

РОСРЕСТАВРАЦИЯ

Шенков С. Я.

ИНЖЕНЕРНО - БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Методические рекомендации

МОСКВА 1992

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Проектный институт по реставрации памятников истории и
культуры "Спецпроектреставрация"

ИНЖЕНЕРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

18190 к
06181
Москва 1992

Методические рекомендации по обследованию памятников зодчества из дерева и каменных материалов разработаны начальником отдела химической защиты и консервации древесины института Спецпроектреставрация С. Я. Шлязным.

В работе приведены проблемы обследования построек на выявление биоразрушителей различного вида, основные меры по борьбе с ними, а также дан режим правильной эксплуатации памятников из различных строительных материалов.

Методические рекомендации адресованы широкому кругу специалистов, проводящих обследование построек, их реставрацию, обработку строительного материала и поддерживающих правильный режим эксплуатации памятников зодчества.

Реставрация и реконструкция памятников старины включает в себя восстановление первоначального облика или воссоздание его на определенный временной рубеж в соответствии с историческими данными. Прежде всего речь идет о реставрации конструкций, а затем - о возможности использования здания памятника в современных условиях. Существенную проблему при реставрации представляет совместимость старых строительных материалов с современными, так как в последнее время при указанных работах древесина все чаще заменяется новыми строительными материалами.

Для сохранения деревянных конструкций и элементов памятника прежде всего необходимо тщательное его изучение и на этом основании научная разработка методов и составов защиты или, во всяком случае, творческое использование арсенала современных знаний и опыта в деле консервирования деревянных конструкций и элементов памятников архитектуры. Сейчас важно отметить, что общее состояние науки в этой области вполне удовлетворительное, конструктивные и химические меры защиты памятников не сводятся только к устройству больших навесов, предохраняющих от дождя, или к опрыскиванию древесины антисептическими растворами.

ВИДЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРУШИТЕЛЕЙ

Наиболее часто встречаются на материалах памятников архитектуры следующие виды биоразрушителей.

Грибы, разрушающие древесину. Относятся к низшим растительным организмам. Тело их состоит из очень тонких, невидимых простым глазом сплетений нитевидных клеток-гифов, образующих грибницу (мицелий) во всех ее видоизменениях (плесни, шнуры) и различные виды плодовых тел.

В плодовых телах образуются микроскопически малые клетки-споры, которые после созревания разносятся ветром, насекомыми,

животными и человеком и являются причиной заражения, попав в благоприятную среду.

Наиболее опасными грибами-разрушителями в памятниках являются домовые грибы, которые довольно точно распознаются по плодовым телам.

Под воздействием обнаруживаемых грибов в элементах деревянного памятника идет биохимический процесс разрушения. Он состоит из двух этапов: первый - осахаривание целлюлозы под воздействием кислых ферментов, выделяемых клетками грибов, с получением водорастворимой глюкозы $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$. Таким образом, для первого этапа требуется некоторое количество воды в древесине. Второй этап - это потребление грибами воды и углекислого газа $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$, причем воды на этом этапе выделяется в шесть раз больше, т.е. идет интенсивное увлажнение древесины.

Итак, для первого этапа требуется некоторое начальное количество воды. На втором - из воздуха потребляется кислород, а выделяется вода и углекислый газ. Однако появление их после того, когда гриб укрепился и получил широкое распространение, затрудняет одновременное проведение необходимых мероприятий. Поэтому в специальной лаборатории взяту из памятника пробу помещают в питательную искусственную среду и затем под микроскопом определяют видовой признак гриба-разрушителя (табл. I).

Таблица I

Отличительные признаки грибов

Наименование	Плодовое тело	Грибница (мицелий)	Шнуры-тяжи
I	2	3	4
Настоящий домовый гриб (Merulius lacustrans Shum)	Широко распростертое, мясистое,	Сначала белая пушистая в виде	Плоские или выпуклые, овального сечения

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
	разных размеров. Середина охристо-желтая или коричневая, сетчатая, часто выделяющая капли воды, край толстый, войлочный, белый.	ватобразных скоплений с розовато-кремовыми или канареечно-желтоватыми пятнами. На грибочке часто видны капли воды. Со временем подсыхает, уплотняется и превращается в серо-пепельные пленки, принимающие вид грязной рваной бумаги; легко отслаивается от разрушенной древесины.	диаметром до 8 мм. В начале габитус, при подсыхании становятся ломкими
Белый домовый гриб (<i>Poria variegata</i> Pers)	Распростертое в виде плоской пористой подушечки трубчатого строения; цвет беловатый, в старости имеет кремовый оттенок.	Мощная, ватобразная, белая, без цветowych пятен. При утолщении принимает вид пленок белого цвета, изредка с кремовым оттенком.	Пушистые, большей частью круглые белые маловетвистые; гибкие в свежем состоянии, толщина 4-5 мм.
Пленчатый домовый гриб (коричневый) (<i>Coniophora cerebella</i> Schröt)	Распростертое, мягкое, кожистое, легко отделяющееся от древесины; цвет белый, затем становится темно-коричневыми с беловатым краем. На поверхности бугорки, извилины.	Развита слабо, образует тонкие, нежные налеты, вначале почти белого или желтоватого цвета, позднее коричневого. На уплотненной пленке образуется плодовое тело.	Тонкие, ветвистые, коричневые, затем почти черные.
Пластиноч- ный домовый гриб (<i>Paxillus panmoides</i>)	Мясистая округлая или веерообразная шляпка охристо-желтого цвета с загнутыми краями и боковой ножкой или без нее. Пластины волнистые расположены вертикально.	Едва заметные веерообразные нити зеленовато-желтоватого цвета, исходящие из одной точки. При отмирании становятся черными. Пышные ватобразные скопления отсутствуют.	Тонкие, ветвистые, с зеленоватым оттенком (у основания иногда иногда фиолетовым).

Насекомые - дереворазрушители. Деревянные конструкции жилых зданий разрушают не только домовые грибы, но и дереворазрушающие насекомые. Процесс разрушения древесины насекомыми протекает в основном в толще древесины. На поверхности конструкций можно видеть только отдельные отверстия круглой или овальной формы с поперечником от 1 до 9 мм (в зависимости от вида насекомого). Из отверстий высыпается порошок желтоватого цвета (буровая мука). Свежие повреждения древесины можно отличать по светлой окраске летных отверстий и личиночных ходов.

Наиболее распространенными разрушителями древесины в памятниках и предметах домашнего обихода являются следующие виды (табл.2).

Таблица 2

Отличительные признаки

Название вредителя	Я и к	Личинка	Характер повреждения древесины
1	2	3	4
Мебельный точильщик (<i>Anobium punctatum</i> Deg.)	Длина 3-4 мм, темно-бурый цвет. На передней спинке бугорок	Длина до 4 мм; белая с короткими ножками	Ходы в толще древесины, забитые буровой мукой, постепенно расширяющиеся. Ходы вдоль волокон древесины. Ширина ходов 2 мм. Наружный слой древесины не повреждают. Отверстия круглые диаметром 1-2 мм. Глубина проникновения в древесину до 4 см
Домовый точильщик (<i>Priolium pertinax</i> L.)	Длина 4-5 мм, черно-бурый бугорок на передней спинке вдавлен	Длина до 5 мм, белая	Ходы в толще древесины шириной 2,5-3мм. Летные отверстия круглые до 3 мм в диаметре. Проникают в древесину на глубину до 5 см

Продолжение табл.2

1	2	3	4
Долгоносики- трухляки (<i>Gediboma</i> <i>gradii</i> Hb.)	Длина 3-3,5 мм, темно-коричне- вый, голова имеет вид хо- ботка	Длина 2,5-3 мм, молочно- белая, без- ногая	В пораженной древеси- не отдельные личиноч- ные ходы различить трудно. Разрушенная древесина превращает- ся в труху. Летные отверстия круглые до 2 мм в диаметре.
Домовый усач, черный (<i>Hylotrupes</i> <i>bojulus</i> L.)	Длина 16-20 мм, черно-бурый, покрыт серым пушком	Длина 20-22 мм, белая с бурой голов- кой, ножки очень корот- кие в виде крючков	Личиночные ходы про- грызаются к центру. Затем направление из- меняется. Ходы плот- но забиты буровой му- кой. Ширина ходов 8 мм. Летные отверс- тия овальные 6-8 мм в поперечнике.
Домовый усач, рыжий (<i>Stromatium</i> <i>unicolor</i> L.)	Длина 10,5- -25 мм, цвет светло-рыжий	Длина до 30 мм, белая с бурой го- ловкой и раз- двоенной хи- тиновой пло- щадкой на передней груди	Личиночные ходы овальные 6-8 мм в по- перечнике. Ходы вдоль волокон древесины. Ширина от 3 до 6 мм. Летные отверстия эл- липсовидные, крупные от 5 до 10 мм.

Примечание: Основными причинами распространения насекомых явля-
ются: употребление в памятниках неокоренных лесных
материалов; хранение дров, пораженных насекомыми.

Плесень. Этот порок представляет собой налетную поверхност-
ную окраску. Она образуется грибницей и плодотворениями плесневых
грибов. Эта окраска чаще всего появляется на переувлажненных
участках как древесины, так и строительных материалов.

Наблюдается плесень в виде отдельных пятен или сплошного
налета синие-зеленого, голубого, зеленого, черного, розового,
желтого и других цветов в зависимости от окраски спор и плесне-
вой грибницы, а также от выделяемого пигмента. После просыхания
налет легко сметается, оставляя иногда на поверхности грязные
или цветные пятна.

Плесень обычно не оказывает влияния на физико-механические свойства древесины, однако в определенных условиях при длительном воздействии плесневые грибы могут вызывать серьезные разрушения материалов.

Плесневые грибы. Разрушительные действия плесневых грибов на те или иные строительные материалы памятника происходит от их метаболитов. В процессе метаболизма гифы грибов образуют большое количество продуктов обмена и выделяют их в окружающую среду (пространство). Продукты обмена — это в основном вода, CO_2 , различные органические кислоты — муравьиная, щавелевая, молочная, фумаровая, яблочная, лимонная и др.

Процесс разрушения идет под воздействием органических кислот, окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов. Плесневые грибы *Aspergillus* и *Trichoderma* наиболее опасны как разрушители материалов, легко подвергаясь окислению. Грибы рода *Penicillium* повреждают полимерные материалы.

Следствием роста плесневых грибов на строительных материалах является не только возникновение разноцветных пятен, но и более серьезные изменения, сопровождающиеся осыпанием, чешуйчатости и пластинчатыми разрушениями. Массовое развитие плесневых грибов приводит к возникновению кислого запаха в помещении.

Среди плесневых грибов есть виды, патогенные для человека (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*).

Кроме плесневых грибов, разрушение строительного материала вызывают дереворазрушающие грибы *Serpula lacrimans*, *Rotia va-poraria*, развивающиеся в памятниках и способные проникать также сквозь кирпич, известковый раствор, бетон и другие пористые материалы. Мицелий и нитчатые образования грибов могут развиваться на поверхностях этих материалов и глубоко проникать в них в поисках новых источников питательных веществ. Гифы грибов, проникая в поры материала, вызывают в прилежащих к ним участках реакцию между продуктами обмена грибов и компонентами материала.

При наличии в строительных материалах органических соединений и под воздействием плесневых грибов и гетеротрофных бактерий большая часть органического вещества разлагается ими на CO_2 и H_2O .

Углекислый газ играет большую роль в разрушении материала. Процесс этот описывается простой химической реакцией: углекислый кальций, входящий в состав строительных материалов в присутствии углекислого газа и воды, превращается в кислый карбонат кальция: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Новая соль хорошо растворима в воде, поэтому она легко вымывается дождем.

В результате этого процесса значительно уменьшается сила сцепления материала и идет его разрушение.

Не меньшее разрушение производит серная кислота, продуцируемая серноокисляющими бактериями. Например, она вступает в реакцию с образующимся при твердении раствора гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При этом возникают новые соединения - гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, который занимает объем в 2 раза больше, чем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или гидросульфат алюминия $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 3(\text{H}_2\text{O})$. Образование таких солей создает в бетоне внутреннее давление. Оно нарушает структуру материала и приводит к образованию трещин. Среди основных факторов, способствующих разрушению гранита, песчаника и других горных пород существенную роль играют процессы выветривания, которые могут вызвать разрушение памятников, мону-ментов и способствовать проникновению в поры материалов грибов.

Данные виды грибов в процессе развития на материале разного характера выделяют органические кислоты: щавелевую, лимонную и другие. Соответственно и характер разрушения разный: в одних случаях рост бактерий приводит к образованию углублений (альвеол) на поврежденной поверхности, в других - к отколу пластинок или чешуек камня, под которыми находится порошкообразная зона толщиной в несколько сантиметров.

Водоросли также часто встречаются на материалах памятника. Они растут на наружных поверхностях материала. С их ростом связаны темно-зеленые, черные налеты в виде пленок и войлокообразных масс. Сине-зеленые водоросли часто встречаются вместе с

бактериями. Водоросли в процессе развития выделяют гликолевую, лимонную, щавелевую, янтарную, уксусную, муравьиную кислоты.

Общее содержание кислот доходит до 20-25% всех выделений.

Часто встречающиеся на памятниках водоросли видов одноклеточных: хлорелла (*Chlorella*) и цианобактерии (*Cyanobacteria*) и нитчатые классы суккатины: кладофора (*Cladophora*), выделяют кислоты и агрессивные материалы. Под воздействием кислот образуется соль, занимающая объем в 2 и более раз. Образование новой соли создает внутреннее давление, приводящее к нарушению структуры материала и образованию трещин и отвалов.

Лишайники относятся к широко распространенным на земной поверхности организмам. Они состоят из гриба и водоросли, образующих вместе единое вегетативное тело. Разрастаясь, лишайники делают темными и бесформенными наружные поверхности стен памятника. Биоповреждения лишайниками не ограничиваются ухудшением декоративных свойств памятника, они и разрушают материалы механическим путем. Проникнув в трещины, лишайники оказывают большое давление на ограничивающие их стенки и постепенно расширяют трещину. Это давление резко возрастает в дождливую погоду, так как лишайник интенсивно впитывает и легко теряет атмосферную влагу. Периодические изменения объема лишайников вызывают механический отрыв от поверхности камня мелких кусочков.

Наиболее часто встречающиеся лишайники: — на известняках веррукария (*Verrucaria*) и каллема черная (*Coarctatinia desipiens*), на кремнеземных породах лексидия (*Lecidea*), леканора (*Lecanora*).

УСЛОВИЯ, БЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРУШЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕСТРУКЦИИ МАТЕРИАЛОВ

Биологические поражения древесины и строительных материалов наблюдаются как в городе, так и в сельской местности.

Разрушению подвергаются все материалы, находящиеся как в памятниках, так и на складах.

Некоторые компоненты материалов - водород и кислород - образуют сложные органические вещества, часть которых входит в состав клеточных стенок, а часть в состав содержимого клеток (пор).

В полостях клеток (пор) содержатся белковые вещества, крахмал, масла, жиры, органические и неорганические кислоты, смолы и др.

Гниение древесины представляет собой биохимический процесс составных частей материала, приводящий к разрушению. В результате этого процесса получается углекислота и вода.

На камень и строительные растворы наиболее сильное разрушение оказывают азотная и серная кислоты, продукты окисления микроорганизмами газов, присутствующих в атмосфере.

Под влиянием особых химических веществ - ферментов, выделяемых развивающимися грибными нитями, - стенки клеток древесины частично растворяются и используются грибом для своего питания и роста. Таким образом происходит процесс гниения и последующее разрушение древесины. Для камня и раствора после окисления микроорганизмами и плесневыми грибами происходит деградация материала; следует напомнить также, что в условиях резкого голодания и при наличии в субстрате доступных источников азота грибы способны вести себя как и бактерии нитрификаты - добывать энергию путем окисления аминного и аммиачного азота, постоянно присутствующих в атмосфере, до нитратов, продуцируя азотную кислоту. Именно азотная кислота в этом случае является причиной разрушения материалов.

Кроме того, нитрифицирующие бактерии - автотрофы - черпают энергию на ассимиляцию CO_2 из окисления восстановленных неорганических соединений азота, в том числе постоянно присутствующего в атмосфере аммиака, окисляя его до нитратов; превращают углекислый кальций известня в растворимый нитрат, в результате чего известняк полностью теряет сцепление, превращается в порошок и осыпается.

Грибы, водоросли, лишайники разрушают строительные материалы не только химически, но и механически. Рост биомассы микроорганизмов, внедряющейся в поры и микротрещины, способствует их расширению. Периодическое увлажнение и высушивание их сопровождается значительным изменением объема клеток, приводит к циклическому давлению на стенки трещин и усталостному разрушению материала.

ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ

В зависимости от характера и внешних признаков биологического разрушения установлены виды разрушения для древесины, камня, кирпича и строительного раствора.

Для древесины - в начальной стадии развития разрушения внешний вид древесины не меняется, а затем плотность и прочность снижается. Стружка, взятая с такой древесины, становится мягкой и меняет цвет.

Первый вид разрушения - деструктивный, вызываемый опасными разрушителями большей частью уже в памятниках. Под воздействием разрушителей древесина становится темно-бурой, в ней появляются трещины и она распадается на отдельные призматические кусочки; количество целлюлозы резко уменьшается, а лигнина - увеличивается.

Второй вид - коррозионный, вызываемый менее опасными грибами, разрушающими древесину в лесу и на складах. В этом случае в древесине образуются видимые простым глазом пустоты в виде чечевиц, ямок: затем появляются белые пятна целлюлозы. Количество лигнина уменьшается, а целлюлозы - остается неизменным.

Для камня, кирпича и раствора

Первый вид разрушения - химический, при котором определенный вид грибов и микроорганизмов в процессе своей жизнедеятельности выделяет наиболее коррозионно-опасные кислоты. Общим отрицательным свойством каменных материалов является пористость. Чем она больше, тем сильнее воздействуют на камень факторы разрушения. Чем крупнее поры, тем они больше удерживают влагу и органическую пыль, которые являются необходимым условием роста микроорганизмов.

Второй вид - механический. За счет роста биомассы микроорганизмов, внедрившихся в поры и микротрещины, происходит их расширение. Периодическое увлажнение и высыхание водорослей, лишай-

ников, растительности, сопровождавшееся значительным изменением объема клеток, приводит к циклическому давлению на стенки трещин и усталостному разрушению материала.

Грибной мицелий имеет способность концентрировать на своей поверхности избыточное количество воды, которая при замораживании и оттаивании увеличивает трещины камня, разрушая его.

Между биологическими, химическими и механическими факторами, несомненно, существует взаимодействие. Трещины, проявившиеся в результате температурных напряжений, выветривания, облегчают химические реакции между материалами и продуктами жизнедеятельности биоразрушителей.

Кроме указанных факторов, на развитие биоразрушителей влияет наличие кислорода. Прорастание спор и развитие грибов, водорослей, мхов, растительности может происходить только при наличии кислорода.

Споры лучше развиваются на рассеянном свете, но могут развиваться и в темноте. Это подтверждается тем, что прорастание спор и дальнейший рост грибов происходит в перекрытиях, чердаках, подпольях, куда не проникает свет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИБОРАМИ

Эндоскоп. Обследование поверхности и состояния деревянных конструкций и элементов проводят эндоскопом.

Эндоскопы подразделяются на жесткие (с оптической системой линз) и гибкие (с элементами волоконистой оптики). Жесткие эндоскопы позволяют вести осмотр поверхности исследуемой конструкции или элемента только под определенным углом к приемнику, в то время как гибкие - под любым углом. Затем состояние фиксируют эндофотографией или на ленту видеоманитофона.

Эндоскоп вводят в трещины, полости и отверстия, существующие между конструкциями или элементами. В некоторых случаях в

обследуемом объекте специально сверлят отверстия для введения в него эндоскопа.

Данный метод рационально использовать для обследования конструкций и элементов в местах предполагаемого наличия в них дефектов.

Эндоскопические исследования проводит специалист.

Инфракрасная техника. Применение инфракрасной техники основано на различном поглощении тепловых лучей различными строительными материалами.

Данное исследование позволяет без нарушения целостности конструкций определять ее состояние, а также состояние любого ее элемента, установить, является ли он несущим или не несущим, а в некоторых случаях также выявить его дефекты.

На основе обследования инфракрасной техникой удается наметить наиболее рациональные места вскрытий деревянных конструкций и их элементов для дальнейшего обследования традиционными методами.

Зачастую применяются тепловизоры, которые состоят из оптической головки, содержащей оптическую систему, приемник и излучатель.

Ультразвук. Применение ультразвука заключается в способности измерять звукоизолирующие характеристики древесины, т.е. ослабление давления прошедшего через нее звука. Величина его изменяется в очень широких пределах, поэтому для оценки уровня звукового давления применяют логарифмическую шкалу, в который за начало отсчета принято давление на пороге слышимости. Для практических целей используют коэффициент звукопоглощения, выражающий отношение звуковой энергии, теряемой в материале, к энергии плоской падающей волны.

Коэффициент поглощения здоровой древесины для сосны толщиной 3 см при 12 дБ составляет 0,065, для дуба толщиной 4,5 см при 27 дБ - 0,002.

Рентгеновские лучи. Данные исследования аналогичны ультразвуковым.

Проходя через исследуемый конструктивный элемент, рентгеновские лучи по-разному поглощаются отдельными его участками: чем выше плотность участка, тем меньше интенсивность проходящих через него лучей. Если по ходу лучей за исследуемым объектом расположить ослепленный экран, то на нем будут видны внутренние дефекты объекта (гниль, пустоты, включения и др.).

Если вместо экрана установить фотопленку (метод рентгенографии), то можно не только получить изображение, характеризующее картину внутренней неоднородности по плотности объекта, но и провести количественные исследования.

Гамма-гамма-плотнометрия. Данный метод основан на регистрации рассеянного средой гамма-излучения. Метод дает информацию о плотности древесины, не требуя определения размеров измеряемого объекта, и позволяет работать в условиях одностороннего доступа к объекту, так как в этом случае регистрируются гамма-кванты, рассеянные заданным объемом вещества - зоной рассеяния.

Гамма-кванты, рассеянные на различной глубине, отличаются по энергиям, поэтому, применяя метод электронной дискриминации, можно получить информацию о плотности древесины на различной глубине.

Радиоизотопный гамма-плотномер древесины РГП-ДЗ дает информацию плотности древесины при той влажности, которую она имеет в момент измерения. Глубинность измерения устанавливается дискретно 0,05; 0,10; 0,15 м. Относительная погрешность измерения не более 3%. Время измерения зависит от глубины измерений и составляет величину 1-6 сек.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАМЯТНИКА НА БИОПОРАЖЕНИЕ

Биологические поражения строительных материалов или конструкций памятников обнаруживаются слишком поздно, когда те или иные строительные материалы приближаются к аварийному состоянию и уже требуется капитальный противопожарный ремонт памятника.

Основная причина биологического поражения строительных материалов (в частности, древесины) - это отсутствие надлежащего ухода и регулярного обследования общего состояния и сохранности конструкций памятника.

Тщательный периодический осмотр памятника и своевременный текущий ремонт исключают необходимость капитального и, тем более, противопожарного ремонта.

Существует много внешних признаков, которые заблаговременно и убедительно подсказывают, какая из конструкций или ее элементов находится под угрозой биологического поражения. Все эти признаки могут быть обнаружены только при тщательном визуальном обследовании объекта. Каждый памятник или здание следует регулярно обследовать, чтобы своевременно принять меры по ликвидации вновь возникших очагов грибного поражения.

В задачи обследования памятника или постройки входит установление его общего технического состояния и, в том числе, поражения биоразрушителями деревянных конструкций и строительных материалов (древесины, кирпича, камня, кладочных растворов, штукатурки). Документация обследования памятника - акт и заключение специалистов - основа для проектирования противопожарного в деревянных строениях ремонта и для составления сметы. Кроме того, задача обследования состоит в изыскании оптимальных мероприятий по ликвидации или локализации участков биоразрушений и поражений древоточцами в обследованном объекте. Документация обследования должна быть тщательно выполнена и ясна, что-

бы проектировщик имел полную картину технического состояния всего памятника и отдельных его конструкций и элементов.

Последовательность обследования

Наружный осмотр памятника дает возможность выявить многие дефекты скрытых конструкций, в том числе очаги биологических поражений. Мокрый, влажный или имеющий водяные пятна цоколь фундамента свидетельствует о том, что фундамент подсасывает грунтовые или почвенные воды в связи с нарушениями горизонтальной или вертикальной гидроизоляции или неисправной отмосткой.

Воды увлажняют полы первого этажа и вызывают их гниение. Водяные пятна на наружных стенах памятника на границе цоколя и стены показывают, что в этом месте гидроизоляция нарушена или ее вовсе нет, поэтому древесина перекрытий не только первого этажа (подклета) находится под угрозой биологического поражения.

При обследовании памятников, имеющих наружные деревянные оштукатуренные стенки, следует обратить внимание на деформации, вздутия, отвалы и трещины штукатурки, на отклонения стен от вертикали или нарушения их плоскостности. Все эти дефекты свидетельствуют о том, что в деревянных стенах несущие конструкции разрушаются биологическими агентами.

При обследовании наружных стен памятников деревянного зодчества с дощатой обшивкой обращают внимание на деформацию стен, на техническое состояние обшивки, на наличие участков с биологическими разрушениями. В большинстве случаев деформации наружных стен памятника свидетельствуют о гнилостном процессе в конструкциях и элементах памятника.

При визуальном обследовании кирпичных наружных стен в акте и на плане отмечают трещины, вздутия, осыпи, а также отклонения стен от вертикали, дефекты карнизов, участки с высолами и водяными пятнами. Эти дефекты могут быть причиной активного разви-

тия биоразрушителей строительных материалов, которые сопряжены с вышеназванными дефектными участками стен.

Обследование крыши с любым покрытием ограничивается визуальным определением отклонения конька от прямой линии или горизонтали, а также прогибов скатов - причиной таких деформаций обычно являются биологические поражения узлов стропильных ферм, мауэрлатов, стропильных ног, обрешетки и других элементов конструкций крыши. Должно быть обследовано техническое состояние водосточных труб, желобов, так как при их неисправности атмосферные осадки смачивают стены, создавая благоприятную среду для зарождения биоразрушителей и начала биохимического процесса в древесине и строительных материалах. Все установленные при наружном осмотре дефекты и деформации, а также причины их возникновения должны быть отмечены на плане (схеме) памятника и занесены в акт обследования с учетом того, что во всех этих участках при детальном обследовании будут отобраны образцы (пробы) древесины, строительных материалов для микробиологических, микологических, энтомологических и растительных анализов в лабораторных условиях для определения вида разрушителей.

Внутренний осмотр памятника начинают с подвалов и заканчивают конструкциями крыши и кровли. Такой порядок целесообразен потому, что визуально устанавливаемые дефекты в помещениях указывают на участки биологических поражений конструкций и элементов.

При визуальном обследовании подвальных помещений и опросе хозяев постройки (если они есть) устанавливают уровень грунтовых вод. В акте кратко отмечают: выше или ниже пола подвала этот уровень находится. Затем смотрят, какой пол: с подпольем или по засыпке. Если в памятнике нет подвала, то уровень грунтовых вод определяют по соседним зданиям. Определяют также техническое и влажностное состояние стен и перекрытий подвала.

Поэтапное обследование деревянного памятника проводят, руководствуясь следующими признаками биологических поражений:

- повышенная влажность, затхлый воздух и специфический грибной запах. Летные отверстия с желтой буровой мукой. Цветовые пятна различных конфигураций;
- пол проседает, дряблый, шаткий, большие щели. При втыкании ножа в кромки досок чувствуется большая или меньшая трухлявость древесины;
- если стены каменные, то вздутия, высолы с осыпанием и множеством цветных пятен. Повышенная влажность. Соприкасанные с ними деревянные конструкции и элементы могут быть также поражены биологическими разрушителями;
- водяные пятна на стенах и потолке помещений свидетельствуют о том, что на этих участках строительные материалы поражены биоразрушителями;
- растрескавшаяся или отвалившаяся штукатурка стен, потолка, перегородок свидетельствует о том, что строительные материалы, в том числе деревянные конструкции, поражены биоразрушителями;
- горизонтальная трещина штукатурки между потолком и перегородкой (не несущей) показывает, что в конструкциях перегородки идет процесс биологического разрушения, - элементы перегородки за счет разрушения садятся и отрываются от потолка;
- перекося дверных коробок свидетельствует о том, что в перегородках или перекрытиях идет процесс разрушения биоразрушителями.

При обследовании памятника во всех участках с предполагаемыми биопоражениями необходимо отбирать три образца для лабораторных исследований для определения вида и степени поражения.

На основании лабораторных исследований предстоит решить вопрос полного вскрытия конструктивных элементов, находящихся в зоне участка биологического поражения.

В тех зданиях, которые являются памятниками, но продолжают служить жилым помещением, есть неудобства для обследования, поэтому определять состояние скрытых конструкций приходится по мелким зондажам.

При таком обследовании над балкой или под ней, в полу или на потолке долотом пробивают отверстие величиной со спичечную коробку. Сначала берут образец с пола (подшивки), а затем с балки (лаги).

От оштукатуренных деревянных стен и перегородок образцы отбирают следующим образом. В самой низкой точке деревянной стены (у цоколя фундамента) или перегородки (у карниза) в штукатурке пробивают небольшое отверстие и через него долотом (стамеской, коловоротом) отбирают пробу. Если древесина поражена, то такое же отверстие пробивают на 0,5 м выше и ниже. Если и там древесина поражена, то сбивают штукатурку со всей поверхности стены. Стружка, взятая с пораженной древесины, мягкая, потерявшая плотность и прочность, легкая и вязкая.

Образцы надо отбирать на следующих участках памятника:

- с концов балок или лаг, по наружным стенам, особенно, где были протечки;

- с концов балок или лаг, если наблюдается проседание, шаткость полов и другие деформативные явления;

- с досок пола, лаг у печей, раковин, санузлов и радиаторов отопления;

- со штукатурок в местах водяных пятен, протечек и отвалов;

- с участков разрушенного материала (обмазок, штукатурок, кирпича, кладочных растворов), имеющего цветные пятна;

со всех участков, где на поверхности конструкций или строительного материала имеются цветные пятна и грибные поражения.

При обследовании чердачных перекрытий и крыш в местах протечек полностью вскрывают конструкции, а затем с них отбирают пробы (с обрешетки, наката, балок, мауэрлата, стропильных ног и др.).

Во всех участках биологического поражения при отборе проб на влажность внимательно смотрят: если призматическая гниль легко растирается в пыль или шнуры грибов сухие, то процесс не развивается. В этом случае можно провести обработку антисептическим составом на органическом растворителе для исключения увлажнения пораженного участка. Детали из древесины, не несущие конструктивных функций, а выполняющие лишь теплоизоляционную роль, после антисептической обработки и консервации можно оставить без замены.

Если при обследовании древесины, пораженной насекомыми, нет свежих отверстий и нет свежей буровой муки, то можно считать, что очаги не развиваются. В этом случае для профилактики проводят антисептическую обработку составами на органических растворителях, а вычинок не производят.

При обследовании столярных изделий памятников особого внимания требуют следующие факторы:

- прифальцовка створок переплетов и дверей. Фальцы, образующие притвор, должны согласовываться между собой; надо проследить, нет ли биохимического разрушения древесины в местах постановки петель приборов. В дверных заполнениях также надлежит осмотреть место врезки замков, т.к. металлическая скобянка накапливает конденсат;

- установка коробок переплетов и дверей: все одинаковые элементы должны быть расположены на одной линии. Оси оконных и дверных коробок следует располагать строго по осям проемов.

Точность совпадений осей проверяют отвесом по отметке оси проема, сделанной на верхнем откосе проема. Шнур отвеса должен пройти через точку пересечения диагоналей коробки. Если точка совпадает с линией шнура, то деформации нет и можно предположить, что нет биологического разрушения древесины;

- устройство подоконных досок: доски определяются шириной штукатуренного проема в четвертях с добавлением двух свесов по краям. Свес внутрь помещения должен заходить не менее, чем на 5 см за плоскость штукатуренной стены и иметь уклон внутрь помещения. Все отклонения в перечисленных случаях могут быть следствием гнилостных процессов в древесине постройки, которые развиваются под воздействием атмосферных осадков, использования сырого материала, нарушения гидроизоляции, а также промерзания стен.

При обследовании цоколя памятника необходимо особое внимание уделять исправности отмосток, настенных желобов, водосточных труб, организации продухов. Если есть большие нарушения, то вероятно наличие участков биологических разрушений.

При обследовании крыши памятника особое внимание следует уделять целостности и исправности покрытия кровли, водосточных труб, желобов, сопряжений кровли с дымовыми трубами, кирпичными фронтонами и т.д. Также осмотру подлежат стропильные фермы (узлы соединений), обрешетка и спалубки карнизных свесов.

При обследовании перегородок особое внимание надо уделять участкам около водопроводных и канализационных стояков, местам навески раковин, умывальников, смывных бачков. При осадке перегородки необходимо выяснить причины этого явления, вскрыть около перегородки пол и проверить состояние обвязки и ригелей.

МЕРЫ ПО БОРЬБЕ С БИОРАЗРУШИТЕЛЯМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПАМЯТНИКА

Все работы, проводимые по борьбе с биоразрушителями в памятниках, сводятся к следующим трем основным группам:

Первая - меры, осуществляемые как в профилактических целях перед производством ремонтных и строительно-реставрационных работ (обработка стройматериалов), так и в процессе самих работ.

Вторая - конструктивные.

Третья - меры, осуществляемые при эксплуатации памятника.

Профилактические меры перед производством ремонтно-реставрационных работ

Заражение строительными материалами может произойти только в результате инфекции - путем перенесения спор из окружающей среды или с остатками пораженной древесины.

Борьба с биоразрушителями должна начинаться с момента получения материала, его складирования и хранения. Материалы подлежат тщательному осмотру: при обнаружении каких-либо отклонений от нормы необходимо провести профилактическую обработку.

Рекомендуется опрыскивание: древесины - 5-10%-ным раствором медного купороса; белого камня и кирпича - 2-3%-ным раствором симазина; в кладочный и штукатурный растворы следует добавить 1-1,5%-ный раствор фтористого натрия.

Древесину необходимо хранить в штабелях со шпациями, штабеля должны лежать на помосте или на высоком сухом месте. Аналогично хранится и белый камень (известняк).

Ликвидация очагов биопоражения при ремонтно-реставрационных работах

Основные меры по борьбе с биоразрушителями сводятся к устранению источников увлажнения. Эти меры рекомендуется проводить

летом, чтобы обеспечить оптимальные условия для просушивания материалов. При активном процессе развития биоразрушения срочный ремонт производят независимо от времени года.

При вскрытии конструкций пораженные участки подлежат тщательно зачистить, а утратившие в значительной мере свои нормальные физико-механические свойства-удалить. Удаляют не только явно разрушенный участок древесины, но и прилегающий к нему на расстоянии до 0,5 м - не пораженный биоразрушителями; затем устанавливают протезы на концы балок.

Материал, сохранивший прочностные характеристики, но имеющий поверхностное поражение, следует очистить от биоразрушителей до здоровой части, а затем провести обработку антисептирующими составами. После обезвреживания органический мусор и пораженную древесину сжигают или вывозят на свалку.

Каменные, кирпичные и бетонные поверхности, примыкающие к пораженным участкам древесины (балочные гнезда, каменные столбы и т.д.), нужно обезвредить, тщательно очистив их от биоразрушителей, а затем обработать составами, предназначенными для обнаруженного вида поражения.

Для замены пораженного участка нужно брать здоровый древесный материал.

При ликвидации очагов биоразрушителей чердачных и междуэтажных перекрытий необходимо полностью удалить увлажненные засыпки и после предварительного антисептирования и просушки основных материалов или конструкций уложить новую засыпку.

Верхний слой неорганической засыпки из подполья, пораженного биоразрушителями, снимают не менее чем на 10 см и после предварительной обработки 10%-ным раствором железного купороса на глубину не менее 0,5-0,7 м вновь засыпают.

Основные дефекты в конструкциях при ремонтно-реставрационных работах происходят вследствие неправильного решения воп-

росов горизонтальной и вертикальной гидроизоляции, излишней высоты подполья при устройстве одинарных полов по грунту в первых этажах или неправильной заделки концов деревянных балок в каменные стены, а также из-за непланирования устройства вентиляционных приспособлений для создания осушающего режима в конструкциях.

Нередко в проектах не предусматривается затирка раствором стенок в гнездах балок и их утепление, а также консервирование древесины.

Обычно в проектах химическая защита строительного материала не рассматривается как обязательное звено в цепи мероприятий, направленных на борьбу с биопоражениями строительных материалов.

В практике иногда прибегают к таким средствам борьбы с сыростью, которые не только не устраняют ее, а наоборот, являются вредными. К ним следует отнести обшивку внутренних поверхностей влажных стен досками, сухой штукатуркой, панелями и другими материалами. Сырость при этом не только не устраняется, а наоборот, увеличивается, так как испарение в этом случае уменьшается, а стены промерзают.

При устройстве любой кровли необходимо обеспечивать достаточный карнизный вынос ее свеса.

Разжелобки (ендовы), карнизные свесы должны устраиваться из обрезных досок сплошным настилом.

Немаловажную роль в сохранности перекрытий играет звуко- и теплоизоляционный слой - смазка и засыпка. Лучше делать смазку импрегнированной глиной, при этом толщина смазки должна составлять 10-15 мм. При укладке древесины с повышенной влажностью применение толевой подстилки замедляет высыхание древесины, и, как правило, в этих случаях отмечаются поражения перекрытий домовыми грибами.

При устройстве потолков с воздушными прослойками рекомендуется прокладывать пароизоляцию между подшивкой потолка (стены) и штукатуркой из минерального войлока. Нельзя допускать укладку толя или другого рулонного материала.

Если в помещениях нет выделения тепла, то укладку концов балок и прогонов следует производить со следующими изменениями: поверхность концов балок не обрабатывать смолой или битумом; гнезда после укладки балок не заделывать, оставляя зазор между балкой и стенами гнезда не менее 3 см.

Водопроводные трубы в помещениях необходимо утеплять и изолировать, в противном случае на них постоянно образуется конденсат, увеличивающий сырость в помещении и приводящий к порче самих труб.

Вывод из вышеизложенного сводится к следующим требованиям:

- в дело можно применять только выдержанную древесину;
- для предохранения материалов, заготовленных для реставрации или ремонта, от непосредственного увлажнения атмосферными, грунтовыми и производственными водами делают специальные устройства - гидроизоляцию, водосливы, козырьки и др.;
- круглый лесоматериал перед применением в дело должен быть полностью очищен от коры и дуба;
- конструкции, имеющие замкнутые пространства, запрещается устраивать без вентиляции;
- всякие помещения, расположенные в подвалах и полуподвалах, должны быть обеспечены проветриванием;
- деревянные полы должны иметь продухи (напольные решетки, щелевые плинтусы и т.д.);

Конструктивные меры заключаются в создании условий, необходимых для максимального prolongирования срока службы материала в конструкциях памятника, и выражаются в устранении возможности увлажнения древесины свыше 20%, а камня свыше 4%, т.е. в устра-

нении явлений конденсации, резких колебаний температуры, промерзания, застоя воздуха и других некомфортных условий, благоприятных для развития биоразрушителей.

Все конструктивные меры должны быть заложены в проектах ремонта и реставрации памятников.

В соответствии с "Инструкцией по защите от биоразрушителей строительных материалов в памятниках" следует соблюдать следующие правила:

- деревянные полы не должны прилегать вплотную к стенам, пространство между стеной и полом следует прикрывать плинтусом;
- запрещается устройство плиточных, бетонных, асфальтовых полов на деревянных основаниях;
- теплоизоляция и пароизоляция ограждающих частей строения - стен, пола, потолка, перекрытий - должна быть обеспечена для предупреждения их промерзания и конденсационного увлажнения;
- в качестве утеплителя надо использовать только биостойкие материалы: минеральные изделия, фибролит, пористые древесно-волокнистые плиты и др.

Профилактические меры в процессе эксплуатации памятника

Постоянно в процессе эксплуатации памятника должен вестись осмотр конструкций как с наружной, так и внутренней стороны. Если выявлены участки с биопоражениями, то необходимо срочно вызывать специалистов, а затем тщательно выполнять все предложенные ими работы по антисептированию.

Работы по антисептированию следует проводить при температуре окружающей среды не ниже $+5^{\circ}\text{C}$; температура антисептического раствора должна быть $+20...+25^{\circ}\text{C}$.

Борьба с биоразрушителями древесины (строительных материалов) памятника является весьма ответственным делом и должна проводиться специалистом, хорошо знающим новейшие способы и средства борьбы с биоразрушителями. Поэтому при обнаружении участ-

ков с биопоражениями в памятнике необходимо срочно вызвать специалиста для установления причин, явившихся предпосылками для создания условий загнивания, и размеров поражения конструкций, элементов памятника в целом. С пораженных участков специалист берет пробы, которые затем исследуются в лабораторных условиях.

Пробы берутся отдельно для определения: влажности материала пораженного участка; вида биологического разрушителя; жизнеспособности биологического разрушителя.

Для определения влажности пробы берутся ручными инструментами (коловоротом, стамеской, долотом, бурами Пресслера и другими). При этом пробы из дощатых конструкций берутся на всю толщину доски, а из брусьев - на глубину не менее 5 см. Из растворов и штукатурок пробы берутся на глубину до 2-3 см, из кирпича - до I см.

Отобранные образцы помещаются в специальные стаканчики, пробирки и другую тару с плотно прилегающими крышками. При отсутствии плодовых тел и мицелий пробы для определения вида и жизнеспособности биоразрушителя следует брать таким образом, чтобы в одном кусочке была часть здорового материала и часть пораженного. Срок транспортирования проб в лабораторию не должен превышать 2-3 суток.

Пробы необходимо сопровождать кратким описанием памятника и конструкций, где взята проба, и их состояния при обследовании.

По результатам лабораторных исследований создается комиссия для составления акта по дефектным работам.

В зависимости от размеров и степени поражения конструкций памятника комиссия решает о дальнейшем ведении исследовательских работ.

К мероприятиям локализационного порядка, носящим неотложный характер, следует отнести:

- вскрытие всех пораженных конструкций;
- удаление разрушенных и пораженных частей скребками, выпиливанием или заменой отдельных частей конструкций;
- при поражении междуэтажных и чердачных перекрытий, а также перегородок, обитых различными утеплителями, эти утеплители необходимо удалить для определения объема и площади биологического поражения.

АНТИСЕПТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ЛОКАЛИЗУЮЩИЕ ОЧАГИ БИОПОРАЖЕНИЙ

Обеззараживание воздушной среды интерьеров памятника проводят газообразными биоцидами при плотно закрытых окнах и дверях (метод фумигации).

Для защиты от биокоррозии полностью или частично заглубленных в землю строений биоцидами обрабатывают примыкающий к ним слой почвы толщиной 2-15 см.

Хорошие результаты получены при обработке пористых силикатных материалов - туфа, ракушечника, а также белого цемента 2%-ным раствором метилсиликоната натрия с добавкой хлористого цинка и медного купороса. Такая обработка повышает не только грибостойкость, но и механическую прочность строительного материала.

Грибостойкость побелочного раствора (на основе мела или извести) обеспечивают добавки в раствор 1,5-2%-ного фтористого натрия или кремнефтористого натрия.

Для защиты от обрастания наружных стен памятников лишайниками применяют обработку стен 10-20%-ным водным раствором гипохлорита кальция или хлорной известью, а также 5%-ным водным раствором симазина.

Для повышения биостойкости обоев добавляют в клей биоцид 2-оксидифенил 1,5% или кремнефтористый натрий 2%.

Для повышения биостойкости лакокрасочных материалов применяют биоцид скан М-В (2-н-октил - 4 изотиазолин - 3) до 0,4% к объему краски или другой децизил С-13 - препарат на основе 2,3,5,6 - тетрачлор - 4 (метилсульфонил) пиридина, который в количестве 0,5-1% вводят в масляные и латексные краски.

При использовании других красочных материалов, рекомендуется перед покраской проводить обработку поверхностей (с последующей просушкой) 15%-ным водным раствором кремнефтористого аммония или 10%-ным раствором тетрафторбората аммония, а затем наносить краску.

ЛИТЕРАТУРА

Андреичева Н.А. и др. Защита древесины от гниения./ Госстрой СССР. - М., 1963.

Ахромевич М.Б. Защита деревянных конструкций от гниения и древоточцев. - Л.: Стройиздат, 1972.

Бондарцева М.А. и др. Определитель грибов. - М.: Лесная промышленность, 1986.

Воронцов А.И. Лесная энтомология. - М.: Высшая школа, 1975.

Галей А.И. Плотницкие работы. - Киев, 1961.

Гуськов И.М. Эксплуатация деревянных конструкций и методы устранения дефектов. - Учеб.пособие/ МИСИ им.В.В.Куйбышева, 1982.

Иванова Ф.М. и др. Биоповреждения в строительстве. - М.: Стройиздат, 1984.

Кальнинский А.Я. и др. Консервирование и защита лесоматериалов. - Справочник. - М.: Лесная промышленность, 1971.

Кондратьев С.Ф. и др. Защита древесины. - Киев: Будівельник, 1976.

Сертовский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины.- М.: Лесная промышленность, 1975.

Скоблов Д.А. Борьба с вредителями деревянных конструкций./ Госстрой СССР. - М., 1968.

Титов А.М. Ремонт деревянных конструкций жилых и общественных зданий. М., 1964. - Л., 1977.

Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов. - М.: Лесная промышленность, 1965.

Чмырь В.Д. Лабораторные работы по материаловедению. - М.: Высшая школа, 1980.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Виды биологических разрушителей	3
Условия, благоприятные для развития биологических разрушений древесины и деструкции материалов	10
Виды разрушений	12
Исследование деревянных конструкций приборами	13
Обследование памятника на биопоражение	16
Меры по борьбе с биоразрушителями строительных материа- лов памятника	23
Антисептические вещества, локализирующие очаги биопора- жений	29
Литература	31

Шанаев Сергей Яковлевич

Инженерно-биологическое обследование памятников архитектуры.
Методические рекомендации

Редактор И. П. Кирьянова

Корректор Т. А. Ушакова

Ответственный за выпуск В. Ф. Коржуков

Институт Спецпроектреставрация, ОНТИ, Москва, 105037, городок
им. Баумана, дом 3, корпус 4

Подписано к печати 10.03.92

Объем 2,0 п.л.

Тираж 700 экз.

Формат 60х90/16

Заказ 1134

Типография Мосметрострой, пр. Серебрякова, 14/1

100-00