

Инновационные стратегии защиты материалов и борьбы с насекомыми в музеях: достоинства и границы применимости

**Проворова Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий специалист энтомолог Государственного научно-исследовательского института реставрации МК РФ (ГОСНИИР)
(107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1)**

e-mail: rusina@list.ru

В настоящее время, в соответствии с регламентирующими документами в области сохранения материального культурного наследия, применение химического метода борьбы против насекомых в музеях должно быть сведено к минимуму вследствие отрицательного влияния инсектицидов на здоровье сотрудников, непосредственно контактирующих с экспонатами, возможных необратимых изменений свойств материалов музейных предметов, а также загрязнения окружающей среды. Данное положение усиливает значение альтернативных способов защиты материалов и контроля численности насекомых в музеях. Работа представляет собой обзор современных инновационных стратегий борьбы с насекомыми в музеях, которые включают использование регулируемых и модифицированных атмосфер с содержанием кислорода менее 2%. Это может быть обработка в атмосфере азота по технологии VELOXY (Very Low Oxygen), в атмосфере аргона, при повышенном содержании углекислого газа. Существуют решения, связанные с вакуумированием – в специальных камерах, системах и вакуумных установках. Исследованиями специалистов в области защиты материалов в музеях показано летальное воздействие низкого давления (вакуумированных сред) на вредящих в музеях насекомых, изучено влияние декомпрессии (высокого и низкого вакуума) на личинок древогрызов, платяную моль, кожееда Смирнова, хлебного точильщика. Специалистами РГАНТД (Российский государственный архив научно-технической документации) исследована возможность применения сублимационной камеры для инсектицидной обработки архивных и библиотечных фондов, разработаны и предложены для внедрения в практику экологически безвредные и нетоксичные для человека режимы вакуумирования и замораживания для уничтожения насекомых-вредителей. При этом безопасность обработки музейных предметов, особенно в высоком вакууме, следует рассматривать особо в каждом конкретном случае из-за возможного влияния вакуума на свойства материалов. Наряду с существующими высокотехнологичными способами низкотемпературная обработка на сегодняшний день остается тем не менее самым легкодоступным и надежным способом борьбы с заражением насекомыми на предметах из различных органических материалов.

Ключевые слова: Модифицированные атмосферы, вакуумный метод, низкотемпературная обработка.

ВВЕДЕНИЕ

Данное сообщение посвящено инновационным методам в обеспечении сохранности памятников истории и культуры. Длительная практика использования инсектицидов в музеях показала, что химические вещества могут необратимо воздействовать на материалы, вызывая порчу предметов. Действующие в настоящее время «Единые правила организации ком-

плектования, учета, хранения и использования музейных предметов и музейных коллекций» [2] содержат раздел о мероприятиях по защите помещений для хранения музейных предметов от биологических повреждений. Особый пункт раздела указывает: «Применение химического метода борьбы против насекомых в музеях должно быть сведено к минимуму вследствие отрицательного влияния инсектицидов на здо-

ровые сотрудники, непосредственно контактирующих с экспонатами, возможных необратимых изменений свойств материалов музейных предметов, а также загрязнения окружающей среды». Данное положение усиливает значение альтернативных способов защиты материалов и контроля численности насекомых в музеях. В настоящем обзоре изложены наиболее передовые инновационные подходы, эффективные с точки зрения контроля заражения насекомыми и в то же время безопасные для сохранности самих музейных предметов и внутренней среды музея, исторического здания, его сотрудников и посетителей.

Часто полагают, что инновации – это изобретение чего-то принципиально нового. Однако это не совсем так. Происхождение термина связано с латинским языком; *innovatio* означает «в направлении изменений». Это понятие появилось в научных исследованиях еще в XIX в.

Целью данной работы было проанализировать существующие современные практики и выбрать для музейного использования лучшие – те из них, которые одновременно эффективны для борьбы с насекомыми и не разрушают материалы и структуру музейных предметов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа носит обзорный, обобщающий характер. Она включает анализ имеющихся литературных данных и бесед со специалистами, которые уже имеют практический опыт использования передовых на сегодняшний день технологий применительно к музейной практике. На основе полученных данных сделан выбор в пользу тех методов, которые относятся к наиболее неразрушающим по отношению к музейным предметам, обеспечивают наилучшее состояние их сохранности после применения.

АНАЛИЗ ДАННЫХ

В настоящее время существует ряд инновационных стратегий борьбы с насекомыми, суть которых – в создании бескислородных условий. Они включают использование модифицированных атмосфер с содержанием кислорода менее 2%. Прежде всего, это обработка в атмосфере азота по технологии VELOXY (Very Low Oxygen) [7, 9, 11], а также – в атмосфере аргона [10] и при повышенном содержании углекислого газа [6, 12]. Существуют также решения, связанные с вакуумированием – в специальных камерах, системах и вакуумных установках [1, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системы VELOXY 1000 уже на протяжении ряда лет с успехом используют для борьбы с насекомыми на зараженных предметах специалисты Лаборатории биологического контроля и защиты Государственного Эрмитажа. Данный способ обработки музейных предметов прекрасно зарекомендовал себя как надежный с точки зрения дезинсекции и безопасный для состояния сохранности самих предметов. Система имеет компрессор для сжатия атмосферного воздуха, который затем направляется через специальные фильтры, в результате происходит разделение газов, после чего азот поступает в газонепроницаемую емкость из специальной термосклеиваемой пленки, в которую предварительно заключают подлежащий обработке предмет. После того, как содержание кислорода внутри пленочной емкости оказывается ниже 1000 частей на миллион, предмет оставляют в такой атмосфере практически чистого азота, при этом происходит гибель насекомых на любой стадии развития. Следует учитывать, что для достижения полного результата процедура должна быть длительной – не менее 3–4 недель. Препятствием к широкому внедрению данной технологии в российской музейной практике может быть высокая стоимость оборудования для создания азотной среды, необходимость сервисного обслуживания и периодических поставок расходных материалов – пленки, клапанов, трубок, прокладок. Выход может быть найден в оснащении таким оборудованием ведущих музейных организаций с правом обслуживания музеев.

В музейной практике возможны также решения, связанные с использованием вакуумирования для борьбы с насекомыми – в специальных камерах, системах и вакуумных установках. Еще в 1996 г. было изучено летальное воздействие низкого давления (вакуумированных сред) на вредящих в музеях насекомых [5], позже изучено влияние декомпрессии (обработки при низком давлении) 1,1 кПа (высокий вакуум) и 40 кПа (низкий вакуум), и температуре 20, 25 и 40°C на личинок древогрыза из рода *Lyctus*. Было показано, что обработка давлением ниже 40 кПа может вызывать их смертность. При более низком давлении (1,1 кПа) полная смертность достигалась через 12 часов при 25°C и через 4 часа при 40°C. При этом более высокое давление (40 кПа) с продувкой углекислым газом CO₂ также приводило к высокой смертности личинок через 16 часов при 40°C [8].

Сравнительно недавно – в 2018 г. – специалисты Российского государственного архива научно-технической документации изучили выживаемость нескольких видов повреждающих материалы насекомых – среди них платяная моль *Tineola bisselliella* (Humm.), кожеед Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant., кожеед *Attagenus simulans* Sols. и хлебный точильщик *Stegobium paniceum* (L.) – при помещении в сублимационную камеру при низком давлении (20–100 hPa). Результаты проведенных экспериментов позволили авторам рекомендовать сублимационную камеру для экологически безопасной инсектицидной обработки архивных и библиотечных документов. Предложенный ими метод комбинированного вакуумирования и замораживания показал высокую эффективность в отношении различных таксономических групп насекомых; по свидетельству авторов, он безопасен для человека, безвреден (при соблюдении режима обработки) для архивных документов и других предметов культурного наследия [1].

Вместе с тем понятно, что безопасность обработки музейных предметов, особенно в высоком вакууме, следует рассматривать особо в каждом конкретном случае – поскольку известно, что вакуум так или иначе воздействует на материалы. Хотя этому воздействию в первую очередь подвержена поверхность материала, оно может – вследствие дегазации, сублимации – повлиять на характеристики термокинетических процессов в его объеме и, как следствие, привести к изменению химического состава, структуры и свойств материала [3].

Говоря в общем о возможностях использования сублимационных камер в музейной практике, следует особо упомянуть, что при сильном и масштабном намокании музейных предметов кроме обычных способов сушки применяют метод замораживания пострадавших предметов с последующей длительной сушкой при низких температурах (-20° – -30°С) или быстрой сушкой замороженных предметов в вакуумной камере. Эти работы могут производить специалисты или сотрудники музея, прошедшие соответствующее обучение.

Наряду с существующими высокотехнологичными способами низкотемпературная обработка на сегодняшний день остается тем не менее самым легкодоступным и надежным способом борьбы с заражением насекомыми на предметах из различных органических материалов. В соответствии с современным состоянием

научной мысли и устоявшейся международной практикой защиты материального культурного наследия от разрушения насекомыми, в «Единых правилах» [2] в разделе XIII (Мероприятия по защите помещений для хранения музейных предметов от биологических повреждений) записано, что для уничтожения насекомых применяются инсектициды (химический метод), воздействие отрицательных температур и создание модифицированных газовых сред. При этом допускается применение инсектицидов в составе инсектицидных пластин и приманок в ловушках для насекомых. Непосредственная обработка экспонатов инсектицидами не допускается.

Обработка зараженных насекомыми предметов при низкой температуре от -20 до -30°С стала уже обычной практикой для музеев. Она давно и успешно применяется для книг, тканей, кож и гербариев. Не рекомендуется подвергать такой обработке живопись на деревянной основе и на холсте, деревянные предметы с инкрустацией, рисунком, покрытые лаком, а также предметы с металлическими вставками, стекло, перламутр, изделия из кости, воск, керамику высокотемпературного обжига, акриловые краски, винил, резину, кожу [2].

Если ситуация такова, что применение инсектицидов все же оказывается необходимым, следует найти решение, которое наилучшим образом защитит музейные объекты (предметы, здания) и не причинит вреда людям (сотрудникам, посетителям) и окружающему пространству – как внутри музея, так и во внешней среде. В каждом случае выявленного заражения важно принять наиболее целесообразное решение и при этом не забывать, что иногда простой уборки помещений бывает достаточно, чтобы не допустить распространения вредителя. Кроме того, в настоящее время для мониторинга – контроля численности насекомых в музее – широко применяются клеевые ловушки, в том числе с феромонами. Предлагаются также новые способы использования инсектицидов, в частности – пропитанные инсектицидами противомоскитные сетки для защиты музейных предметов от вредных насекомых. Их можно использовать как барьер против насекомых, вредящих в музеях. Предварительные результаты использования таких сеток в музее и испытания в условиях энтомологической лаборатории показали перспективность данного метода против насекомых – вредителей музейных коллекций, в том числе жуков-древоточцев [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ REFERENCES

1. Дмитриева М.Б., Калашникова К.А., Ефимова Э.Б. 2018. Исследование действия низкого давления и замораживания на выживаемость насекомых – вредителей архивных и библиотечных фондов. Миллеровские чтения – 2018: Преемственность и традиции в сохранении и изучении документального академического наследия. Материалы II Международной научной конференции, 24–26 мая 2018 г., Санкт-Петербург. СПб.: «Реноме». С. 771–778. http://ranar.spb.ru/rus/books_8/id/839/
2. Единые правила организации комплектования, учета, хранения и использования музейных предметов и музейных коллекций (утверждены Приказом Минкультуры России от 23.07.2020 № 827). <https://culture.gov.ru/upload/iblock/ac2/ac227c6e422b33b87a9e37c317031063.pdf>
3. Логвинов А.Н. 1997. Взаимосвязь структурных изменений с характеристиками размерной стабильности материалов при эксплуатации в условиях вакуума. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.т.н. Спец. 05.02.01. МАТИ «Рос. гос. техн. ун-т им. К.Э. Циолковского». М. 43 с.
4. Arenstein R.P. 2019. Historic New England shares innovative approach to pest management. <https://museumpests.net/historic-new-england-shares-innovative-approach-to-pest-management/>
5. Bergh J.-E., Mourier H., Poulsen K.P. 1996. Lethal Effect of Low Pressure («Vacuum») on some Museum Pest Insects. 11 Trienn. Meet., Edinburgh, 1-6 Sept., 1996. Prepr. Vol. 1. ICOM Comm. Conserv. – London: James & James. P. 3-7.
6. Carbon dioxide treatment for collections. 2018. <https://www.historicnewengland.org/carbon-dioxide-treatment-for-collections/>
7. Integrated Pest Management (IPM) for Cultural Heritage. 2019. Proceedings from the 4th International Conference in Stockholm, Sweden, 21–23 May 2019. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389000/FULLTEXT01.pdf>
8. Nakai K., Hiraku T., Fujimoto I. and Yoshimura T. 2016. Effects of Decompression Treatment for Controlling the Powderpost Beetle, *Lyctus africanus* Lesne, (Coleoptera: Lyctinae). *Insects*. 7 (36): 9 pp.
9. New VELOXY® system installation. RUSSIA, Hermitage Museum, St. Petersburg. <http://www.rgi-genova.com/en/disinfestazione/72/installazione-veloxy%C2%AE-system-russia.html> (дата обращения 18.05.2022)
10. Koestler R. 2015. Museum Conservation Institute – Argon anoxic treatments (Smithsonian Institution). <https://museumpests.net/?s=vacuum>
11. System for anoxic desinfestation and storage – VELOXY. https://www.insituconservation.com/en/products/nitrogen_disinfestation_systems/veloxy_system/
12. Tanner J. 2015. CO2 treatments/trapping and monitoring (National Museum of Natural History, Museum Support Center). <https://museumpests.net/?s=vacuum>

Innovative strategies for the protection of materials and insect control in museums: advantages and limits of applicability

Provorova I.N. PhD (in Biology)

rusina@list.ru

The State Research Institute for Restoration (GOSNIIR) of the Ministry of Culture of the Russian Federation, 107014, Moscow, st. Gastello, 44, bld. 1, Russian Federation

It's now generally accepted and also provided by the regulations relating to the safeguarding of the tangible cultural heritage that the use of chemicals in museums should be kept at the minimum. The reason is that insecticides can have negative health effects for museum staff working with treated objects, as well as a risk of permanent damage to museum objects made of organic and inorganic materials and environmental pollution. This is increasing the need for alternative protection measures for materials and managing insect pest populations in museums. The article offers a brief overview of innovative control methods for insect pests in museums. These include the use of inert and modified atmospheres with less than 2% oxygen (anoxia), which can be anoxic disinfestation through exposure to an atmosphere composed mainly of nitrogen (oxygen concentration less than 0.4%) produced by VELOXY system or any other nitrogen generator, as well as argon or an atmosphere with an increased content of carbon dioxide. There are also solutions based on low pressure treatment by means of special chambers and vacuum systems. Special research on museum insect pests have shown lethal effects of low-pressure gas media ("vacuum") for a number of species. The influence of decompression – high and low vacuum – was studied for lyctid powderpost beetles larvae, the webbing clothes moth (*Tineola bisselliella*), vodka beetle (*Attagenus smirnovi*) and drugstore beetle (*Stegobium paniceum*). Specialists from the Russian State Archive of Scientific and Technical Documentation (RGANTD) have explored the possibility of using a vacuum sublimation chamber for the treatment of archival and library collections to eliminate museum insect pests. Based on this, practical recommendations were offered on the modes of exposure to low pressure and freezing for infested items. The procedures are environmentally safe and non-toxic and these are great advantages. But the safety of such treatment for museum objects, especially in a high vacuum, should be considered carefully in each particular case because of the possible influence of vacuum on the properties of materials. Therefore, there are a number of high-technology innovations at the moment, but the freezing – low temperature treatment – still remains the most available, highly effective and the surest way to combat insect pests on various organic materials in museums.

Keywords: modified atmospheres, low pressure treatment, low temperature treatment.