. Такое негативное влияние на работника можно разделить на группы [3]:

1) разрушение (например, обвалы) зданий, подвергшихся биоповреждению, могут нанести травму работнику;

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.

В качестве биодеструкторов рассматривались микромицеты (микроскопические грибы), так как они преобладают над другими микроорганизмами в почве и в воздухе городов [3]. Объектом исследования стали участки конструкций тоннелей, пораженные микроорганизмами.

Во время эксперимента проведены:

- визуальный осмотр подземного пространства на наличие биоповреждений строительных конструкций;
- отбор микробиологических проб методом смывов с поверхности стерильными салфетками и методом бактериологических отпечатков;
- первичная идентификация микроорганизмов (подсчитаны колонии на поверхности среды в колониеобразующих единицах (КОЕ) на 1 г и на 1 см²);
- окончательная идентификация агентов биоповреждения путем микологического анализа проб (до рода, в некоторых случаях – до вида).

Исследования проводились в соответствии с методиками РВСН 20-01-2006 (ТСН-20-303-2006).

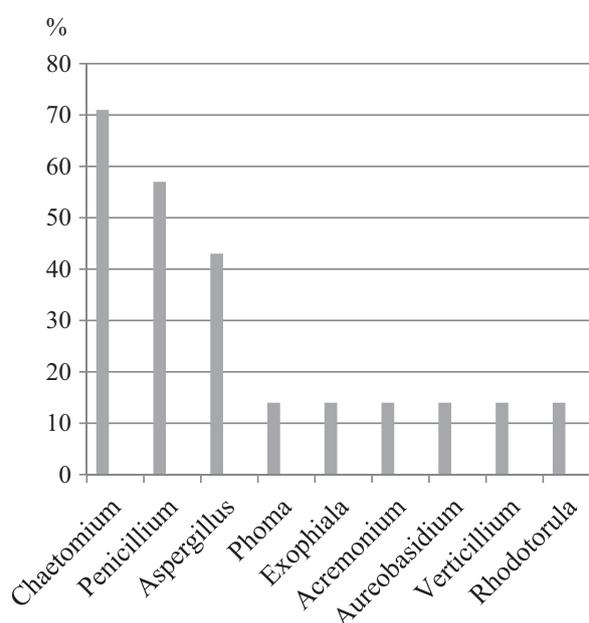
При обследовании конструкций установлено, что на строительные материалы микроорганизмы, их сообщества и продукты жизнедеятельности воздействуют комплексно (комбинированное разрушение). Наиболее часто встречается III степень повреждения: наблюдается отслоение штукатурки, шпаклевки, шелушение, выкрошивание кирпича, кладочного раствора; шелушение и выкрошивание бетона и железобетона, отслоение коррозионного слоя от арматуры железобетона; повреждение поверхности натурального камня на глубину более 5 мм.

В ходе первичной идентификации установлено, что причиной данных биоповреждений являлась массивированная глубокая биодеструкция, вызванная микромицетами.

Микромицеты, идентифицированные в ходе микологического анализа:

- Exophiala oligosperma* Calandron ex de Hog
- Phoma* sp.
- Aureobasidium pullulans* (de Bary)
- G. Aunaud*
- Aspergillus* sp.
- Acremonium* sp.
- Chaetomium* sp.
- Penicillium brevicompactum* Dier ckk
- Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas
- Rhodotorula* sp.

Выделенные микромицеты обнаружены на пораженных участках как в монокультурах, так и (чаще) в сообществах. По частоте встречаемости на первом месте стоят микромицеты рода *Chaetomium* sp., на втором – *Penicillium* sp., на третьем – *Aspergillus* sp. Наибольшие повреждения материалов вызывают плесневые грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*, также представляющие опасность для здоровья людей. Результаты пораженности идентифицируемыми микромицетами исследуемых участков представлен на диаграмме (см. рисунок).



Пораженность идентифицированными микромицетами исследуемых участков

Подсчет колоний на поверхности среды в КОЕ на 1 г и на 1 см² поверхности выявил микромицеты, встречающиеся в максимальной концентрации: *Penicillium* sp., *Chaetomium* sp., *Phoma* sp., *Aspergillus* sp.

Природные микроорганизмы в естественных условиях заселяют пространство планеты, участвуя в круговороте органического вещества. Для подземных рабочих мест характерна искусственная экологическая обстановка. В результате антропогенного влияния микроорганизмы могут начать проявлять патогенные свойства [3]. Проявление патогенных свойств

также может выступать защитной функцией грибов на действие фунгицидов, поэтому при подборе защиты материалов необходимо учитывать характер и степень воздействия фунгицидов на активность микромицетов для прогнозирования возможных последствий [2].

Биодеструкторы обладают высокими адаптивными свойствами к различным материалам как к источникам питания, условиям внешней среды и к средствам защиты. Разработка и подбор методов ликвидации биодеструкции – трудоемкая задача, требующая комплексного подхода.

2 Мелкодисперсная пыль

Среди прочих загрязняющих веществ воздуха рабочей зоны подземного объекта можно обнаружить взвешенные частицы в форме мелкодисперсной пыли (PM-частицы). PM-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 – пневмокониоза [4].

В ходе эксперимента с помощью комбинированного полуавтоматического пылемера ОПМН-10,0 замерена концентрация мелких взвешенных частиц PM10 в воздухе рабочей зоны подземного объекта. По средней концентрации за операцию и по длительности операции определена пылевая нагрузка.

Так как взвешенные PM-частицы обладают беспороговым действием, для оценки использовали предельно допустимую среднесуточную концентрацию (ПДК_с) PM-частиц атмосферного воздуха для воздуха рабочей зоны в соответствии с ГН 2.1.6.2604-10. Согласно Р 2.2.2006-05, 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 в 6 раз. Следовательно, требуется использовать принцип защиты временем.

Учет повышенной запыленности воздуха при оценке условий труда работников подземных объектов – необходимое мероприятие для предупреждения профзаболеваний.

3 Гипогеомагнитное поле

Геомагнитное поле – это магнитное поле Земли. Гипогеомагнитное поле – магнитное поле, ослабленное экранирующим объектом.

Согласно СанПин 2.1.8/2.2.4.2489-09, наиболее неблагоприятные гипогеомагнитные условия могут возникнуть в помещениях (объектах) под землей.

Снижение уровня внешнего магнитного поля негативно отражается на организме человека и может проявляться в нарушениях работы кровеносной системы (нарушении кровообращения, транспортировки питательных веществ к органам и тканям).

В ходе исследования с помощью трехкомпонентного магнитометра МТМ-01 определена интенсивность ослабления геомагнитного поля внутри помещений на рабочих местах и в открытом пространстве на территории, прилегающей к месту расположения подземного объекта, рассчитан коэффициент ослабления геомагнитного поля (КОГМП).

Установлено, что при работе более 2 часов за смену КОГМП превышает предельно допустимый уровень ослабления интенсивности геомагнитного поля в 1,7 раз.

Для повышения адаптационных возможностей организма целесообразно использовать комплексы психо-физиологической разгрузки, производственную гимнастику, фито- и витаминпрофилактику, а также сокращать продолжительность рабочей смены.

4 Аэроионный состав воздуха

Согласно СанПиН 2.2.4.129-03, аэроионы – легкие ионы, носителями заряда которых являются атомы, молекулы или комплексы молекул газа воздуха.

Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывают как избыток, так и недостаток аэроионов обеих полярностей. Негативное влияние воспринимается кожей и органами дыхания, сердечно-сосудистой системой: ухудшается общее самочувствие, появляется головная боль, пропадает аппетит.

Аэроионная недостаточность или избыток аэроионов часто наблюдается у объектов с искусственной средой обитания, имеющих свою воздушную среду.

Во время эксперимента с помощью счетчика аэроионов МАС-01 измерена концентрация аэроионов обеих полярностей (p^+ , p^-), определяемая как количество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), рассчитан коэффициент униполярности ($У$), определяемый как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

В результате эксперимента установлено, что на подземных рабочих местах наблюдается недостаток аэроионов обеих полярностей, причем недостаток отрицательных аэроионов более значителен.

При недостатке аэроионов рекомендуется использовать генератор аэроионов и сокращать время пребывания в таком помещении.

5 Избыток двуокиси углерода

Углекислый газ (оксид углерода (IV), CO_2) – один из трех основных составляющих (после азота и кислорода) атмосферного воздуха.

Избыток углекислого газа в воздухе рабочей зоны вызывает снижение работоспособности, повышенную утомляемость. При концентрации CO_2 на уровне примерно 5% появляются признаки удушья.

Во время исследования условий труда на рабочих местах подземных объектов с помощью портативного газоанализатора ПГА-200 измерена объемная доля диоксида углерода, определена средняя концентрация CO_2 на каждом рабочем месте.

Экспериментально установлено, что в воздухе подземных объектов избыток CO_2 . Согласно исследованиям 2013 г., объемная доля CO_2 в атмосферном воздухе составляет от 0,0393 до 0,0397%. Полученные значения превышают этот показатель более чем в 2 раза.

При содержании CO_2 в воздухе уже 0,06 об. % могут появиться первые симптомы утомления, снижения работоспособности, замедление реакции, слабость, плохая сосредоточенность, нарушение дыхания [5].

Заключение

Таким образом, при изучении состояния среды в подземных сооружениях установлено влияние следующих факторов:

- биодеструкторов;
- мелкодисперсной пыли;
- гипогеомагнитного поля;
- несоблюдения минимально необходимой концентрации аэроионов;
- избытка CO_2 .

Комплекс неблагоприятных факторов производственной среды ведет к снижению работоспособности, к раннему утомлению, к снижению иммунитета, в итоге – к преждевременной утрате здоровья.

В качестве профилактических мероприятий рекомендуется:

- учитывать биологический фактор и повышенную запыленность воздуха (РМ-частицы) при оценке условий труда;
- комплексно подходить к разработке и подбору методов ликвидации защиты от биодеструкторов;
- использовать комплекс психо-физиологической разгрузки, производственной гимнастики, фито- и витаминпрофилактики;
- сокращать продолжительность смены;
- использовать генератор аэроионов.

Библиографический список

1. **Горная** энциклопедия. Подземные сооружения. – URL : <http://www.mining-enc.ru/p/podzemnyesooruzheniya> (дата обращения 19.12.2014).

2. **Защита** от биоповреждений, вызываемых грибами / В.И. Сухаревич, И.Л. Кузикова, Н.Г. Медведева. – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2009. – 207 с.

3. **Антропогенно-очаговые** болезни жителей большого города / В.Б. Антонов // Журнал инфектологии. – 2009. – Т. 1, № 2/3. – С. 7–12.

4. **Популярная** медицинская энциклопедия. Пыль. – URL : <http://medbooka.ru/pyl> (дата обращения 21.12.2014).

5. **Экобаланс**. Углекислый газ : определения и свойства. – URL : [http://ekobalans.ru/investigations/uglekislyj-gaz-\(co2\)](http://ekobalans.ru/investigations/uglekislyj-gaz-(co2)) (дата обращения 21.12.2014).

УДК 681.518.5:004.052.32

В. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

АНАЛИЗ СВОЙСТВ КОДОВ С СУММИРОВАНИЕМ ВЗВЕШЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РАЗРЯДОВ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ ОШИБОК В СИСТЕМАХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Рассмотрены коды с суммированием взвешенных информационных разрядов в системах функционального контроля логических устройств автоматики и вычислительной техники. Установлены новые свойства взвешенных кодов с суммированием, число контрольных разрядов в которых равно числу контрольных разрядов классических кодов Бергера. Показано, что взвешенные коды с суммированием обладают большей эффективностью обнаружения ошибок в системах функционального контроля, чем известные коды с суммированием. Кроме того, анализируемые в работе взвешенные коды обладают свойством 100%-ного обнаружения любых однонаправленных (монотонных) искажений в информационных векторах, что позволяет использовать их для организации контроля логических устройств с монотонными и монотонно независимыми выходами.

техническая диагностика, функциональный контроль, код Бергера, взвешенный код с суммированием, информационный вектор, необнаруживаемая ошибка.

Введение

Современные системы автоматического управления и контроля, в том числе и объекты железнодорожной автоматики и телемеханики, строятся с использованием микропроцессорной и микроэлектронной техники [1]. С каждым годом технологии создания элементов компьютерной техники совершенствуются, растет плотность интеграции транзисторов на кристалле, увеличивается быстродействие логических схем [2]. Задача обеспечения надеж-

ной работы компьютерной техники, особенно в системах управления, имеет фундаментальное значение. Для достижения высокого уровня надежности используются различные методы, включающие в себя применение высоконадежной элементной базы, резервирования, помехоустойчивого кодирования, а также технического диагностирования [3, 4].

Техническое диагностирование логических устройств позволяет определить состояние их функциональных узлов и впоследствии вы-