Курсовая работа

**Тема: «Проблемы защиты от биоповреждений»**

**Введение**

Бурное развитие техники, освоение необжитых территорий, активное градостроительство, создание новых материалов сделали проблему биоповреждений одной из наиболее актуальных и научно-практических проблем. Человек издавна боролся с обрастанием судов, с молями и кожеедами, с дерево разрушающими грибами, однако все это составляло лишь ничтожную долю тех потерь, с которыми он столкнулся в наши дни, и тех усилий, которые он вынужден тратить на защиту от биоповреждений. Бактерии, грибы, лишайники, водоросли, высшие растения, простейшие, кишечнополостные, черви, мшанки, моллюски, членистоногие, иглокожие, рыбы, птицы, млекопитающие – таков перечень групп, представители которых выступают в роли биоповреждающих агентов, нанося огромный ущерб хозяйству человека.

Мишенью биоповреждающего действия стали кирпичные и каменные здания и строительные сооружения, древесина и разнообразные изделия из нее, металл и металлические изделия, бумага, документы, фото архивы, библиотечные фонды, музейные ценности, краски, клеи, кожи, шерсть, одежда, обувь, стекло, силикаты, оптика, разнообразные пластмассы, полимеры, резины, радиоаппаратура и электрооборудование, дорожные покрытия, транспорт и многое другое. В одних случаях живые организмы разрушают материалы и изделия, в других – ухудшают их технологические характеристики и свойства, в-третьих, – затрудняют нормальную работу.

Однако защита материалов и изделий от биоповреждений – это только одна сторона проблемы, один круг задач. А нельзя ли биоповреждающих areufbi заставить работать на человека? В наше время планета все более «захламляется» старыми изделиями и материалами, и нам все труднее избавляться от них. Биоразрушение – новое перспективное направление в проблеме биоповреждений, изучающее возможности живых организмов именно с этой точки зрения.

Что означает решение проблем защиты от биоповреждений для народного хозяйства нашей страны? Это прежде всего повышение ресурсов эксплуатируемой техники, изделий, лучшая сохранность промышленных сооружений, памятников культуры. Это экономия материалов, а следовательно, экономия сырья, более рациональное его использование. Защищая изделия из древесины от биоповреждений, мы сохраняем наши леса, а значит, улучшаем нашу среду.

Проблемы защиты от биоповреждений требуют комплексного решения. Они являются частью биосферных программ, поскольку создаваемые человеком материалы и изделия становятся частью биосферы. Это проблемы не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня, ибо создавая новые материалы и изделия, мы должны учитывать, как они будут работать завтра, как их будут разрушать живые организмы, как к ним будет относиться биосфера. Мы должны думать об экологическом «иммунитете» того, что создаем. Проблемы решаются в тесном взаимодействии ученых и практиков. Об их совместной работе и рассказывается в данном сборнике.

**1. Биоповреждения – эколого-технологическая проблема**

Для борьбы с различными биоповреждающими агентами и защиты от них человечество использует различные методы – химические, механические и т.д. Средства разные, но подходы в сущности были одинаковые: обнаружил биоповреждающее действие – защищайся, нет биоповреждающего действия – живи спокойно. Такая стратегия, направленная на то, чтобы защититься от уже возникших неприятных ситуаций, ликвидировать их последствия, с давних времен была основной в борьбе с биоповреждениями. Она является основной и в настоящее время. Она защищала материалы и изделия в прошлом, она защищает их теперь. Но мы все отчетливее ощущаем недостатки подобной системы и вынуждены все чаще задумываться о ее модернизации. В самом деле, «сиюминутная» стратегия имеет ряд крупных недостатков.

Во-первых, она не обеспечивает прогнозирования и не способна предусмотреть защиту от биоповреждений в условиях завтрашнего дня; она, собственно, и не ставит таких задач ни перед учеными, ни перед практиками. А такая задача очень важна: одни изделия работают годы, другие – десятки лет, третьи, как, например, архивные ценности, мы просто обязаны хранить столетиями. Что ждет изделия завтра, об этом ученые и практики должны думать сейчас. В химическую структуру создаваемых полимеров должны вноситься элементы, обеспечивающие материалу биоцидные свойства, способные защищать материал от живых организмов долгие годы. Пропитывая древесину, мы должны думать о завтрашнем дне, о ее сохранности на долгие годы вперед.

Во-вторых, подобная стратегия не учитывает взаимодействия живых организмов – биоповреждающих агентов между собой. Между тем, биоповреждающее действие сплошь и рядом является результатом атак не одного вида, а многих, принадлежащих к разным, подчас далеким систематическим группам. Днища кораблей обрастают моллюсками, ракообразными, водорослями. Древесину поражают многие виды грибов и насекомых, шерстяные изделия портят несколько видов молей, с самолетами сталкиваются чайки, врановые, голуби и т.д. Биоповреждающие действия – это суммарный эффект их соединенных усилий, и этот эффект зависит от состава участников и их взаимоотношений между собой. И конечно, от этого зависят те меры защиты, которые мы должны применять.

В-третьих, «сиюминутная» стратегия не учитывает связей живого организма – биоповреждающего агента с окружающей средой. Заметим, что это обстоятельстве существенно влияет на биоповреждающий эффект и средства защиты, которые против него применяют. В одних условиях защищают одни средства, в других– иные. В различных условиях биоповреждающее действие на один и тот же материал оказывают разные виды. Степень биоповреждающего действия зависит от окружающих условий. Не учитывать этого обстоятельства не может ни практик, ни ученый.

В-четвертых, стратегия, направленная на решение узких конкретных задач, не предусматривает общих экономико-статистических оценок биоповреждающего действия и защиты от него в масштабах страны и не может обеспечить получение таких оценок. А без этого трудно разрабатывать меры защиты, оценивать их эффективность, давать рекомендации различным отраслям народного хозяйства.

Следовательно, если говорить кратко, разработка эффективных мер защиты от биоповреждений требует комплексных подходов как в научно-исследовательской работе, так и в проводимых практических мероприятиях. На какой основе мы должны вырабатывать такие комплексные подходы, которые объединят бесконечное разнообразие ситуаций, связанных с биоповреждениями?

Попробуем взглянуть на проблему биоповреждений с обще экологической точки зрения. В широком смысле биоповреждения – реакция окружающей среды, биосферы на то новое, что вносит в нее человек. Создаваемые человеком материалы и изделия включаются в естественные биоценозы, становятся их функционирующей частью, вовлекаются в естественные процессы, протекающие в биосфере. В некоторых случаях биосферная роль материалов и изделий настолько активна, что они группируют вокруг себя новые, искусственные сообщества, становятся их важнейшим звеном. В этом случае биоповреждающее действие будет усиливаться или ослабляться в зависимости от того, какие партнеры по сообществу с ними взаимодействуют и их окружают. «Единицей» биоповреждающего действия становится не один вид, а целое сообщество, сформировавшееся вокруг этого вида.

Человек заинтересован в том, чтобы созданные им новые материалы и изделия в определенных экологических условиях работали, не подвергаясь нападению живых организмов, а затем, отработав, разрушались с их помощью. Образно говоря, задача сводится к тому, чтобы материалы и изделия обладали экологическим «иммунитетом» по отношению к живым организмам, который определял бы оптимальный для человека регламент их существования. Таким образом, во всех ситуациях, связанных с биоповреждениями, взаимодействуют два начала. Одно из них – живой организм и окружающая среда, в которой он живет и в которой существует объект его нападения – мишень, представленная творениями рук человека и олицетворяющая собой второе начало. Это дает нам основание считать проблему биоповреждений эколого-технологической проблемой, изучающей взаимоотношения, взаимодействия двух компонентов – экологического и технологического – прежде всего с точки зрения их значения для хозяйственной деятельности и существования человека в окружающей среде. Признание этого обстоятельства означает важный шаг в решении проблемы.

Основная стратегия борьбы с биоповреждениями сегодня – локальная защита материалов и изделий, решение конкретных «сиюминутных» задач. В соответствии с этим на первых этапах проблема развивалась по отдельным узким направлениям, почти не связанным между собой. Жизнь показала неправильность таких подходов, поставила вопрос о комплексировании, взаимодействии. В настоящее время между отдельными направлениями налаживаются связи, складывается ядро участников. Ученые и практики обсуждают круг основных задач, терминологию. Проблема приобретает свое лицо как самостоятельная область, возникшая на стыке различных наук и отраслей хозяйства. Контакт биологических, химических и технических партнеров имеет особое значение в решении проблемы биоповреждений. От них пришли сюда идеи и методы. Они поставляли кадры, успешно работающие в области защиты от биоповреждений. Сегодня они активно участвуют в инвентаризации биоповреждений и в решении других задач.

Инвентаризация биоповреждающих агентов, повреждаемых ими материалов, и изделий имеет огромное значение. Каталог биоповреждений, включающий живые организмы, повреждаемые объекты, а также методы защиты, необходим для разработки программ по прогнозированию и перспективным мероприятиям, для создания новых материалов с биоцидными свойствами. За весь предшествующий период сделаны только первые шаги в выявлении биоповреждений, их каталогизации. Это объясняется не только разнообразием живых организмов, нападающих на материалы и изделия, но и тем, что круг организмов – биоповреждающих агентов – все расширяется. Появляются новые материалы и изделия, и биосфера использует новые средства и формы защиты. В этом смысле задача каталогизации является «вечной» и в то же время она должна решаться сегодня. Важным этапом этой работы должна стать классификация биоповреждений. Классификация определит направления дальнейших поисков, позволит прогнозировать хозяйственные ситуации, связанные с биоповреждениями.

На пути создания классификации мы встречаем немало трудностей. Первой из них является незавершенность инвентаризации. На сегодняшний день наши знания о биоповреждениях напоминают сложную мозаику «конфликтных» взаимоотношений живых организмов, материалов и изделий в условиях почвы, водной и наземной сред. Оценка и анализ хозяйственных ситуаций, связанных с биоповреждениями, не могут осуществляться путем перебора всех ячеек мозаики – это делает задачу классификации невыполнимой, по крайней мере, в обозримое время. В проявлении биоповреждающих свойств в различных группах животных, растений и микроорганизмов, различных классах материалов и изделий, в их взаимоотношениях друг с другом следует искать сходные, параллельные черты, познание которых может послужить основой для классификации.

Изучая живые организмы как Биоповреждающие агенты, мы должны учитывать, – что эти организмы в естественных биоценозах имеют свои природные мишени, «защищенные» самой природой. Взаимоотношения организмов с объектами их нападения в природных условиях могут подсказать новые подходы к разработке классификации биоповреждающих явлений и новые способы защиты от биоповреждений.

Проблема биоповреждений ни в теоретическом отношении, ни практически не может решаться вне обще экологических и технологических программ, направленных на защиту окружающей среды от загрязнений. Используя живые организмы, мы очищаем планету от старых отработавших свой срок материалов и изделий. Защищая действующие нужные нам материалы и изделия от биоповреждений с помощью химических средств защиты, мы в то же время в какой-то степени загрязняем этими средствами окружающую среду. Процессы биоповреждения действующих материалов и биоразрушения отработавших протекают в одних и тех же экологических условиях, и наша задача заключается в том, чтобы защититься от одних и поставить на службу человеку другие.

**2. Микроорганизмы – агенты биоповреждений**

Благодаря широкому распространению в природе, разнообразному набору ферментов микроорганизмы способны использовать для питания и местообитания различные субстраты, вызывая разного рода их разрушения или приводя их в состояние негодности. Такими субстратами могут быть промышленные изделия, деловая древесина и постройки из нее, топливо, смазочные масла и другие нефтепродукты, музейные ценности, книги, документы и всевозможные изделия из бумаги, оптическое стекло и многое другое. Например, по данным литовских ученых, наблюдается постоянное развитие грибов на деталях телевизоров, изготовленных из фенопласта, смолы капроновой, на некоторых покрытиях и красителях и прочих материалах. Повреждающими агентами могут быть грибы, особенно микроскопические, бактерии, отчасти водоросли и лишайники, иногда высшие растения. Грибы – наиболее активные и наиболее частые виновники биоповреждений, поэтому основное внимание в данном разделе мы уделим этим организмам.

Воздействие микробов на изделия и материалы может быть прямым и косвенным. При прямом воздействии весь материал или его составная часть, используемая микробами в качестве источника энергии и необходимых для него питательных веществ, приходят в негодное состояние. Например, гриб Cladosporium rcsi-пае использует углеводороды продуктов переработки нефти в качестве единственных источников углерода. От этого портятся нефтепродукты, а скопление сгустков мгшслня в путях подачи топлива в моторы может быть причиной аварии самолетов. О случаях аварий самолетов, связанных с развитием в реактивном топливе микроорганизмов, сообщают американские ученые. Кроме того, этот гриб при развитии на нефтяных маслах образует органические кислоты (винную, щавелевую), которые вызывают коррозию резервуаров для хранения топлива и являются субстратом для вторичной микрофлоры, довершающей разрушение нефтепродуктов.

Под влиянием ферментов грибов, поселяющихся на бумаге или изделиях из нее (книгах, документах и т.п.), увеличивается ее ломкость, появляются пятна, портящие ее внешний вид и т.д. Сходные разрушения они причиняют текстильным изделиям, произведениям искусства и т.п. Шерстяное волокно, инфицированное бактериями, теряет прочность более чем на 50%, причем разрушение его наиболее интенсивно происходит при высокой влажности воздуха. Поражение грибами искусственных кож приводит к снижению прочности сцепления пленок волокнистой основы и к резкому снижению жесткости кож в обоих направлениях. Некоторые грибы влияют на прочность склеивания древесных материалов.

II. П. Блинов считает, что биологическая коррозия материалов связана с воздействием на них органических кислот, продуцируемых грибами или другими микроорганизмами. Такой тип коррозии известен при развитии грибов на металлах, оптическом стекле и многих других материалах. 3. А. Туркова, изучавшая кислотообразование грибов, развивающихся на изделиях медицинской техники, показала, что по интенсивности кислотообразования они разделяются на три группы. К первой относятся грибы, дающие стойкое закисление и, вероятно, вызывающие наиболее сильную коррозию изделий; ко второй – грибы, вызывающие временное закисление среды, и к третьей – грибы, почти не образующие кислот. Каждой из групп кислотообразователей соответствуют определенные виды грибов, поэтому по составу микроорганизмов, обнаруживаемых на тех или иных изделиях, можно прогнозировать возможную степень их разрушения. Интересно, что музейные культуры обладают меньшей активностью кислотообразования, поэтому для испытания активности грибов следует пользоваться свежее выделенными культурами. Не только продукты обмена, но и механическое воздействие грибов могут разрушать субстрат. Например, некоторые виды шляпочных грибов способны разрушать асфальтовые, и даже бетонные покрытия за счет давления, развиваемого вырастающими под слоем покрытия плодовыми телами. Описан случай разрушения бетонного и асфальтового пола в Ленинграде плодовыми телами шампиньонов. При этом грибница в виде белых шнуров пронизывала куски цементированной щебенки, распространяясь по различным трещинам. Мицелий местами скапливался, утолщался и вместе с развивающимися плодовыми телами давил на покрытие, приподнимая и разрывая его. Интересный случай произошел при строительстве Киевского метро. Продувание кислорода при проходке тоннеля активизировало деятельность тионовых бактерий, что привело к повышению содержания в подземных водах серной кислоты, быстро разъедавшей металлические конструкции тоннеля.

Большинство грибов, вызывающих повреждения, – сапротрофы, встречающиеся в природе на различных субстратах (в почве, органических остатках, в воде) и оттуда переходящие на материалы и изделия. Свойство ассимилировать углеводороды (парафин, дизельное топливо) широко распространено у мукоровых, пенициллов, аспергиллов и фузарнев, обычно живущих в почве или в других местах, как сапротрофы. Это указывает на то, что все подобные грибы при попадании на нефтепродукты могут быть причиной их повреждений. Однако не всегда материалы и изделия заражаются извне. Некоторые грибы, повреждающие древесину, начинают свою разрушительную деятельность, поселяясь сначала на живых деревьях, а затем продолжают ее уже на мертвой древесине и на различных изделиях из нее. Группа грибов, называемых домовыми, не живет на живой древесине, а разрушает деревянные постройки или деревянные конструкции зданий. Шпалы чаще всего разрушает так называемый шпальный гриб, известны грибы, преимущественно развивающиеся на столбах и заборах.

На некоторых субстратах сложился постоянный состав повреждающих их микроорганизмов, причем часто наблюдается довольно хорошо выраженная последовательность заселения ими того или иного материала или изделия. Сначала поселяются наиболее специфичные для данного субстрата микроорганизмы, обладающие coответствующими ферментами и начинающие процесс разрушения. Затем их сменяет – группа микробов, использующих уже начинающий разрушаться субстрат, и наконец, наступает очередь организмов, живущих уже на полностью разрушенных материалах. Таким образом, материалы (особенно уже давно используемые человеком) представляют собой экологическую нишу обычно с постоянным составом и уже сложившейся сменяемостью поселяющихся на них микроорганизмов.

Специфичные грибы живут и на других материалах. Как увидим ниже, на оптическом стекле развиваются свойственные этому субстрату грибы из рода Aspergillus, растущие на сухих материалах, не содержащих воду в жидком состоянии (стекла, металлы). По-видимому, появление таких необычных рас – процесс длительной эволюции, связанный с возникновением у грибов свойств, позволяющих им жить в необычных условиях. Наличие таких рас и биотипов у видов грибов и бактерий, вызывающих повреждения, известно. Подобные расы различаются по степени повреждения разных но химическому составу, но одноименных видов материалов. Например, у гриба Cladosporium resinae, повреждающего нефтепродукты, выявлены две расы, утилизирующие разные по составу углеводороды.

Новые формы микроорганизмов могут возникать путем мутаций, причем мутагенным фактором бывают вещества (препараты), употребляемые для защиты материалов от биоповреждения. Появляющиеся новые расы в дальнейшем способны закрепляться и вытеснять уже существующие, если найдут Достаточно подходящие условия для своего развития. Имеются сведения, что некоторые химические вещества, применяемые для защиты от биоповреждений материалов и изделий (соединения олова, паранитрофенол и др.), изменяют морфологические свойства грибов, вызывают у них уродливые спороношения. Известно и непостоянство состава микроорганизмов, вызывающих повреждения некоторых материалов. Например, показано, что видовой состав грибов, разрушающих деревянные крепи и шиферную ткань, из которой изготавливают изоляционные трубы в подземных горных выработках, зависит ют того, какие виды грибов заносятся вместе с крепежным лесом. Поскольку лес поступает из разных мест, то соответственно меняется и состав занесенных грибов. Ограниченные размеры статьи не позволяют рассмотреть все микроорганизмы, вызывающие повреждения материалов, поэтому расскажем о наиболее известных. Древесина и изделия из дерева. Встречается несколько типов повреждения древесины микроорганизмами.

1. Окрашивание древесины в разные цвета, чаще всего в серо-синий (синева), но известны бурая, красная, коричневая и другие типы окраски. Синеватую окраску вызывают некоторые сумчатые и несовершенные грибы, зеленую – хлоросплениум, красную – пеипофора, малиновую – фузарин и т.д.

Грибы, окрашивающие древесину, широко распространены в природе на разных субстратах; они одними из. первых появляются на свежесрубленных деревьях, по могут поселяться и на давно срубленных. Сначала грибы поражают поверхность древесины, затем проникают внутрь по сердцевинным лучам, снижая ее сортность (в некоторых случаях до 30% понижается сопротивляемость древесины ударным нагрузкам).

Дереворазрушающие грибы развиваются на мертвой древесине, разрушая ее иногда почти полностью. По классификации С.Н. Горшина, дереворазрушающие грибы делятся на несколько групп. Домовые грибы поражают всякого рода постройки или части их (наиболее интенсивно в условиях достаточного тепла и повышенной влажности). Почвенные грибы повреждают сооружения, в той или иной мере погруженные в почву (шпалы, сваи мостов и т.п.). Атмосферные грибы вызывают поверхностную гниль в гидросооружениях, на кровлях и заборах.

В отдельную группу выделяют плесневые грибы, в определенных условиях поселяющиеся на древесине и других органических материалах. При продолжительном развитии плесневые грибы могут глубоко проникать в толщу древесины и частично разрушать ее клеточные оболочки. Особенно вредят плесневые грибы в районах влажных тропиков и субтропиков.

Каждая из описанных групп грибов, развивающихся на древесине, имеет специфический видовой состав.

Для борьбы с биоповреждениями производят защитную обработку и пропитку древесины разного рода химическими веществами.

Бумага и изделия из нее. Бумага – один из субстратов, наиболее подверженных биоповреждениям, вызываемым главным образом грибами, реже бактериями. Особенно страдают книги, документы и рукописи. Грибы для питания используют не только бумагу, но также клеи, ткани, кожу, краски, нитки, т.е. все материалы, составляющие книгу. Многие из грибов усваивают крахмал, желатин, столярный клен, казеин, лишая бумагу и переплет проклейки. Л.А. Белякова считает, что грибы в течение немногих месяцев способны разрушать до 10–60% волокна в бумаге. Развитие грибов на бумаге, помимо увеличения ее ломкости, часто сопровождается появлением пятен разной окраски как результат воздействия грибов на клетчатку, выделения грибами пигментов или проникновения окрашенного мицелия грибов между волокон бумаги и внутрь их. экологическую нишу антропогенного характера (т.е. в ее создании участвует в той или иной мере человек), которая эволюционирует (изменяется) по мере изменений свойств бумажных фондов и условий их хранения.

Основные меры борьбы с биоповреждениями бумаги, книг, документов и других изделий из бумаги – правильное храпение в условиях, предусмотренных соответствующими инструкциями, использование дезинфицирующих веществ в составе клея или иным путем для подавления развития микроорганизмов.

Произведения искусства. Сохранность произведений искусства зависит не только от физических и химических факторов, ускоряющих процессы старения, но и от биологических: развития на них лишайников, водорослей, бактерий и грибов. В результате длительного их воздействия происходит разрушение скульптур, памятников архитектуры, произведений изобразительного и прикладного искусства.

Лишайники, в основном корковые, растут на наружных стенах соборов и церквей, в местах скопления влаги. Водоросли, чаще хлорококковые, встречаются на освещенных и увлажненных участках монументальной живописи. Наиболее.сильно от воздействия микроорганизмов, в основном плесневых грибов, страдают произведения изобразительного и прикладного искусства. Микроскопические грибы поражают станковую и монументальную живопись, текстильные художественные ткани, изделия из дерева, кожи, кости, перламутра, керамики. В Италии в результате наводнения отмечалось обильное развитие грибов на фресках и иконах. В музеях Индии плесневые грибы поселялись на изделиях из кожи и текстиля. Наиболее часто на произведениях искусства встречаются грибы из родов Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Cephalosporium.

Грибы, повреждающие живопись, развиваются как на ее поверхности, так и во внутренних слоях, поскольку все слои живописи могут служить источником питания для грибов: холст, древесина, бумага, грунтовые прослойки – клеевые, масляные, па основе яичного желтка; проклейки – клей; живописный слой – масляные краски, темпера. Наиболее агрессивные виды грибов используют питательные вещества из всех слоев картины, прорастая ее насквозь. Образуя различные на

На бумаге и изделиях из нее сложился определенный комплекс грибных организмов – постоянное их сообщество, характерное для данных материалов и тех или иных условий хранения. Ю.П. Нюкша различает следующие группы грибов, повреждающих бумагу.

Постоянно встречающиеся на бумаге, проникающие в волокно, разрушающие целлюлозу и поэтому способные приводить бумагу в состояние распада. В эту группу входят многие несовершенные грибы.

Грибы, постоянно встречающиеся на бумаге, но обладающие меньшей разрушительной силой, чем предыдущие, утилизирующие продукты распада бумаги, вызванного грибами первой группы. При благоприятных условиях грибы этой группы могут быть активными биоразрушителями. Это также в основном несовершенные грибы, но иного видового состава.

Грибы, повреждающие лишь отдельные компоненты бумаги (воск, парафин, каучук, целлофан, краски и т.п.). Это также разные виды несовершенных грибов, но более специализированные на указанных субстратах.

Грибы, иногда встречающиеся на бумаге в большом количестве, но менее вредоносные и живущие на бумаге вместе с другими грибными организмами.

Грибы случайные на бумаге, развивающиеся при каких-то благоприятных для них условиях.

Состав грибов в тех или иных местах хранения изделий из бумаги может меняться при изменении условий хранения, состава компонентов изделий, способов переработки бумажного сырья и т.д. 10. П. Нюкша считает, что грибы, развивающиеся на изделиях из бумаги, представляют собой леты, грибы закрывают живопись, искажают внешний вид. После удаления мицелия часто остаются пятна, которые не всегда молено вывести, а иногда удаление этих пятен приводит к повреждению красочного слоя. Проникая во внутренние слои произведения, гифы гриба нарушают его структуру. Грибы выделяют в окружающую среду продукты обмена, главным образом органические кислоты, меняющие цвет красок, разрушают пленку, защищающую фресковые пигменты, и приводят! гем самым к распылению красочного слоя. Пигменты, выделяемые грибами, искажают красочный слой;

Для борьбы с биоповреждениями необходимо поддерживать влажность и температуру на уровне, благоприятном для хранения экспонатов и не благоприятном для развития грибов (относительная влажность не выше 60%). Для защиты произведений искусства от плесневых грибов применяют различные антисептики. Ими обрабатывают пораженные экспонаты, а также тару для транспортировки музейных ценностей. В качестве антисептиков используют четвертичные аммониевые соединения, формалин, пентахлорфенолят натрия и др.

Оптические приборы. Для изготовления оптических приборов используют различные материалы: металл, пластмассы, кожу, лакокрасочные покрытия, ткани, оптические стекла, смазки и т.д. При их хранении и транспортировке употребляют кожаные футляры, бумагу, картон, деревянные ящики. Большинство этих материалов служит источником питания для микроорганизмов. В условиях повышенной температуры и влажности микроорганизмы могут сильно поражать материалы органического происхождения, приводя их в негодность.

Микробиологическое поражение оптических приборов (стеклянных линз, биноклей, фотоаппаратов, микроскопов и т.д.) происходит не только в условиях влажного тропического климата, но и умеренного климата. Источником питания и энергетическим материалом для микроорганизмов служат, конечно, не сами оптические стекла, а незначительные органические загрязнения в виде частиц пыли, жира, смазок и т.д. на их поверхности. Микрофлора оптических приборов представлена в основном плесневыми грибами. Среди них особое место занимают две культуры: Aspergillus penicilloides и Aspergillus tonophilus, способные расти на сухом стекле, получая необходимую влагу из воздуха. Особенно многообразен видовой состав грибов в условиях тропического климата. Плесневые грибы покрывают поверхность оптических стекол; скопление спор и мицелия снижает прохождение света и ухудшает контрастность изображения. Гифы мицелия притягивают из атмосферы много влаги, образуя капельный налет, вызывающий сильное светорассеяние. Поверхностный слой стекла под грибным Налетом со временем разрушается. После удаления мицелия на поверхности стекла остается рельефный рисунок, вытравленный продуктами метаболизма грибов (в основном органическими кислотами) и напоминающий контуры грибного мицелия. Степень повреждения стекла зависит от его кислотоупорности и длительности воздействия грибов. Наибольшее повреждение отмечено у стекол четвертого и пятого классов кислотоупорности. В результате биологического повреждения приборы могут полностью выходить из строя.

Полагают, что отсутствие роста грибов на некоторых типах стекла в ряде случаев обусловлено либо высоким значением рН (>7,5–8), создаваемым на их поверхности под действием атмосферной влаги, либо выщелачиванием некоторых тяжелых металлов (например, Си, Сг, Аи), оказывающих токсическое воздействие на споры грибов.

М.С. Родионова с сотрудниками отечественные оптические стекла по степени обрастания плесневыми грибами разделяет на три группы. К первой группе относятся неустойчивые с\*текла, на их поверхности наблюдается сильный мицелиальный рост грибов, а иногда и спорообразование; к этой группе относится большинство оптических стекол. Ко второй – малоустойчивые, на их поверхности наблюдаются прорастание спор и слабый рост мицелия. К третьей группе относятся устойчивые стекла, на их поверхности споры грибов не прорастают.

Микроорганизмы, развивающиеся на материалах, прилегающих к поверхности оптических деталей (например, смазки), могут распространяться и на оптические стекла, используя их как субстрат. Установлено, что смазки, применяемые в оптике, не грибостойки, поэтому для их защиты рекомендуют добавлять к ним гексилрезорцин или 4-капроилрезорцпн.

Просветляющие и защитные от влаги покрытия, которые наносят на поверхность оптических стекол, также могут заселяться плесневыми грибами. В этих случаях необходимо применять специальные методы защиты. В работах М.С. Родионовой с сотрудниками указывается, что наиболее эффективна защита нестойкого оптического стекла путем создания на его поверхности прочного фунгицидного покрытия, содержащего ртутные соединения и не влияющего на оптические характеристики деталей. В некоторые приборы с целью предохранения их от биоповреждений во время хранения и транспортировки вводят летучие фунгициды, в результате этого создаются неблагоприятные условия для развития плесневых грибов во внутренних полостях приборов. Так, для защиты биноклей вводят внутрь прибора летучий фунгицид хроматциклогексиламин.

Развитие микроорганизмов на материалах и – изделиях приводит к ухудшению их физико-химических и эксплуатационных свойств, поэтому повышение биостойкости материалов и изделий, а также защита их разными способами – задача первостепенной важности, особенно в свете необходимости улучшения их качеств.

**3. Насекомые – разрушители материалов**

Красочный мир насекомых поражает богатством и разнообразием форм, а по численности видов и обилию населения он не имеет равных среди животных. Насекомые присутствуют во всех географических зонах Земли от северных полярных островов до антарктического побережья, достигая наибольшей численности в тропическом поясе. Они заселили всевозможные водоемы, почву, травянистую и древесную растительность, сожительствуют с разнообразными животными и проникают в жилище человека. В тайге и степи, в пустыне и на болоте, в поле и на лугу, в городе н селе – всюду обитают эти шестиногие существа.

Пищевые связи насекомых столь многообразны, что в природе трудно найти какой-либо субстрат, растение или животное, которые бы в той или иной степени не подвергались нападению насекомых. Вместе с тем в каждом конкретном случае пищевая специализация отдельных видов более или менее узко определена, и питание их может быть приурочено не только к определенным видам растений, но и к отдельным органам н тканям. Так, среди растительноядных насекомых – фитофагов можно выделить короедов, лубоедов, заболонников и дровосеков. Все они относятся к стволовым вредителям, но повреждают разные ткани дерева.

Листья, составляющие основную массу зеленого царства растений, подвергаются нападению особенно многих насекомых. Среди них встречаются такие прожорливые, как саранча, колорадский жук, гусеницы многих бабочек, которые полностью уничтожают листву и часто губят посевы культурных растений. Некоторые мелкие гусеницы, не способные целиком сгрызать весь лист, выедают мягкие его ткани, лишая растение способности к фотосинтезу. Тли, червецы, щитовки высасывают соки растений, а гало образователи, воздействуя на их ткани, вызывают причудливые разрастания и изменение биохимического состава.

Целый комплекс насекомых связан» с наиболее питательной. частью растения – плодами, вместе с которыми они переходят с живого растения в хранилища и становятся активными вредителями продовольственных запасов.

Насекомые нападают не только на живые растения, но и на отмершие их скелеты, участвуя в непрерывном процессе деструкции растительных остатков. Многие виды питаются уже сильно разложившимся детритом, в котором основную пищевую ценность составляют различные микроорганизмы.

С позвоночными животными и человеком тесно связан комплекс разнообразных насекомых. Среди них имеются гнездовые и норовые паразиты, свободно летающие кровососы, пухоеды и власоеды и даже полостные оводы, личинки которых развиваются в теле хозяина. Копрофаги приспособились утилизировать уже один раз переваренную другими животными пищу.

Пищевые связи прежде всего определяют ту колоссальную роль, которую насекомые играют в живой природе. Без насекомых-опылителей невозможно существование большинства цветковых растений. Без насекомых-прокормителей не могут существовать певчие птицы и многие животные; без насекомых санитаров земля покрылась бы массой мертвых растений, крайне затруднилось бы разложение трупов животных и их экскрементов. Эту важную роль насекомых в природе необходимо учитывать во всех хозяйственных мероприятиях, стараясь по возможности меньше нарушать сложившиеся веками сообщества и связи.

Однако человек не может вести себя нейтрально по отношению ко всем насекомым, часть которых давно стала его злейшим врагом. Практические потребности вызвали необходимость развития как общей энтомологии – науки о насекомых, так и ее прикладных направлений – сельскохозяйственной, лесной и медицинской энтомологии. В поле зрения последней находятся многочисленные кровососущие насекомые, которые, в массе нападая на человека, не только причиняют ему беспокойство, резко снижают производительность труда, но и могут быть переносчиками опасных заболеваний.

В лесном хозяйстве вред от насекомых особенно остро проявляется в периоды вспышек массового размножения вредителей, которые приводят к полному оголению лесов «и часто сопровождаются пожарами и размножением вторичных» вредителей. В итоге гибнут большие лесные массивы. Чтобы предотвратить огромные потери леса, приходится прибегать к массовой авиахимической обработке, которая имеет многочисленные отрицательные побочные следствия, уничтожая полезную фауну и загрязняя ядохимикатами большие территории, в том числе и водоемы. В последние годы на смену химическим обработкам все чаще приходят биологические методы борьбы с помощью либо самих насекомых, паразитирующих на вредителях, либо специфических микроорганизмов, поражающих только определенные виды вредных насекомых.

Выращивание культурных растений на больших площадях создает исключительно благоприятные возможности для размножения некоторых вредных насекомых, в результате чего теряется значительная часть урожая. Современная сельскохозяйственная энтомология и служба защиты растений располагают богатым арсеналом средств уничтожения насекомых, используют специально разработанные для различных культур и климатических зон системы мероприятий, снижающие численность вредителей до экономически несущественного уровня. И все же, несмотря на вековой опыт, могучую технику и многочисленные высокоэффективные химические препараты, потерн урожая от вредителей еще очень велики.

С древнейших времен человек окружал себя различными вещами – орудиями труда, предметами быта, строил жилища, шил одежду и обувь. Для этого использовались прежде всего природные растительные и животные материалы. Естественно, вслед за этими материалами в дома и другие постройки двинулись насекомые из окружающей природы. В течение последнего века количество п разнообразие вещей, которыми пользуется человек в быту и на производстве, увеличились в сотни и тысячи раз. Соответственно возросло и экономическое значение повреждении их биологическими агентами, среди которых немалая роль принадлежит насекомым.

Только на территории нашей страны зарегистрировано более 200 видов насекомых, способных повреждать различные материалы и изделия. Конечно, не все они в одинаковой степени опасны; проявляют себя наиболее часто п причиняют особенно значительный ущерб примерно 80 видов. Большинство из них относится к двум крупнейшим отрядам и включает около 50 видов жуков и более 20 видов бабочек. Остальные единичные виды вредителей представляют отряды термитов, сеноедов, перепончатокрылых и щетинохвосток (табл. I).

Наиболее тесная связь насекомых наблюдается с материалами растительного и животного происхождения, которым они причиняют пищевые повреждения. Круг растительных материалов и изделий, которые страдают от насекомых, довольно широк. В него входят древесина всех пород в виде бревен, досок и других строительных материалов; мебель, изделия из древесины, луба, пробки, соломы, хлопка, льна; продукты переработки древесины: бумага, картон, древесноволокнистые и древесностружечные плиты, фанера и ряд других. Из материалов животного происхождения насекомые повреждают шерсть, кожу, меха, волос, щетину, пух, перо и всевозможные изделия из этих продуктов. Часто важным стимулирующим фактором для насекомых является наличие в изделиях мучного или костного клея, способствующею наиболее интенсивному повреждению.

Объектом нападения многих насекомых могут быть ботанические гербарии и зоологические коллекции. В музеях, где имеются предметы из самых разнообразных материалов, набор вредителей довольно велик. Только в европейской части СССР там обнаружено более 40 видов вредных насекомых. Из них чаще и сильнее других вредят мебельный, домовый и хлебные точильщики, музейный жук», кожееды, притворяшка вор, платяная и мебельная моли, размножающиеся иногда в больших количествах. В библиотеках и архивах иногда в огромных массах появляются жуки-притворяшки и кожееды, хлебный точильщик, чешуйницы и сеноеды.

Кроме пищевых повреждений, которые часто приводят к полному уничтожению материала, насекомые иногда могут портить и несъедобные для них изделия. Если пищевой субстрат насекомые активно разыскивают и часто размножаются в нем в больших количествах, то непищевые повреждения носят обычно случайный характер и чаще появляются там, где в элементы конструкций или изделий входят также природные органические материалы. При миграциях для окукливания или в поисках пищи насекомые могут повреждать самые разнообразные материалы. Среди них искусственные, синтетические и стеклянные ткани, синтетические пленки, электроизоляционные материалы, резина, многие пластмассы, тепло- и звукоизоляционные материалы и даже свинец.

Случайные повреждения изделий и материалов обычно не достигают такого масштаба, как пищевые, да и степень уничтожения материала при этом бывает значительно меньше. Обычно насекомые проделывают а несъедобном материале отдельные отверстия или выгрызают в нем немногочисленные полости. Однако, как показывает практика, и такие повреждения могут быть весьма опасны для ряда сложных радиоэлектронных установок и дорогого оборудования, где даже незначительные нарушения изоляции электрических цепей способны вывести из строя всю систему.

При развитии насекомые"не только уничтожают материал, но и загрязняют его экскрементами, личиночными шкурками, паутиной, увеличивая тем самым размеры вреда. Мелкие личинки молей и кожеедов могут причинять особый ущерб, проникая внутрь точных приборов. Оплетая их детали паутиной и даже ничего не поедая, они приводят ответственные приборы в нерабочее состояние. Известны случаи гибели самолетов из-за разрушения молью фетровых прокладок в точных приборах.

Энтомологи медицинского, лесного и сельскохозяйственного профиля в силу обилия своих прямых задач не могут уделять достаточного внимания вредителям материалов. Поэтому в последние годы в крупных музеях, библиотеках и в некоторых других организациях появились энтомологи, которые специально изучают биологические особенности конкретных форм вредителей и разрабатывают меры борьбы с ними. На повестку дня встает вопрос о целенаправленной подготовке специалистов в области защиты материалов и изделий от повреждения насекомыми и другими биологическими факторами.

Практика показывает, что как пищевые, так и непищевые повреждения материалов наиболее часто вызываются сравнительно небольшим кругом насекомых, среди которых наибольшее экономическое значение имеют древоядные, или ксилофаги, и насекомые, питающиеся материалами животного происхождения, содержащими кератин, – кератофаги. В первой группе выделяются жуки-точильщики и термиты, во второй – жуки-кожееды и моли-кератофаги. Рассмотрим подробнее каждую из этих групп вредителей.

Жуки-точильщики. Известно около 20 видов, вредящих постройкам, мебели, музейным экспонатам и другим изделиям из древесины. Личинки этих жуков развиваются во внутренних частях деревянных деталей, часто превращая их в труху, а снаружи видны лишь довольно мелкие круглые летные отверстия, через которые взрослые жуки покидают изделие.

В отапливаемых помещениях наибольший вред причиняет мебельный точильщик, который встречается как в южных, так и в северных областях нашей страны. Его личинки развиваются 3–4 года, поэтому даже специалист может обнаружить заражены детали не сразу, а лишь после первого вылета жуков. Борьба с точильщиками сильно затруднена из-за скрытого образа жизни личинок. Надежно обеззараживает изделия лишь тщательное их протравливание ядовитыми газами в герметической камере (фумигация). Более доступным способом является вымораживание, для чего изделие в зимний период выдерживают не менее 3–5 суток на морозе при температуре –20 – –25С, в результате чего личинки погибают. В связи со сложностью борьбы особенно важную роль отводят профилактическим мероприятиям. Поскольку чаще всего точильщики попадают в помещение со старыми деревянными предметами, необходимо проводить тщательное их обследование и в случае необходимости – изоляцию и фумигацию. Второй путь проникновения точильщиков в помещение – залет жуков в открытые окна. Его можно предотвратить, установив в оконных проемах металлическую сетку с ячейками не более 1,5 мм.

Основные вредители холодных построек в северных областях – северный, домовый, грабовый точильщики. Это влаголюбивые виды, их развитие связано с грибными заболеваниями древесины. В средней полосе существенный вред причиняют красноногий и особенно ребристый точильщики. Оба вида влаголюбивы, но не связаны с грибными заболеваниями древесины. В южных районах значительно вредят бархатистый, средиземноморский и крымский домовый точильщики. Они менее чувствительны к влажности, но для их развития необходима более высокая температура. У всех этих точильщиков развитие длится не менее двух лет. Борьба с точильщиками, поражающими наружные стены построек, наиболее надежна с помощью глубокой пропитки древесины раствором пента хлор фенолята натрия.

Точильщики поражают только выдержанную древесину н не вредны для других материалов, но их деятельность очень опасна для многих старинных икон, мебели и других музейных экспонатов. Не обошли они и такой бесценный памятник деревянного зодчества, как Книжн., для сохранения которого сейчас прилагают усилия многие специалисты.

Жуки-кожёеды. Кожееды представляют собой сравнительно небольшую, но очень важную в экономическом отношении группу жуков. В нашей стране кожееды распространены повсеместно, но наибольшей численности и видового разнообразия достигают в районах с сухим и жарким климатом – в пустынях и полупустынях (Казахстан, Средняя Азия, Закавказье). Многие виды кожеедов являются опасными вредителями всевозможных продуктов животного и растительного происхождения, а также некоторых неорганических материалов. Они повреждают все виды кож, фетр, войлок, шелк и т.п.

Искусственные и неорганические материалы чаще других повреждают семь видов кожеедов из родов дерместес и аттагенус. Это может происходить в трех случаях: при непосредственном питании материалом, при постройке куколочной камеры (только дерместес), при преодолении преград, отделяющих пищевой субстрат от насекомых.

Повреждения первого типа возможны, если материал включает вещества животного или растительного происхождения. Повреждения второго типа связаны с тем, что личинки кожеедов из рода дерместес перед окукливанием покидают пищевой субстрат и вгрызаются в любые находящиеся поблизости предметы для постройки куколочных камер. В зависимости от твердости материала личинки прогрызают в нем ходы длиной от 50 до 100 мм и диаметром 5 мм. Повреждения третьего типа возникают в тех случаях, когда пищевой субстрат (войлок, фетр, клей и т.д.) покрыт каким-нибудь изолирующим материалом. В поисках пищи личинки кожеедов легко прогрызают всевозможные пленки, технические ткани, резиновые прокладки.

Хозяйственные убытки, причиняемые кожеедами в настоящее время, еще не поддаются точной оценке, но представление об их масштабах могут дать следующие цифры: в США, Новой Зеландии и АРЕ только один кожеед пятнистый повреждает ежегодно запасы кож на сумму 500000 фунтов стерлингов.

Материалы неорганического происхождения больше всего повреждаются кожеедами из рода дерместес. Очень часто их личинки выгрызают многочисленные ходы в стенах каменных и деревянных построек, разрушают всевозможные звуко- и теплоизоляционные материалы. Неоднократно отмечались повреждения кожеедами различных тканей, пленок, асбеста, особенно если они пропитаны какими-нибудь веществами растительного или животного происхождения, например, костным клеем. Неоднократно отмечались также повреждений мебели, тары, различных упаковочных материалов. По данным зарубежных авторов, кожееды являются одними из серьезных разрушителей кабелей. Их личинки легко прогрызают свинцовую оболочку кабеля и могут полностью вывести его из строя.

Минимальные сроки, за которые кожееды могут повредить те или иные материалы, зависят от их прочности, времени года, биологических особенностей вредителя и других условий. Практически можно считать, что для существенных повреждений материалов животного происхождения (кожа, клей и др.) необходимо не менее двух педель. Повреждение других материалов, которыми кожееды непосредственно не питаются, может наблюдаться не ранее чем через месяц после контакта этих вредителей с объектом.

В природе кожееды размножаются в птичьих гнездах, в норах грызунов, на павших животных. Жуки разлетаются на довольно большие расстояния и могут залетать в помещения через окна. Поэтому для предотвращения размножения кожеедов большое значение имеют санитарно-гигиенические мероприятия, поддержание чистоты в помещениях и на прилегающей территории, регулярные осмотры кожевенного сырья и другой продукции, подверженной нападению этих вредителей, применение репеллентов типа нафталина и паради хлорбензола. В случае обнаружения кожеедов следует немедленно их уничтожать с помощью инсектицидов. Наилучшие результаты дает фумигация бромистым метилом.

Моли-кератофаги. Моли-кератофаги – группа насекомых, приносящая значительный ущерб хозяйству человека. Наряду с кожеедами – это основные вредители ряда материалов животного происхождения. В качестве вредителей в мире зарегистрировано около 40 видов молей, а для Советского Союза – 22. Наиболее опасным и постоянным вредителем, отличающимся способностью к массовому круглогодичному размножению и имеющим большое экономическое значение, является платяная моль. Второй по вредоносности для полосы с умеренным климатом считают шубную моль.

Повреждения в виде погрызов наносят гусеницы молей всех возрастов. Количество съеденного гусеницей материала за весь период ее развития зависит от вида моли, качества материала, а также от температуры и относительной влажности воздуха. В тонкой плательной шерстяной ткани гусеница прогрызает сквозное отверстие за сутки. При массовом же размножении моли незащищенный материал кератиновой природы может быть уничтожен полностью. Пищевые повреждения моли могут причинять и смешанным тканям, причем иногда едят их более интенсивно, ибо синтетическая нитка не усваивается ими и питательность такой ткани ниже, чем шерстяной.

К непищевым относятся повреждения материалов при строительстве гусеницами паутинных ходов и личиночных чехликов, стенки которых они инкрустируют отгрызенными кусочками материалов, а также при миграциях, вызванных поисками пищи или подходящих мест для окукливания, если повреждаемый материал служит препятствием для их движения. Голодные гусеницы могут повреждать такие непищевые, но доступные их челюстям материалы, как бумага, картон, ткани хлопчатобумажные, льняные и синтетические, пленки полнин-нилхлоридную и полиэтиленовую, изоляцию телефонных проводов и др.

Распространены моли повсеместно, в разных местах меняется лишь набор их видов. За Исключением платяной моли, которая постоянно связана c человеком, они обитают в гнездах птиц, в норах грызунов, на падали. Из природных очагов моли легко переходят на различные пригодные для их питания материалы в жилых и хозяйственных помещениях.

Платяная моль – космополит, она проникает за человеком даже в места, крайне неблагоприятные для жизни в открытой природе, и, как правило, встречается лишь в постройках человека, где при непрерывном развитии в зависимости от температуры дает 2–7 поколений в год. Вредная деятельность молей в отапливаемых помещениях может продолжаться круглый год, в не отапливаемых – при температуре выше 15 °С.

Переваривание кератина в кишечнике молей происходит с помощью ферментов, действующих только на этот специфический белок. Один из интересных и перспективных методов защиты шерсти от повреждения насекомыми основан на замене дисульфидных связей в молекуле кератина на бистпоэфирные связи, обладающие большей устойчивостью к воздействию этих ферментов. Таким способом удается практически полностью защитить шерстяные изделия от поражения молью. Разработано несколько модификаций этого метода, но ни одна из них не признана пока экономически выгодной и поэтому не получила еще широкого промышленного применения. Можно надеяться, что дальнейшее развитие исследований в этой области позволит внедрить в практику надежный метод защиты без применения ядовитых веществ. А пока для борьбы с молями используют фумиганты – метилбромид, парадихлор-бензол, нафталин, из которых два последних являются одновременно достаточно эффективными репеллентами и препятствуют заражению молью емкостей, насыщенных парами этих веществ.

Термиты. Термиты – теплолюбивые общественные насекомые. Они живут большими семьями в земляных или древесных гнездах и широко распространены в странах с сухим и влажным тропическим климатом. Южные районы пашей страны захватывают лишь небольшую часть ареала этих насекомых, на которой известно всего семь видов термитов. Наиболее опасны два очень близких вида – большой закаспийский и туркестанский термиты. Они заселяют Туркменскую, Узбекскую, часть Таджикской и юг Казахской ССР. Значительный вред постройкам причиняют светобоязливый и дальневосточный термиты, распространенные на юге

Украины, в Молдавии и во Владивостоке (завезенный человеком вид).

Основную часть населения гнезда термитов составляют рабочие – бесплодная каста, специализированная на добывании пищи и выращивании личинок. В поисках корма и влаги рабочие термиты могут опускаться в землю на глубину более 15 м, подниматься на вершины телеграфных столбов и уходить от гнезда на расстояние до 100 м. И хотя они лишены крыльев, в местах, заселенных этими насекомыми, их можно встретить всюду. Подсчеты, проведенные на острове Шри Ланка в верхнем слое почвы глубиной до 10 см, дали общую численность термитов для острова 770 биллионов экземпляров. Если этих термитов уложить в один слой плотно один к другому, то получится рога шириной 10 м и длиной 384 000 км, равная расстоянию от Земли до Луны.

На открытую поверхность термиты выходят очень редко, а перемешаются по многочисленным ходам в почве. В природе они питаются сухими частями деревьев, кустарников и травянистой растительности, собирая корм под прикрытием земляных корочек, которые они лепят на поверхности почвы, на стволах деревьев и кустарников.

В тропиках, где встречаются более крупные и агрессивные виды, термиты активны в течение всего года. У нас же в зимние месяцы они почти неподвижны, хотя в отапливаемых помещениях их вредная деятельность продолжается и зимой.

Вред, причиняемый термитами в странах с тропическим климатом, настолько велик и многообразен, что иногда этих насекомых относят к всеядным. На самом же деле термиты питаются в основном мертвой древесиной и травой. Естественно поэтому, что наибольшую опасность они представляют для деревянных конструкций и материалов, содержащих клетчатку. Размножаясь в больших количествах, термиты приводят в полную негодность деревянные жилые дома, промышленные и гидротехнические сооружения, разрушают железнодорожные шпалы и столбы линий связи. Термиты охотно поедают бумагу, картон, хлопчатобумажные и льняные ткани. Материалы животного происхождения в меньшей степени привлекают термитов. Однако кожа, войлок, шерстяные ткани довольно сильно повреждаются термитами и, вероятно, частично могут использоваться ими в качестве дополнительного источника пищи.

Обладая весьма крепкими и сильными челюстями, термиты могут повреждать и многие несъедобные для них материалы. Они выгрызают глубокие ходы и камеры в ряде минеральных строительных материалов (сырцовый кирпич, глина, гипс, известь), существенно изменяя внутреннюю структуру материала и прочность конструкции. Сильно повреждаются фибролитовые и арболитовые плиты, рыхлые теплоизоляционные материалы, ткани из стеклянного волокна, в том числе электроизоляционные лакоткани. Из металлов заметный ущерб термиты могут причинять алюминиевой фольге и свинцу.

Синтетические материалы также не всегда устойчивы к воздействию термитов. Они прогрызают всевозможные пленки, искусственные кожи, ткани и другие изделия. В некоторых пенопластах термиты выгрызают обширные полости и заселяют их. Также легко они повреждают пористые резины.

Особую заботу вызывают повреждения термитами кабельных изделий. Топкие обмоточные провода термиты могут перекусывать, вызывая обрыв электрической цепи. С более толстых монтажных проводов термиты счищают изоляцию из пластмассы, лаков, бумаги, хлопчатобумажной пряжи, шелка и стекловолокна; насквозь прогрызают свинцовую оболочку кабелей. Забираясь внутрь различных механизмов и аппаратов, термиты натаскивают туда землю и прикрепляют ее к различным деталям. При этом они не только загрязняют систему, но могут изменять ее электрические параметры, мешать взаимодействию отдельных ее узлов.

Скрытная деятельность термитов сильно затрудняет выявление причиненного ими вреда. В жилых домах он часто обнаруживается уже на такой стадии, когда проваливаются половые доски и перекрытия. В результате нападения термитов редко полностью разрушаются целые поселки деревянных и глинобитных домов. Сильнейшее землетрясение 1948 года в Ашхабаде обнажило огромную разрушительную работу, проделанную термитами, в результате которой прочность большинства зданий была значительно ослаблена.

Защите промышленных материалов и изделий первым из европейских государств стала придавать серьезное значение Германия в период второй мировой войны, когда значительно пострадало от термитов военное снаряжение се войск в Африке. Но в то время потери ограничились интендантским хозяйством и повреждениями

\* деревянных элементов оружия и снаряжения. Еще более существенный вред от термитов проявился во время войны во Вьетнаме, когда в результате их деятельности не могли взлетать после хранения в джунглях американские самолеты и вертолеты, не работали радиолокаторы и системы наведения ракет.

В мирные дни жертвами термитов становятся не только современные постройки, но и знаменитые памятники древнего зодчества. В Хиве в музее под открытым небом значительному разрушению подверглись резные деревянные колонны, двери и потолки старинных мечетей и других зданий. В начале 60-х годов в хранилище древних книг и рукописей библиотеки иранского парламента (меджлиса) были погублены термитами многие древние произведения.

Интерес к термитам в последние годы усилился в связи с расширением поставок промышленного оборудования и других товаров в тропические страны. При этом защита от термитов стала неотъемлемой частью «тропикализации» материалов, т.е. повышения их устойчивости К воздействию всего комплекса разрушающих факторов, действующих в странах с тропическим климатом.

Точного учета потерь от термитов и расходов на компенсацию их вреда нет ни в одной стране. Наиболее подробные подсчеты проведены в США, где термиты не очень многочисленны и не представлены агрессивными тропическими видами.

В начале 50-х годов потери от полного разрушения термитами оценивались там в 40 млн. долларов, а к концу десятилетия – 100 млн. долларов. В середине 60-х годов эта сумма выросла до 250 и даже до 500 млн. долларов. Рост этих сумм происходит как за счет более полного учета потерь от термитов, так и в связи с увеличением стоимости противотермитных мероприятий и расходов на их разработку. В настоящее время ежегодные потерн от термитов во всем мире приблизительно оцениваются в 1 млрд. долларов.

В нашей стране наиболее значительные работы по изучению термитов и защите от них материалов и сооружений ведутся в Институте зоологии Академии наук Туркменской ССР в Ашхабаде и в Московском государственном университете, где на кафедре энтомологии изучают и других вредителей материалов из мира насекомых. За последние годы состоялись три всесоюзных совещания по изучению термитов и разработке противотермитных мероприятий. Проведены многочисленные исследования в ряде лабораторий страны. В результате усилий коллектива ученых разработаны специальные инструкции по противотермитному строительству жилых домов и промышленных сооружений.

Многолетний опыт борьбы с термитами показывает, что надежнее всего можно защитить здание, правильно его спроектировав и построив. Значительно больших затрат требует борьба с термитами в уже поврежденных ими строениях. При строительстве любого здания с целью защитить его на длительный срок от повреждения термитами решают две задачи: уничтожение термитов в почве непосредственно под зданием и недопущение их в строение из окружающей почвы.

Решение первой задачи при строительстве крупных зданий, под «которые роют котлован глубиной 1,5 м и более, выполняется при производстве земляных работ, когда вместе с выемкой грунта удаляются из-под будущего здания и обитающие там термиты. В тех случаях, когда грунт снимают на меньшую глубину или удаляют только культурный слой почвы, необходимо проводить химическую обработку грунта сильнодействующими И долго сохраняющими токсичность в почве хлорорганическими ядохимикатами.

Вторую задачу решают применением комплекса конструктивных мероприятий. Здание строят на каменном фундаменте и опорах, с высоким цоколем, сложенным из обожженного кирпича или камня на сложном растворе с высокомарочным цементом, или применяют сплошное железобетонное основание, уложенное на протравленный инсектицидами грунт. Грунт вокруг здания протравливают на большую глубину инсектицидами и поверх этого делают вокруг цоколя бетонный или асфальтовый отлив. Протравленный грунт, скрытый под зданием и отливом сохраняет защитное действие многие годы. Периодические осмотры зданий, своевременный ремонт, содержание в чистоте подвалов и окружающей территории способствуют длительному сохранению жилых а промышленных построек. В тех случаях, когда в предназначенных для эксплуатации в тропиках промышленных изделиях и конструкциях используют повреждаемые термитами материалы, возникает необходимость их защиты. Наиболее надежный способ при этом – изоляция уязвимых деталей от доступа термитов. Она достигается герметизацией отдельных узлов, заливкой их в различные смолы, размещением оборудования на бетонных площадках, применением ограждающих частых металлических сеток, уничтожением термитов на окружающей территории с помощью инсектицидов и т.д. В ряде случаев требуется повысить устойчивость и некоторых материалов. Особенно это касается деревянных деталей. Именно для древесины уже давно разработаны и поставлены на промышленную основу методы пропитки ее антисептиками, защищающими от гниения. Некоторые из применяемых антисептиков являются одновременно достаточно хорошей защитой от термитов. Введение антисептиков повышает также устойчивость бумаги и картона.

Перспективным может оказаться применение репеллентов, по в отношении термитов этот способ пока не нашел практического применения. Замена повреждаемого материала устойчивым к воздействию термитов является, несомненно, наиболее радикальным способом защиты всего изделия.

**4. Грызуны – разрушители материалов, изделий, сооружений**

Грызуны (Rodentia), наиболее многочисленный отряд класса млекопитающих (2800 видов из 5400), отличаются не только разнообразием, но и высокой численностью, а также активностью. Они широко распространены по земному шару, а в нашей стране заселяют все районы и зоны от жарких пустынь Средней Азии до тундр и островов Ледовитого океана, поднимаясь и горы до высоты 4,5 тыс. м над уровнем моря.

Название отряда дано за специфическое строение челюстного аппарата: сильно развитые резцы имеют долотообразную форму и постоянно растут.

Роль грызунов в жизни природы и в народном хозяйстве велика и разнообразна: во многих районах (луга, степи, пустыни, горы) их роющая деятельность служит важным фактором почвообразования, оказывает влияние на развитие эрозии! Рыхление почвы и нередко сплошное выедание растений на местах обитания способствуют формированию и расселению сорняков, влияя па разнообразие луговых, степных и пустынных растительных ассоциаций. Некоторые виды грызунов – важный объект промысла (бобр, белка, сурок, ондатра). Мелкие мышевидные грызуны служат пищей для таких ценных зверей, как соболь, куница, норка, лисица и др., для хищных дневных птиц и сов. Грызуны – хранители и переносчики многих возбудителей болезней человека и домашних животных: чумы, туляремии, энцефалита, риккстснозов, лейшманиоза и других. Они наносят огромный вред сельскому и лесному хозяйствам, запасам продовольствия, повреждают тару и упаковку, различные материалы и изделия, сооружения и т.д.

Численность многих грызунов подвержена большим колебаниям и благодаря высокой плодовитости при благоприятных условиях в течение всего года может достигать большой величины. Увеличению численности мелких, так называемых «мышевидных», грызунов нередко способствуют нарушения в хозяйственной деятельности человека, вызванные войнами или другими чрезвычайными событиями.

Наибольшее число вредящих видов относится к семействам мышей – Muridae (крысы и мыши) и хомяко-образных – Cricetidae (песчанки, хомяки, полевки). В семействе беличьих – Sciuridae – значительный вред приносят суслики.

К семейству мышей относятся так называемые синантропные грызуны – домовая мышь, серая и черная крысы, издавна заселяющие постройки человека. Своим широким распространением они (особенно домовая мышь и серая крыса) обязаны человеку, вслед за которым по транспортным путям проникли на север до полярного круга и на юге в зону пустынь. Эти грызуны только на севере держатся в постройках человека обычно круглый год. В средней полосе и на юге в теплое время года они обычно выселяются в открытые биотопы.

Кроме серых и черных крыс и домовых мышей, в СССР встречаются еще 8 видов этого семейства. В Средней Азии живут пластипчатозубая и туркестанская крысы; в жилище человека они ведут себя как серые крысы, истребляя продукты и причиняя другой вред вещам, а нередко и здоровью человека. Пластипчатозубая крыса, помимо того, вредит своей роющей деятельностью, создавая норы с большим количеством сложных ходов и тем повреждая земляные полы и глинобитные стены, а также оросительные каналы.

На Дальнем Востоке и в Восточной Сибири широко распространена азиатская лесная мышь. Зверьки вредят сельскому хозяйству, лесовозобновлению, урожаю цитрусовых (черные крысы) и орехов (туркестанская крыса). Большой вред приносят синантропные грызуны, уничтожая и загрязняя запасы продовольствия, бумагу, ткани и т.п.

К семейству хомякообразных принадлежат грызуны, повреждающие зерновые культуры, луга и пастбища, лесные насаждения. Большая часть представителей семейства – обитатели открытых и лесных ландшафтов. Ряд видов живет в более или менее сложных порках, а некоторые ведут подземный образ жизни. К подсемейству полевок относятся виды, численность которых особенно резко колеблется; в годы массовых размножений они наносят большой ущерб сельскому хозяйству.

Семейство хомякообразных включает три подсемейства: хомяков, полевок и песчанок. В фауне СССР насчитывается 12 видов подсемейства хомяков – Cricetinae.

Хомяки заселяют возделанные земли, межи и поля, нераспаханные участки и т.п. Некоторые виды встречаются в населенных пунктах, на приусадебных участках и жилых постройках. Хомяки роют сложные норы с камерами для хранения запасов питания. Питаются зелеными частями растений, семенами, корнеплодами; поедают насекомых и других мелких животных. Делают большие запасы пищи на зиму (обыкновенный хомяк запасает до 20 кг). Высоко плодовиты, особенно обыкновенный хомяк, который приносит до 3 пометов в год, в среднем по 10 детенышей (максимально 15–20), у остальных видов – 2–3 помета (от 4 до 9 детенышей).

Наибольший вред сельскому хозяйству, местами лесовозобновлению приносят обыкновенный, дагестанский и закавказский хомяки. Серый и наурский хомячки вредят также в жилых помещениях и складах.

– Подсемейство песчанки – Gerbillinae. В нашей фауне представлены 8 видов рода Meriones и 1 вид рода Rhombomys – большая песчанка. Распространены в сухих степях, полупустынях и пустынях равнин, предгорий и частью горных районов Северной Африки, Передней и Малой Азии, Кавказа и северо-восточного Предкавказья до юго-восточного Казахстана, Забайкалья, Монголии и Китая.

В большинстве песчанки заселяют не освоенные сельским хозяйством земли; однако краснохвостая, малоазийская, монгольская и гребенщиковая песчанки охотно селятся на орошаемых участках, пашнях, вблизи поселений человека. Монгольская песчанка поселяется и на приусадебных участках. Размножаются в течение теплого времени года, за сезон бывает 2–3 помета. В выводке от 2 до 7–8 детенышей. Зимней спячки у них нет; делают на зиму запасы из семян диких растений и культурных злаков, иногда значительные.

Малоазийская и персидская песчанки не роют сложных нор – «колоний», остальные виды делают норы различной сложности. Наибольшей сложности норы (колонии) достигают у большой песчанки. Вредят растениям, укрепляющим пески, пастбищам, посевам зерновых, хлопка. Большая песчанка повреждает саксауловые леса, разрушает берега оросительных каналов, железнодорожные насыпи и т. л – Большинство видов песчанок имеют важное эпидемиологическое значение.

Подсемейство полевок – Microtinae – представлено в нашей фауне 45 видами. Они населяют практически всю территорию нашей страны. Среди них есть грызуны, ведущие подземный образ жизни и редко выходящие на поверхность земли (слепушонки), ондатра и водяная крыса ведут полуводный образ жизни. Большинство же полевок роют норы разной степени сложности.

Все полевки растительноядные; в пище преобладает зеленая растительность\* Высоко плодовиты. Самка приносит в год 2–3 помета, по 5–6 детенышей- в каждом. Для полевок характерно раннее наступление половой зрелости (самки могут приступать к размножению в возрасте 3 недель, самцы – 1 – 1,5 месяца). При благоприятных условиях размножение в популяции может идти круглый год. С этим связаны высокие подъемы численности многих видов этого подсемейства.

Некоторые виды являются серьезными вредителями в сельском хозяйстве (обыкновенная и общественная полевки, степная пеструшка, полевка Брандта, водяная полевка и др.), лесному хозяйству вредят рыжая европейская, красная сибирская полевка и др. Ондатра повреждает ирригационные сооружения. Некоторые виды передают человеку и домашним животным туляремию, лептоспирозы, риккетсиозы и многие другие инфекционные заболевания.

Семейство беличьих. Род суслики – Cilellus. В нашей фауне представлены 10 видов. В СССР обитают преимущественно в открытых» ландшафтах: лесостепи, степной и полупустынной зонах; некоторые виды заходят в пустыню. Суслики заселяют луга, пастбища, выгоны, межи и нераспаханные участки среди полей. Питаются преимущественно сочными травянистыми растениями, луковицами, зернами (главным образом на ранних стадиях зрелости). Запасов на зиму не делают.

Размножаются один раз в году – весной. В помете от 2 до 15 детенышей. Все суслики впадают зимой в спячку.

Пустынным видам свойственна еще и летняя спячка, связанная с выгоранием растительности. Суслики селятся колониями. Норы глубокие и длинные, сложного строения, особенно у пустынных и степных видов. Активны в дневное время. Важнейшие вредители сельскохозяйственных культур, пастбищ и лесопосадок – малый, крапчатый, большой, краснощекий, азиатский длиннохвостый суслики. Имеют важное эпидемиологическое значение.

Освоение человеком новых территорий, строительство железных дорог, гидротехнических сооружений, разработка полезных ископаемых и т.д. изменяют условия существования и приводят к тому, что местные виды грызунов заселяют сооружения человека, становясь частичными или условными синантропами. В Якутии, например, в населенных пунктах, где отсутствует домовая мышь, в роли синантропных грызунов выступают сибирская красная и узкочерепная полевки, а также полевка-экономка. Они заселяют жилые и надворные постройки, держатся в них круглый год, размножаясь в жилых постройках и зимой. Серый хомячок на юге встречается в жилищах человека и хозяйственных по-

стройках. В таких городах, как Ашхабад, Фрунзе, Ереван, он заселяет многоэтажные дома до самых чердаков, обитая совместно с домовой мышью, иногда превосходя ее по численности.

Отмечено заселение жилых и хозяйственных построек другими видами грызунов: лесной и полевой мышами, обыкновенной и рыжей полевками, краснохвостой и гребенщиковыми песчанками и др. Строительство каналов и развитие орошаемого земледелия способствуют проникновению в засушливые районы влаголюбивых видов, ранее там не встречавшихся: обыкновенной и водяной полевок, полевой мыши, ондатры и др. Одновременно с этим строительство животноводческих ферм, фуражных складов, водоемов обусловливает дальнейшее расселение серой крысы в засушливые районы Ростовской области, Ставропольского края, а также в некоторые области Западной. Сибири, где идет интенсивное сельскохозяйственное и промышленное освоение земель.

Влияние хозяйственной деятельности человека на расселение синантропных грызунов, заселение новых биотопов другими видами грызунов в связи с изменением условий существования, увеличение их «контактов» с человеком и его производственным окружением постоянно усиливаются.

Добираясь до пищи, грызуны повреждают тару (упаковку), прогрызают отверстия в полу или стенах амбаров, складов, зернохранилищ. Кроме продуктов питания, грызуны портят на складах ткани, меха, обувь и другие предметы. Отмечались повреждения крысами водопроводных труб из свинца, трубок из алюминия и др. Повреждения несъедобных предметов носят обычно случайный характер и вызваны необходимостью преодоления преград на пути к пище, воде, убежищу. Иногда повреждения обусловливаются исследовательским поведением. Некоторые материалы грызуны используют для устройства гнезд. В жилых помещениях и других постройках грызуны делают гнезда из бумаги, тряпок, паты. В экспериментах крысы и другие грызуны использовали в качестве гнездового материала пенопласт, куски резиновых и поливинилхлоридных изоляционных материалов, куски тонкой проволоки и т.п.

Значительный ущерб грызуны наносят, повреждая кабели и провода, что приводит к авариям, нарушению движения поездов, связи, пожарам и человеческим жертвам. В Японии из-за повреждения кабеля и узлов автоматической световой сигнализации на железной дороге не раз нарушалось движение электропоездов. Повреждение кабеля ЭВМ домовыми мышами в Центральном банке Буэнос Айреса привело к приостановке. некоторых операций на бирже и банках города. В иранском городе Ахваз крысы Очень сильно повредили линии связи в подземных коммуникациях. В течение нескольких дней во многих учреждениях и жилых домах не работали телефоны. Боясь крыс, работники отказывались ремонтировать кабель в подземных коллекторах.

Экспериментально показано, что грызуны могут повреждать кабели и провода, находящиеся под напряжением, без особого вреда для себя. Американские грызуны гоферы (Geomys), известные как вредители сельского хозяйства и материалов, повреждали электрический провод с напряжением 700 В и не погибали. О причинах повреждений кабелей грызунами известно немного. Полагают, что зверьков может привлекать разрытая при прокладке кабеля земля; возможно, они иногда грызут кабель, как и другие твердые предметы, для затачивания резцов или грызут его, когда он является препятствием их передвижению.

Передки повреждения, связанные с роющей деятельностью грызунов. Поселяясь по берегам каналов за облицовочными плитами, в плотинах и дамбах, грызуны роют поры в насыпях, прокладывая ходы часто ниже уровня воды. Это способствует усилению фильтрации воды и может вызвать разрушение насыпей, прорыв плотин и даже наводнения. Серьезный вред ирригационным сооружениям в Западной Европе причиняет ондатра. В нашей стране оросительным системам вредят также пластинчатозубая крыса и песчанки.

Повреждения материалов, сырья и изделий грызунами происходят в различных условиях, и немалую роль здесь играет элемент случайности. Это свидетельствует о том, что среди грызунов нет специализированных вредителей материалов, по практически все виды грызунов потенциально опасны в этом отношении. Повреждения имеют «непищевой характер» и являются результатом грызущей и роющей деятельности, когда возникает необходимость преодоления преград на пути к пище, воде, убежищу и т.п., или могут быть результатами исследовательского поведения животных.

Подобно тому как развитие сельского хозяйства сопровождалось появлением его вредителей, так и многообразное использование человеком среды при строительстве, прокладке коммуникаций и многого другого способствовало формированию разнообразной вредоносной деятельности животных, в том числе и грызунов. В связи с этим возникла проблема защиты материалов и различных объектов от повреждения грызунами.

Ущерб, причиняемый грызунами народному хозяйству, исчисляется сотнями миллионов рублей. Помимо прямого уничтожения сырья, материалов и изделий, грызуны загрязняют их экскрементами, мочой, шерстью. По данным ФАО, общий ущерб, наносимый грызунами в США, оценивается в 300–500 млн. долларов в год, в Индии – 1242,5 млн. рупий.' Но во многих случаях повреждения разных изделий, сооружений и особенно архивных «документов, книг и т.п. не поддаются точному учету и не ограничиваются только экономическим ущербом. Невосполнимость поврежденного придает особую остроту этой проблеме.

Экспериментальные исследования в лабораторных условиях показали, что грызуны могут повреждать самые разнообразные материалы: бумагу, картон, различные ткани и пленки, а также резину, полиэтилен и поливинилхлорид, газонаполненные пластмассы, некоторые текстолиты, лакокрасочные покрытия и др. Более устойчивыми оказались материалы на основе эпоксидных смол, стеклопластики, большинство пресс-материалов. Вероятность повреждения материалов грызунами зависит от характера поверхности материала (гладкая и шероховатая), его твердости и структуры (пористая, вязкая, плотная и т.п.). В экспериментах грызуны повреждали пенопласты в том случае, если пористой пенопластовой пластинкой закрывали окно, отделяющее кормовое отделение клетки от гнездового (где помещались зверьки). Пористая поверхность дает упор для зубов. Если же пенопласт окрашивали эпоксидной шпатлевкой и поверхность пластинки становилась гладкой, грызуны не могли прогрызть пластинку, ибо резцы скользили по гладкой поверхности. Лишь после того как в пластинке были сделаны отверстия диаметром 5 мм, зверьки ее прогрызли. Выступы, отверстия и щели на поверхности материала способствуют повреждающей деятельности грызунов.

От вида грызунов зависят характер и размеры повреждений, наносимых ими. Известно, что твердость эмали резцов грызунов примерно одинакова и составляет 5,5 единицы по шкале Моша для крупных грызунов (ондатра, бобр, нутрия, серая крыса) и 5 единиц – для мышей и полевок. Это означает, что вероятность и размеры повреждения материала будут зависеть от величины зверьков, строения челюстной и жевательной мускулатуры, биомеханики челюстного аппарата.

Размеры повреждений зависят также от биологических особенностей грызунов. Сравнение данных лабораторных испытаний показало, что пластинчатозубая крыса – грызун, роющий сложные и обширные норы, перегрызающий корни деревьев и преодолевающий глинобитные стены, повреждает материалы в гораздо большей степени, нежели серая крыса, которая в природе делает несложные норы, а по типу питания – всеядна (размер зверьков обоих видов примерно одинаков). Величины прогрызенных отверстий в пластинке пенопласта соответственно равнялись: 65 X 40 мм и 40 X 30 мм. Помимо этого, пластинчатозубая крыса очень сильно обгрызала края пластинок, а в некоторых опытах разгрызала пенопласт на куски. Серая крыса делала это значительно реже. Удалось установить обратную зависимость интенсивности повреждения грызунами пенопластов от их плотности. Чем плотность

пенопластов выше, тем в меньшей степени зверьки повреждали материал, и особенно четко это прослеживалось в отношении мелких зверьков (мышей и полевок).

Приведенные примеры показывают, сколь важны проведение предварительных испытаний устойчивости и внимательный отбор наиболее «грызуностойких» образцов материалов. Надо признать, что методы вполне надежной непосредственной зашиты материалов от повреждения пока еще не разработаны в достаточной степени. Повреждающая деятельность грызунов весьма разнообразна. Существующие способы борьбы направлены на общее снижение их численности и уменьшение масштабов вреда, что может уменьшить возможность повреждения материалов, изделий и пр., но не исключить его. Поэтому полезно привести краткие сведения о системе и методах борьбы, которые приняты в современной дератизации.

Основная задача борьбы с грызунами – это снижение численности или полное истребление вредителей на определенных объектах, в Отдельных населенных пунктах, сооружениях и т.п.

Мероприятия осуществляют в двух направлениях: проведением общих профилактических мер, обеспечивающих грызунонепроницаемость, и истребительных работ путем использования химических, механических и биологических способов истребления. Успех борьбы зависит от правильного определения мест обработки и выбора наиболее пригодных в данных условиях средств борьбы (см. инструкции по борьбе с грызунами Минсельхоза и Минздрава). Работу необходимо начинать с широкого проведения профилактических мероприятий (уничтожения мест, удобных для концентрации грызунов и путей их проникновения па объект извне), которым затем должны сопутствовать истребительные работы.

Профилактические мероприятия должны обеспечить не только уничтожение условий, благоприятствующих вредителям, но и затруднить им доступ к защищаемым объектам. В городах и других населенных. пунктах этому способствует проведение санитарно-профилактических мероприятий, направленных на создание грызунонепроницаемости зданий (особенно складов), улучшение санитарного состояния населенных пунктов и пр. Эти изменения среды обитания затрудняют заселение грызунами объектов и постоянное пребывание в них.

– Для уменьшения вредоносности грызунов в сельском хозяйстве большое значение имеют соблюдение правил агротехники, своевременная уборка урожая, хорошее состояние зернохранилищ и овощехранилищ, т. с. все то, что вызывает резкое ухудшение условий обитания и кормности угодий для грызунов. Ухудшение условий существования может вызвать спад интенсивности размножения и уменьшение численности. Для своевременной организации борьбы с вредными грызунами разработаны методы учета и составления прогнозов их численности, которые позволяют определить предполагаемую численность и возможный вред сельскохозяйственным культурам в течение ближайшего сезона, года.

Чтобы правильно организовать борьбу, важно знать закономерности стационарного распределения и динамики численности видов вредителей с тем, чтобы наносить удары в наиболее выгодное время и в местах, решающих судьбу населения грызунов. Таковыми являются стации переживания – участки ландшафта, где имеются оптимальные для данного вида условия существования. Только в стациях переживания в годы депрессии сохраняется численность грызунов и отсюда идет расселение зверьков в прилегающие угодья. На этой основе возникает возможность профилактической борьбы о вредителями. При этом истребление грызунов особенно целесообразно проводить при низком уровне их численности, сосредоточивая его прежде всего в стациях переживания и особенно в ранневесеннее время, когда число особей производителей наименьшее. Такую работу, нужно проводить систематически, постоянно контролируя численность вредителей. Важным условием при этом становится картографирование «поселений» грызунов. И выделение «стаций переживания». На этой основа возможна профилактическая борьба с вредителями, которая позволит поддерживать их численность на минимальном уровне.

В городах и населенных пунктах мероприятия по борьбе с синантропными грызунами должны быть построены на том же принципе. После сплошных обработок, давших резкое снижение численности, необходимо систематически вести борьбу, выявляя места, где со\*, хранились грызуны, иначе освобожденные от грызунов объекты будут снова ими заселены.

Химический метод борьбы с грызунами в настоящее время является ведущим и наиболее эффективным. Яды, применяющиеся для борьбы с грызунами, по характеру своего действия делятся на препараты острого и кумулятивного действия. Из ядов острого действия наиболее широко используют фторсодержащие соединения (фторацетат натрия, фторацетамид, монофторин и др.) и фосфорорганические соединения (фосфид цинка, глифтор). Яды кумулятивного действия – антикоагуляпты – созданы на основе кумарина (варфарин, зоокумарин) и индадиона (ратиидан, фентолацин и др.). Появление антикоагулянтов повысило эффективность истребитель- t пых работ и, по мнению специалистов, позволяет ставить вопрос о практически полном освобождении он грызунов (в частности, от крыс) отдельных городов и даже областей. Грызуны не различают эти яды в приманке и охотно поедают ее.

Хорошо защищает освобожденные от грызунов объекты применение долговременных точек отравления – ящиков с сухой пищевой приманкой, содержащей антикоагулянт, фторацетат натрия или фосфид цинка. Так, благодаря сочетанию истребительных работ с последующим применением точек долговременного отравления серые крысы были практически ликвидированы в 450 населенных пунктах ФРГ. Значительные успехи в борьбе с крысами были достигнуты также в Риге, Саратове, Туле и других городах.

Для истребления грызунов в изолированных складских помещениях, на морских и речных судах, в железнодорожных вагонах и в отдельных случаях в самолетах используют газообразные вещества: сернистый ангидрид, углекислый и угарный газы, хлорпикрин, препараты синильной кислоты, бромистый метил. Для борьбы с сусликами и песчанками газацию нор проводят хлорпикрином, бромистым метилом, цианосплавом, выхлопными газами. Перспективно использование хемостерилянтов – веществ, действующих на генеративную систему зверьков и снижающих темпы размножения в популяциях.

13 последнее время во многих странах серьезное внимание уделяют поискам репеллентов – веществ, которые отпугивают грызунов от защищаемого предмета, В качестве репеллентов предложены циклогексамид, хлордан, спиртовой раствор меркаптанов, додециловый спирт, диэлдрин, алдрин, соли диметилдитнокарбаминовой кислоты, оловоорганические соединения и др. (патенты Англии, США, Японии). Судя по литературным данным, многие из них на практике оказываются непригодными либо вследствие того, что не проявляют репеллентных свойств, либо в результате токсичности. Наиболее перспективными, по-видимому, являются оловоорганические соединения – трибутилхлорстаннан, трифенил. члорстаннан, трициклогексилстаннанокси и др., предложенные в США для введения в краски, бумажную массу, идущую на изготовление тарного картона, в обмазки для защиты растительности и, в частности, плодовых деревьев от повреждения грызунами и копытными. Введение оловоорганического соединения BiO = MeTi2 в покрытие телефонного кабеля дало положительный эффект, и грызуны не повреждали этот кабель ни в лаборатории, ни в полевых условиях. Положительные результаты были получены при защите кабеля от повреждения гоферами с помощью репеллента R-55 (третичный бутилсульфенилдиметилдитиокарбанат), разработанного нефтяной компанией Филипс (Phillips Petroleum Company). Это вещество используют для защиты проводов и кабелей, проложенных на поверхности земли, и кабелей, прокладываемых под землей. В первом случае в резиновую или полиуретановую оболочку кабеля вводили репеллент. При прокладке кабеля под землей обрабатывали траншею водоэмульсионным раствором репеллента R-55. Введение репеллента в оболочку и обработка почвы дали хорошие результаты, и повреждения кабеля не отмечали в течение длительного срока (в опыте до 2,5 лет). Наблюдения показали, что гоферы избегают участков земли, обработанных этим репеллентом.

Эти результаты открывают большие перспективы для дальнейших исследований и поисков веществ, достаточно надежно отпугивающих грызунов. В нашей стране Всесоюзным научно-исследовательским институтом дезинфекции и стерилизации для защиты резиновых и пластмассовых оболочек кабелей рекомендованы сланцевое масло и альбихтол. Для защиты строений (особенно камышитовых и деревянных домов) и плодовых деревьев В.

Г. Полежаев предложил цинковую соль диметилдитиокарбаминовой кислоты (ЦИМАТ). Два первых вещества не проявили длительного отпугивающего действия и потому не нашли применения.

Поиск репеллентов – задача сложная. Вещества, предлагаемые в качестве репеллентов, должны отвечать следующим требованиям: не быть токсичными, при введении в материалы, не терять своих отпугивающих свойств, не изменять свойств самого материала и не изменяться под действием факторов внешней среды. Механизм действия репеллентов изучен еще недостаточно. Это затрудняет поиск новых веществ и требует комплексного подхода и совместной работы химиков, технологов и биологов.

Повреждения кабелей грызунами влекут за собой подчас серьезные аварии. Поэтому максимум внимания во всех странах мира уделяют вопросам их защиты. Химический способ защиты заключается во введении в пластмассовые или резиновые оболочки проводов и кабелей веществ, обладающих отпугивающим действием, либо предлагают этими веществами покрывать оболочки снаружи. Одни из перспективных репеллентов – упомянутые выше R-55 и ВЮ=МеТ|2.

Механические способы защиты предусматривают кабели, бронированные стальной или медной лентой или оплеткой из стальных оцинкованных проволок. Японские ученые для защиты проложенных в земле силовых ц коммуникационных кабелей предлагают помещать их в желоба, засыпанные плотным сыпучим материалом. Для предотвращения доступа грызунов в щель, образованную кабелеукладчиком, применяют устройство, уплотняющее слой земли над кабелем. Поскольку грызунов привлекает разрытая земля, необходимо после прокладки кабеля заравнивать поверхность почвы.

При прокладке трассы важно учитывать распределение грызунов на территории, их численность и т.п. В этом отношении перспективен опыт выделения зон потенциальной опасности для кабелей, прокладываемых на глубине 0,7–1,2 м. Было выделено. 77 видов животных, прокладывающих ходы, роющих норы и могущих повреждать кабели на этой глубине. В их числе 69 видов грызунов. Наибольшую опасность представляют хомяки, суслики, песчанки, слепушонки, пластинчато зубые крысы, обитающие в лесостепной и степной зонах, в полупустыне.

Решение вопросов, связанных с защитой материалов от повреждения грызунами, требует комплексных научных исследований. Они должны проводиться в нескольких направлениях.

Уточнение видового состава вредителей, их распространение, определение характера, объема и условий их вредоносной деятельности.

Разработка новых и усовершенствование имеющихся способов защиты сырья, материалов, изделий и сооружений различного назначения от проникновения грызунов путем создания «грызуностойких» материалов и конструкций.

Изучение механизма грызущей и роющей деятельности грызунов, биомеханики челюстного аппарата, влияния факторов окружающей среды на грызущую и роющую деятельность. Знание биологических особенностей поведения вредных грызунов позволит разрабатывать рекомендации по снижению их вредоносной деятельности.

4. Исследование биостойкости имеющихся и создаваемых материалов, их физико-механических свойств. Разработка этих направлений может оказаться перспективной, поскольку позволит прогнозировать интенсивность повреждения различных материалов грызунами и своевременно определить систему возможной защиты наименее устойчивых материалов.

5. Поиски репеллентных агентов против грызунов и разработка системы средств защиты материалов с их помощью.

В намеченных направлениях уже начата работа во многих странах мира и достигнуты определенные результаты.

**5. Птицы – источник биоповреждений**

В век научно-технической революции птицы все чаще оказываются в ряду организмов, наносящих ущерб технике, архитектурным сооружениям, памятникам культуры, транспорту, техническому и сельскохозяйственному сырью. В одних случаях этот ущерб незначителен и исчисляется сотнями миллионов рублей, в других – пока совсем невелик, но мы говорим о нем, потому что нас тревожит тенденция его роста. Человек уже накопил горький опыт подобных ситуаций; многое из того, что вызывает сегодня огромные материальные потери, было известно давно и поэтому могло быть предотвращено, если бы были приняты специальные меры или по крайней мере была бы предусмотрена эта ситуация заранее.

В 1912 году в Калифорнии произошло первое официально зарегистрированное столкновение летательного аппарата с птицей, в результате которого разбился летчик-испытатель. Тогда этому не придали большого значения. Несчастные случаи в результате столкновений с птицами были крайне редкими. В настоящее время в мире ежегодно сталкиваются с птицами около 4000 самолетов, значительная часть столкновений закапчивается дорогостоящим ремонтом двигателей или фюзеляжа, некоторые столкновения приводят к катастрофам.

Стоимость самого дешевого ремонта – замена двигателя – оценивается в 40000 долларов. Стоимость самого дорогого – в несколько миллионов долларов (стоимость самолета), в том случае, если самолет потерпел аварию и столкновение окончилось тяжелыми последствиями, гибелью экипажа и пассажиров.

Предотвращение столкновений самолетов с птицами в наши дни является предметом постоянного внимания Международной организации гражданской авиации (ИКАО), Международного и Европейского комитетов по опасности птиц для самолетов, регулярно созываемых международных конференций по опасности птиц для самолетов (последняя – в Париже в 1977 г.). Этими вопросами занимаются созданные при авиационных министерствах США, Англии, Франции и других стран правительственные комитеты и большое количество научных лабораторий многих стран мира.

Что же произошло за полвека и главным образом в последние десять лет с авиацией, почему защита могучих современных лайнеров от крошечного птичьего тельца стала такой серьезной задачей для техники и биологии? Прежде всего потому, что именно в последние десятилетия значительно возросла скорость самолетов. Птицам стало труднее избегать столкновений с. самолетами. Сила удара тела птицы о самолет при скорости самолета около 1000 км/ч стала достигать почти 30 000 кг. За эти же годы возросла не только скорость, но и объем транспортных и пассажирских перевозок, а значит, резко увеличилось количество самолетов, поднимающихся в воздух. В настоящее время обе тенденции увеличиваются и, следовательно, птицы как фактор опасности для самолетов завтра будут значить еще больше, чем сегодня, если, конечно, не принять профилактические меры. Но какие меры могут защитить самолеты от птиц, сделать маршруты сверхзвуковых гигантов безопасными в этом отношении?

Прежде всего мы должны отметить, что гарантировать полную безопасность самолета от столкновений с птицами в настоящее время невозможно. В то же время, своевременно осуществляя специальные мероприятия, мы можем существенно уменьшить вероятность таких столкновений в условиях отдельных аэродромов, находящихся на пути массовых перелетов или в местах массовых скоплений мигрирующих птиц. При этом положительный эффект достигается за счет многих мероприятий, проводимых различными службами под наблюдением и при участии ученых. Па рисунке приведена схема таких мероприятий, направленных на предотвращение столкновений самолетов с птицами. Схема, разработанная В.А. Никитиным и В.Э. Якоби, дает представление о том, какие партнеры принимают участие в этой работе.

Конструкторы за счет специальных приспособлений увеличивают птицестойкость самолетных конструкций; особое внимание обращают на те узлы, в которые по статистике особенно часто попадают птицы, вызывая при этом наибольшие разрушения. Так, статистика показывает, что в 39,4% столкновений гражданских самолетов птицы ударяются в двигатель, в 32,4% – в плоскости, в 16% – в остекление кабины, в 7% – в переднюю часть фюзеляжа. Конструкторские решения имеют большое значение в защите самолета от птиц. Таким путем удается ослабить последствия столкновения, если оно все же произошло. Для изучения этого вопроса стоящий на специальном стенде самолет обстреливают птичьими тельцами (в качестве стандарта используют голубей) из\*пневматической пушки. Сила удара такого «снаряда» соответствует той, которую испытывает самолет, сталкиваясь с птицей в воздухе. Если птичье тельце попадает в двигатель., конструкторы следят за «тем, чтобы падение его мощности не превышало определенные пределы. Соответствующие требования птице-стойкости предъявляются и к другим узлам самолетных конструкций.

Однако возможности конструкторских решений в защите самолета от птиц ограничены. Птицестойкость конструкций связана с их утяжелением, с падением мощности двигателя и другими нежелательными последствиями. Поэтому полностью решить проблему защиты самолетов от птиц таким путем невозможно. Для этого используют одновременно многие другие пути. Авиационные метеорологи внимательно следят за появлением мигрирующих стай птиц, фиксируют, высоту и скорость их полета в особенности в тех точках, где они пересекаются с трассами авиалиний. Самолеты как известно летают строго по определенным коридорам. Во время миграций коридоры, которые заполняются птицами, закрыты для самолетов.

Конечно, обнаружение и прослеживание мигрирующих птиц – сложное и трудное дело. Метеорологам помогают орнитологи. Большая часть птиц (до 90%) летит ночью, в тумане, в облаках, и их не увидишь простым невооруженным глазом. В этом случае на помощь наблюдателям приходят аэродромные локаторы. Мигрирующие стаи на экранах локатора выглядят как медленно двигающиеся пятна – засветки. Опытный оператор различает засветки и внимательно следит за ними. г

Большое количество столкновений (более 60% от общего числа) происходит поблизости от аэродрома на взлете или посадке. Это и понятно. Большинство птиц летит на высоте 300–1000 м (хотя известны случаи перелета на высотах до 8000 м и выше), и именно такие высоты пересекают взлетающие и приземляющиеся самолеты. Но кроме того, аэродром и его окружение имеют особую привлекательность для птиц. Прежде всего потому, что эта территория охраняется, и следовательно, для обитающих здесь птиц создается режим своеобразного заповедника. Расположенные поблизости свалки представляют собой хорошую кормовую базу. На взлетно-посадочную полосу выползают дождевые черви и насекомые, выбегают мышевидные грызуны, рядом с полосой растут сорняки, поставляющие съедобные для птиц семена. Если аэродром расположен рядом с водоемом, на нем охотно гнездятся чайки, останавливаются на пролете кулики, утки. Ангары и крыши административных зданий аэродрома заселяют галки и голуби, на липах и тополях насаждений аэропортов устраивают колонии грачи.

Концентрация птиц на аэродроме всегда высокая. Но она еще больше возрастает, когда наступает период весенних или осенних миграций и когда в конце лета молодняк покидает гнезда и в массе собирается поблизости от взлетно-посадочной полосы. Именно эти периоды самые опасные для авиации. Наблюдения показывают, что с самолетом сталкиваются в основном молодые необученные птицы, сравнительно недавно покинувшие гнезда, или мигранты – пришельцы. И те и другие не знакомы с местными условиями, не «знают» самолет и не боятся его. Попав на полосу, по которой то и дело с грохотом и свистом проносятся самолеты, они теряют ориентировку и становятся беспомощными. Именно такие птицы представляют собой наибольшую опасность для самолетов. Оценивая эту аэродромную ситуацию в целом, орнитологи и авиационные специалисты разрабатывают комплекс экологических мероприятий, направленных на уменьшение численности птиц в районе аэродрома. Важно подчеркнуть, – что это достигается «мягким» путем. Птиц не уничтожают и не убивают, не разоряют их гнезд.

Внимание прежде всего обращают на те виды, которые чаше всего сталкиваются с самолетами. Из 760 видов птиц, обитающих на территории нашей страны, таких «авиа опасных» всего около 10. Это врановые, чайки, голуби, некоторые кулики и т.д. Изучая экологию и поведение этих видов в условиях конкретного аэродрома, специалисты прежде всего ликвидируют факторы, привлекающие птиц. Уничтожаются свалки мусора и пищевых отходов, осушаются небольшие водоемы, заделываются и закрываются сеткой чердачные окна и т.д. Даже эти меры сами по себе оказываются весьма эффективными. Так, на наших прибалтийских аэродромах проведение подобных мероприятий на 40% сократило число столкновений. Непосредственно на взлетно-посадочной полосе и поблизости от нее проводят борьбу с мышевидными грызунами, дождевыми червями и насекомыми, с сорняками, привлекающими птиц. Вдоль полосы устанавливают динамики, через которые транслируют крики, отпугивающие птиц (акустические репелленты). В качестве репеллентов используют записанные на магнитные ленты крики бедствия и тревожные сигналы птиц. Акустические репелленты оказывают хороший эффект на мигрирующих птиц, особенно опасных для самолетов.

Разработка и внедрение комплекса экологических мероприятий, направленных на предотвращение столкновений самолетов с птицами, являются заслугой советских ученых и практических работников. За рубежом применяемые меры носят односторонний характер и нередко сопровождаются массовым уничтожением птиц. Так, авиационные ведомства США вопреки протестам научной общественности с помощью ядов и взрывов неоднократно уничтожали сотни тысяч птиц, гнездящихся или зимующих поблизости от аэродромов.

Следует подчеркнуть, что в нашей стране ничего подобного не случалось. Массовое уничтожение птиц в районе аэродромов, с этим согласились все ученые, неэффективно. В этом случае мишенью оказываются местные птицы, которые, как правило, менее опасны для самолетов, чем пришельцы. Но птицы – важнейший компонент естественных сообществ, и его изъятие даже на ограниченных территориях чревато опасными последствиями.

Мы избрали авиацию как пример, показывающий, какую роль играют птицы как биоповреждающий фактор и какие усилия приходится применять для того, чтобы защититься от них. Между тем задачи, связанные с биоповреждающей деятельностью птиц значительно более широки. Рост энергетической сети привел к тому, что грачи, аисты и некоторые другие птицы стали гнездиться на металлических опорах электропередач. Заплетая в свои гнезда куски металлической проволоки, птицы вызывают серьезные аварии в работе энергетических установок.

Крупные города с большим количеством старинных памятников и металлическими крышами нередко избираются зимующими птицами для отдыха и ночевки. Несколько месяцев в году птичий помет обильно покрывает крыши и памятники, вызывая их коррозию и нанося большой, подчас невосполнимый, ущерб материальным и культурным ценностям. Борьба с ущербом, причиняемым птицами в этих условиях, сложна. Ученые ищут различные способы отпугивания, позволяющие рассеивать зимующие в городах стан птиц, заставляющие птиц избегать линий электропередач при строительстве гнезд, но до окончательного решения этих вопросов еще далеко.

**6. Биоповреждения в водных средах**

Морское обрастание. Морскую воду по праву можно называть живой потому, что она переполнена живыми существами и их зародышами. 68 из 70 классов животных живут в море. Каждый погрузившийся в воду предмет сразу атакуют оседающие зародыши морских микроорганизмов, водорослей, животных как место поселения и перехвата из толщи вод кислорода и пищи. Начинается обрастание этого предмета организмами обрастателями. При хорошем доступе пищи, тепла и кислорода создаваемая телами, постройками и выделениями обрастателей корка оброста быстро растет. На еще живой или отмерший нижний слой организмов-обрастателей из толщи вод оседают все новые и новые зародыши. Отмершие и слабые становятся добычей подвижных трупоедов и хищников. Идет сукцессия – подавление и замещение одних видов другими. Развивается, стареет и изменяется по возрасту и по сезонам сообщество организмов – биоценоз обрастателей. В изменении его состава участвуют как сами обрастатели, так и подвижные пришельцы – обитатели оброста.

Постройка островов и естественных защитных волноломов (например, Барьерного рифа Австралии), укрепление берегов, создание прочного камня – ракушечника и строительного известняка – не единственная польза от обрастателей. Беспозвоночные животные-обрастатели – мощнейшие фильтраторы и седнментаторы – очистители вод. Из всех обитателей моря именно они в наибольшей мере осветляют взмученную в шторм или потоками с гор морскую воду, переводя мутевые взвеси в донный ил, который добывают во многих странах со дна мелководий и используют как превосходное удобрение. Они же очищают воду и от отбросов, и от болезнетворных микробов. Многие обрастатели изымают из нее и обезвреживают избытки токсических и вредных органических и неорганических веществ, накапливая их в своих телах и переводя в донные отложения. Водоросли-обрастатели завершают биологическое самоочищение вод, насыщая их кислородом.

Каждый вносимый в воду предмет позволяет осевшим на него организмам-обрастателям перехватывать из мимо протекающих вод растворенные и взвешенные вещества и пищевые частицы. Отбросы их жизнедеятельности также легко уносятся прочь. Поэтому темпы роста организмов-обрастателей нередко на порядок выше темпов роста тех же видов в донных сообществах (бентосе), где водообмен слабее, а воды благодаря жизнедеятельности организмов-соседей, беднее пищей и кислородом и богаче вредными отбросами.

Залог существования видов-обрастателей – огромная продуктивность их зародышей и личинок: они подчас составляют '/г, даже до 9/ю взвешенных в воде организмов (планктона). Расселение обрастателей идет не только благодаря парению и плаванию зародышей растений и личинок животных, но и поселению взрослых на выносимой реками в море и дрейфующей из-за течений и ветров древесине и других предметах.

Кто же такие обрастатели? В процессе обрастания участвуют почти все классы микробов, водорослей и беспозвоночных животных. Это свыше 3000 видов. Массовыми из них считают от 40 до 90 видов (не считая микроскопических бактерий, сине-зеленых, диатомовых водорослей и грибов). Наиболее широко распространенных выносливых (эврибионтных), массовых и создающих основу оброста родов, играющих главную роль в обрастании судов, подводных сооружений и водоводов, около 20. Коротко о них.

Микрообрастатели – организмы, тела которых не крупнее 1 мм. Это бактерии, использующие растворенные органические вещества, останки организмов и отбросы – детрит. Для оседания на субстрат некоторых животных-обрастателей необходима первичная слизистая пленка бактерий, микроводорослей (сине-зеленых, диатомей, зеленых и др.), микроскопических грибов и простейших животных. Они могут или экранировать яды необрастающих – красок от организмов-обрастателей, или наоборот – выщелачивать яд из основы краски или вести себя индифферентно.

Немногие виды сине-зеленых способны давать темно-зеленый, иногда черный налет или нити. Широко распространены диатомовые водоросли. Даже в небогатой видами флоре Каспия на теплообменниках обнаружили 140 видов и разновидностей диатомей. Микроскопические грибы немногочисленны и мало изучены. Среди них есть виды, живущие па поверхности оброста. Есть и паразиты – враги обрастателей, поражающие икряные массы или наружные известковые скелеты усоногих раков – баланусов.

Простейшие животные присутствуют в оброете, но не играют большой роли, ибо биомасса их невелика.

Микрообрастатели – многоклеточные организмы, видимые простым глазом.

Из зеленых водорослей наиболее массопы нитчатые – неветвящийся улотрикс и ветвящаяся кладофора. Многочисленные виды энтсроморфы (морские, соло и оватоводпые, пресноводные и эврибиоитные) выдерживают загрязнения органическими и даже токсическими веществами. Из красных водорослей наиболее распространены полисифоння, нерамиум, каллитамний и камиевидный лнтотамннй. Бурые водоросли разнообразны по размерам и строению. Мелкий эктокарпус прикрепляет к другим обрастателям пучки ветвящихся нитей. Ламинария («морская капуста») имеет «корни» – ризоиды для прикрепления и «стебель», переходящий в кожистую зелено-бурую пластинку – «лист». Все водоросли растут только на освещаемых местах и сдерживают поселение и развитие животных-обрастателей. Гибкостью водорослей определяется малая величина причиняемою ими судам ущерба (потеря не более 5И> скорости хода).

Животные-макрообрастатели приносят наибольший ущерб, ибо многие прикрепляются необычайно прочно и обладают твердым скелетом. Некоторые способны даже продавливать или прорезать до металла пластичные лакокрасочные покрытия.

Губки образуют ниже 0,5 м неровные мягкие разноцветные пористые наросты на малоподвижных сооружениях, чаще на затененных или темноокрашенных поверхностях, иногда поверх других обрастателей.

Кишечнополостные почти всегда участвуют в обрастании. Это заметно снижающие скорость хода судов густые поселения гидроидов, оторвавшиеся куски колоний которых часто вызывают засорения в водозаборах и водоводах. Реже это кораллы и одиночные полипы.

Черви в биоценозе обрастания представлены малочисленными свободно движущими видами и строящими прочные трубки злостными обрастателями семейства серпулид. Широко распространилась на судах мерцис релла загадочная. Она выживает и в опресненных эстуариях рек, и в Каспии, и в сильносоленых озерах Туниса. Трубки-домики прикреплены так прочно, что уцелевают на лопастях судовых гребных винтов при скорости до 700 об/мин на расстоянии 15 см от центра вращения. В оброете часто ползает небольшой плоский хищный червь-стилохус – пожиратель злостных обрастателей и разрушителей лакокрасочных покрытий баланусов.

Мшанки лучше других беспозвоночных выдерживают нефтяное загрязнение. Известковые корковые мшанки издавна известны геологам как строители рифов. При обрастании вех, буев и свай они сильно увеличивают поверхность, о которую ударяют волны, и тем способствуют расшатыванию и срыву этих навигационных ограждений, необходимых для безопасности мореплавания.

Моллюски-двустворки – самый известный издревле массовый и обычно завершающий процесс обрастания класс обрастателей. Мидии, митиластер, дрейссена прочно прикрепляются нитями биссуса. Устрицы цементируются нижней уплощенной створкой к металлу и камню столь прочно, что сбивать их приходится киркою или отбойным молотком.

Улитки не только живут в оброете, но прикрепляют к нему кладки яиц. Именно так на судах была завезена в виде щеток розоватых коконов в конце 40-х годов из Японского в Черное море хищная улитка рапана.

Ракообразные занимают, как правило, первое место в морском обрастании. Прибрежные усоногие баланиды обычно первыми создают макрооброст и уступают господство двустворкам митилидам не раньше осени. Многочисленные баланусы способствуют образованию язв в обшивке до 4 мм глубины за год (из 8 мм толщины обшивки средних судов!). Они не только портят окраску, способствуя язвенной коррозии корпуса, но и вызывают потерю 18% скорости хода судна. Усоногие морские уточки (лепадпды) – обрастатели из открытых вод океана. Вызывают большие потери хода судов и сильные помехи в работе океанологических приборов. Корофииды живут главным образом в солоноватых водах и строят многочисленные кожисто-иловые домики-трубочки, корою одевающие поверхности вблизи уреза воды. Другие бокоилавы и креветки часто питаются обростом стационарных сооружений и несколько уменьшают его биомассу, но существенной роли в процессе обрастания не играют.

Крабы обычно пожирают обрастателей. На днищах судов в Красноводске и Керчи численность крабов нередко превышала 1000 экз/м2. Особенно многочисленен расселяемый из моря в море судами мелкий краб ритропанопеус.

Иглокожие – подвижные враги обрастателей: звезды пожирают двустворок, ежи – водорослей. Зачастую очищают от обрастателей молы и другие неподвижные сооружения.

Оболочники – низшие хордовые животные. Наиболее распространены колониальные асцидпи ботриллус. Подобно мидиям и мшанкам, ботриллусы, развиваясь к осени большими пленками, могут задушить всех обрастателей подстилающего их снизу слоя оброста. Почти всесветно распространены одиночные асцидии, хорошо переносящие опреснение молгулы, зеленоватая циона, достигающая длины 10 см, яйцевидная с грубой морщинистой кожей стиэла.

Чем меньше число видов обрастателей в данном месте, тем сильнее рост отдельных особей и выше общая биомасса оброста. Взаимосвязи видов весьма сложны. Даже в однородных условиях для сообщества, состоящего лишь из 4 неподвижных и 2 хищничающих подвижных беспозвоночных, в водозаборе на Азовском море установлено свыше 30 взаимозависимостей, причем самые малые годовые или сезонные отклонения сильно влияют на состав и динамику всего сообщества.

Состав и скорость развития оброста зависят и от материала и формы поверхности изделия, ее освещенности и омываемости водой. Асбоцемент и керамика обрастают сильнее дерева и окрашенного металла, стекло и оргстекло – меньше. Горизонтальное и вертикальное распределение обрастателей наиболее четко в Черном море у судов с постоянной ватерлинией (см. рисунок на 3-й стороне обложки: А – вид левого борта; В-вид кормы, изображена левая сторона).

Ущерб от обрастания огромен. Это потеря 20–42% скорости судов, засорение, перегрев и преждевременный износ систем и двигателей, потеря хода, вибрация, кавитация' и коррозия винта. Обрастают даже сетчатые стенки садков для рыб. Оброет корпусов судов и буев, свай, эстакад и вышек усиливает в несколько раз разрушительное воздействие ударов волн. Обрастание подводных приборов искажает их показания и выводит приборы из строя. Практически все обрастатели способствуют коррозии: своим присутствием создают дифференциальную аэрацию, воздействуют выделениями, некоторые разрушают защитные от коррозии покрытия. Кроме обрастания и биокоррозии, организмы могут вызвать засорение водоводов, защитных решеток гидросооружений и т.п. Здесь важны и обрастатели, и подвижные обитатели оброста, и даже планктсры (выход из строя водозаборов при нагоне ветром медуз).

В проектах водных сооружений необходимо предусматривать возможность эксплуатационных условий, благоприятствующих не только местным, но и чужеродным организмам, постоянно заносимым при транспортных и акклиматизационных перевозках в новые места. На местах вселения обычны вспышки размножения. В Каспии вселенные акклиматнзанты (червь-нереис и двустворка-синдеемня) и завезенные судами (водо-росль-рнзосолення, двустворка-митиластер, баланусы, мшанки, червь-мерцнерелла, крабик-рнтропанопеус) намного превзошли по численности и биомассе коренных обрастателей и, несколько потеснив их, стали наиболее массовыми организмами.

Меры защиты и средства борьбы с обрастанием многообразны. Наиболее старый и примитивный – механическая очистка оброста щетками – труден и малоэффективен, ибо молодь обрастателей охотнее всего прикрепляется к уцелевающим обломкам взрослых. Наилучший и распространенный для защиты и очистки водоводов – термический–периодическая промывка обратным током горячей (не ниже 48°) воды. Покрытия мастикой из парафина с вазелиновым маслом, выделяющимся на поверхность тонкой пленкой, также препятствуют прикреплению обрастателей.

Широко распространена химико-биологическая зашита ядами. На стационарных объектах проводят постоянное или периодическое хлорирование или купоросование воды; в пресных водах – только в замкнутых системах водоснабжения. Можно использовать и токсичные отходы нефтеперерабатывающих и металлургических заводов.

Ядовитые необрастающие краски удобны для судов и других предметов и сооружений, окрашиваемых вне воды. До 60-х годов необрастающие краски защищали один сезон. Ныне в СССР, Нидерландах, Японии, США созданы прочные краски, работающие около 2 лет. Дополнительные ядовитые покрытия продлевают срок службы всей схемы окраски до 4 лет. Необрастающие краски бывают на разных основах для разных материалов (дерева, металлов, пластмасс) и разных соленосных, температурных и эксплуатационных условий. Общее использование ядов мышьяка, тяжелых металлов (меди, свинца, олова, цинка, а в старых красках и ртути) против водорослей и беспозвоночных. Производство красок – сложный процесс, поэтому из сотен тысяч ядовитых соединений и тысяч основ за 100 лет принципа необрастаемости создано хороших красок около десятка! Ничтожные отклонения от технических условий, режима изготовления и точного состава краски снижают ее эффективность.

Морские сверлильщики (древоточцы и камнеточцы). Морскую двустворку «корабельного червя» тередо римляне считали наивысшим бедствием кораблей. При нас у берегов Кавказа «корабельный червь» съел фанерный катер за 2 недели, а 50-сантиметрбвыс сваи причала – за лето. Только в одной из провинций Канады за год один вид древоточца-бапкия причинил ущерб в 1 млн. долларов.

При осолонении морей и заливов из-за изъятия части вод рек на полив, в малодождливые годы при ветрах и течениях, удерживающих личинок тередо у берега, и особенно при заносе судами способных размножаться древоточцев может возникнуть опасность там, где ее веками не ощущали. Так, и од Одессой спаи в течение 150 лет поражались крайне слабо, а в теплом и богатом морским ветром 195) г. внезапно был за сезон серьезно поврежден причал.

Широко распространенный рачок-лимнория точит дерево близ поверхности. Лпмнории слабо помогают живущие в его ходах два рачка-попутчика – хелюра и сферома. Но там, где песок, гравий или ледяная шуга стирают источенный слой, эти три рачка бурят новую сеть ходов, а свайные и шпунтовые сооружения разрушаются за несколько лет.

Благодаря научно-практическим работам крупнейшего специалиста по древоточцам П.И. Рябчикова разработан комплекс предохранительных мер. Численность древоточцев и вред можно резко сократить, если не допускать попадания в море незащищенной пропиткой древесины и убрать все затонувшие ее обломки, как сделали французы в Старом порту Марселя. Медные и другие пропитки защищают дерево долгие годы. Надежна глубокая пропитка деревьев на корню. Медь связывается с полимерами древесины, а количества се столь малы, что совершенно не отравляют вод.

Тередо, мартезия и кенлофага сверлят иногда пластиковые и свинцовые оболочки подводных кабелей.

Организмы разрушают в море не только дерево, но камень и бетон.

В числе морских камнеточцев много разных классов и отрядов организмов (таблица 2), но наиболее разрушительна и заметна деятельность двустворок. В морях СССР обитают 10 родов двустворок.

В восточной Адриатике камни теряют свыше 25% веса из-за морского финика, растворяющего известняки. Строители одного кавказского порта не учли, что шторма движут с севера гальку и она защищает берег от морских камнеточцев двустворок. Построенные молы перекрыли поток гальки, и к югу от порта се унесло волнами. На каждый метр обнажившегося мергелевого дна набросились тысячи моллюсков камнеточцев. Фолады и барнен бурили норки до четверти метра глубиной и в палец шириной друг с другом рядом. Порода стала похожа па соты. Под ударами волн берег стал рушиться. Советские ученые предложили новый ныне широко известный способ укрепления берегов, надежно защищающий от камнеточцев.

Значительные разрушения камней и дна могут выбывать и раки. Так, в Новой Зеландии морские мокрииысферомы сильно источили грунт, основания волноломов и молов, вызвав оползни в одном из портов.

Меры защиты от повреждения камнеточцами должны и каждом случае исходить из особенностей экологии вида, выявленного в качестве разрушителя.

Пресноводное обрастание1. Пресноводных организмов по числу видов и по биомассе во много раз меньше, чем морских. Это следствие того, что живые системы подобны по составу тел родившим их водным растворам Океана. В пресные воды вошли только организмы, создавшие покровы и органы выделения, защитившие клетки тела от выщелачивания пресной водой. Многие высшие классы (мхи, папоротники, цветковые растения, малощетинковые черви и пиявки, пауки, насекомые, млекопитающие и птицы) пришли в пресные воды после того, как обеспечили постоянство своей внутренней среды (гомеостаз), живя на суше. Совершенство гомеостаза затрудняет борьбу с немногочисленными, к счастью, видами пресноводных обрастателей и засорителей вод.

Пресная вода не только одна из сред жизни на Земле. Она нужна для питья, для питания растений, для бытовых и производственных целей во всевозрастающих количествах. Проблемы биоповреждения в пресных водах поэтому касаются не только обрастания, порчи материалов, помех средствам транспорта, но и порчи свойств и технологических качеств пресной воды, биопомех в водохранилищах, каналах и энергосистемах, помех транспорту воды. Запасы чистых пресных вод крайне малы, и в ряде мест приходится прибегать к многоэтапной дорогой очистке загрязненных вод и к опреснению морской воды. Интенсификация сельского хозяйства, рост питательных для водных организмов бытовых и производственных стоков, приток биогенов с артезианскими водами и ископаемыми топливами, подогрев используемых для охлаждения и в быту пресных вод – все это способствует бурному вторичному развитию организмов в водоемах с биогенной порчей ими качества вод, в которой участвуют и пресноводные обрастатели. Перечислим основные из них.

Микробы (как и в море) обычно первопоселенцы. Среди них вредные – образователи налетов слизи, воз-1 Раздел составлен по материалам Г.Д. Лебедевой.

**Заключение**

Биоповреждения возникают в результате взаимодействий материалов и изделий с компонентами биосферы. Следовательно, решение проблемы сводится к оптимизации этих отношений. Человеку нужно, чтобы создаваемые им изделия были защищены от пагубного воздействия живых организмов в течение всего срока эксплуатации, после чего их разрушение не только не возбраняется, но даже стимулируется (биоразрушениями отходов занимается новое перспективное направление науки и промышленности).

Важно отметить, что «золотой ключик» в защите от биоповреждений создать невозможно. Попробуем хотя бы в самом общем виде представить себе все ситуации, с которыми приходится иметь дело.

Нет материалов и, соответственно, изделий из них, которые не повреждались бы бактериями, грибами, лишайниками, водорослями, высшими растениями, животными (от простейших до млекопитающих). Взаимоотношения между организмами и повреждаемыми ими объектами носят сложный, мозаичный характер и к тому же постоянно усложняются. Человек непрерывно создает новые и новые материалы и изделия, насыщает ими биосферу, и все новые виды организмов приобретают биоповреждающую активность. Как все это предусмотреть, создавая новые материалы и новую технику?

Прежде всего, изучают огромный практический опыт, накопленный за многие столетия и, главным образом, в последние годы. В настоящее время мы располагаем целым арсеналом защитных средств. Вот некоторые из них.

В распоряжении судостроителей и моряков имеются противообрастающие лакокрасочные материалы, такие как закись меди и бис – (дигидрофенарсазин) – оксид (II-оксид), оловоорганические соединения (бистибутил-оксид), хлорфеноксарсин и другие. За рубежом созданы так называемые самополирующиеся противообрастающие сополимеры, способные при движении корпуса судна уменьшать шероховатость поверхности и в течение двух лет защищать судно от обрастания. Покрытия этого типа экологически менее опасны, чем хлорсодержащие, ртутьорганические и свинцово-органические биоциды. Они могут защищать не только суда, но и любые подводные поверхности.

Древесину защищают от поражения грибами, пропитывая антисептиками (бихромат натрия, фтористый и кремнефтористый натрий, пентахлорфенолят натрия, нафтенат меди, антраценовое масло и др.). Это увеличивает срок ее службы в 2–3 р, что в масштабах страны дает огромный экономический эффект.

Для защиты от биоповреждений синтетических полимерных материалов успешно используются салициланилид, 8-оксихинолят меди, мышьякоорганические и оловоорганические вещества, тиурам, цимид, 2-оксидифенил, трилан и др.

Разработаны технические устройства с применением биоакустических и экологических средств, отпугивающие птиц от ЛЭП, электроподстанций, архитектурных памятников.

Общим для большинства защитных мер пороком является их узкая специализация: одни объекты они защищают хорошо, другие плохо. Их разработчики добиваются высокой эффективности в отдельных конкретных случаях, зато малейшее изменение эколого-хозяйственной ситуации сводит положительный эффект к нулю.

Поскольку разработка и внедрение каждого нового средства требует огромных затрат, а окупаются они далеко не сразу, гораздо целесообразнее сосредоточивать усилия на комплексной защите от биоповреждений, объединяющей как экологические, так и технологические методы и пригодной для обслуживания широкого круга ситуаций.

Еще совсем недавно одним из главных средств отпугивания птиц от аэродромов, где происходит около 60% всех столкновений, были газовые хлопушки, имитирующие ружейный выстрел. В настоящее время здесь используется целая система предотвращения летных происшествий по вине птиц. С помощью локатора обнаруживаются и отслеживаются массовые скопления птиц. С соседних аэродромов поступают оповещения о приближении мигрирующих стай. При необходимости принимаются меры, делающие район аэродрома и его окрестности экологически непривлекательными для птиц. Наконец, при появлении птиц на взлетной полосе включаются мощные звуковые отпугивающие устройства. В результате удается улучшить статистику столкновений на 10–18%. Снижения опасности столкновения достигают внесением изменений в конструкцию двигателей, остекления и других узлов, после чего проводится специальная проверка оборудования и конструкций на «птицестойкость», и самолету выдается сертификат.

Одно из главных условий, стоящих перед разработчиками новых защитных комплексов, – экологическая безопасность. Если безопасность не гарантирована, то применение многих высокоэффективных, но токсичных для человека и окружающей среды препаратов, ограничивается или запрещается.

Первый в мире координирующий орган по проблеме биоповреждений – Научный совет РАН по биоповреждениям (создан 14 сентября 1967 г.) – занимается разработкой теоретических основ для решения этой проблемы, обобщением огромного практического опыта, накопленного учреждениями и ведомствами. Существует серия специализированных сборников-справочников «Биологические повреждения» (микроорганизмы, обрастатели, насекомые, грызуны и птицы). Начат выпуск многотомного «Каталога биоповреждений».