

Н.А. Тычино, доцент; Н.В. Вилейшикова, ассистент; В.М. Сердега, ассистент

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ ОБЪЕКТОВ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ «БЕРЕСТЬЕ»

The analysis state of the opportunity boiling defense the woods construction archaeonogiching museum «Berestyе».

Археологический музей «Берестье» является уникальным, единственным в Европе музеем восточнославянского города XIII века. Музей находится на территории Волынского укрепления Брестской крепости. Основой для создания музея явились вскрытые на площади 1000 м² хорошо сохранившиеся археологические постройки ремесленного квартала (28 жилых и хозяйственных построек и две улицы). Основным строительным материалом построек явилась древесина сосны.

С целью предотвращения разрушения памятника в период с 1972 по 1992 г. было произведено консервирование древесины построек, которое осуществлялось с использованием двух защитных составов. В ходе первых этапов консервирования (с 1972 по 1975 г. и с 1981 по 1982 г.) была произведена обработка построек составом на основе фенолоспиртов. Защитный состав вводился в древесину с помощью специально разработанных полых игл под давлением с последующим отверждением при температуре 100°C [1]. Позднее (1989–1992 гг.) четыре наиболее поврежденные временем постройки были обработаны составом, содержащим смолу холодного отверждения МФПС-1 и кремнефтористый аммоний [1]. Кроме того, 15 построек в разные годы подверглись упрочняющей обработке клеевым составом «Стык» [1].

Результаты последнего официального освидетельствования состояния построек в 1981 г. содержат информацию о степени разрушения, влажности и плотности древесины отдельных венцов. В этот период в большинстве построек наблюдается опережающее разрушение нижних венцов по сравнению с верхними, причиной чего стал контакт последних с сырой землей. Нижние венцы значительно утратили свою прочность и легко поддались разрушению при небольшом механическом воздействии. Площадь гнили в некоторых бревнах составила 60–100% от площади поперечного сечения. Влажность древесины нижних венцов в отдельных случаях равна 120%, при этом влажность верхних венцов составляет в среднем 15–25%. Исследование микрофлоры показало наличие на древесине 10 видов несовершенных, 1 – низших и 4 – базидиальных дереворазрушающих грибов. Исходя из результатов обследования были даны рекомендации по предотвращению дальнейшего разрушения. Основным требованием являлось соблюдение в музее «Берестье» температуры и влажности воздуха, соответствующих нормам хранения музейных деревянных предметов. Было предложено приподнять постройки над уровнем земли и установить их на опоры, а также положить в качестве нижних венцов балки из древесины дуба. В соответствии с этими же рекомендациями были устроены дополнительные дренажные колодцы для снижения уровня грунтовых вод [1].

В 2003 г. сотрудники музея «Берестье» обратились в лабораторию огнезащиты строительных материалов и конструкций Белорусского государственного технологического университета по причине прогрессирующего разрушения деревянных элементов построек. Осмотр, произведенный в сентябре 2003 г., позволил сделать следующее заключение о состоянии археологического памятника, а также о причинах продолжающегося разрушения:

- 1) в настоящий момент подавляющее большинство построек находится в критическом состоянии;
- 2) средняя влажность древесины колеблется в пределах 18–22%. Для верхних бревен

вен, на которые попадает капельная влага (в связи с протеканием крыши), это значение составляет 26–28%. Влажность бревен, контактирующих с землей, достигает 180–220%;

3) основной причиной продолжающегося интенсивного разрушения деревянных построек является несоблюдение оптимального температурно-влажностного режима в помещении музея. Отопительная система музея не работает, постоянно присутствует жидкая фаза, вследствие сохраняющегося, несмотря на периодическую откачку воды из дренажных колодцев, высокого уровня грунтовых вод. Колебания температуры за истекший 2002 г. составили от –8 до +29 °С [1], что способствовало образованию многочисленных трещин в бревнах, а главное – ускоренному старению отвержденного полимера в древесине. Замерзание влаги в зимний период внутри древесины с соответствующим ее расширением привело к значительному разрушению всех без исключения элементов построек;

4) при осмотре построек не было обнаружено очевидных признаков поражения древесины грибами-разрушителями класса базидиальных (разрастания мицелия, плодовых тел). Плодовые тела базидиального гриба были найдены на сильно разрушенной, незащищенной составами археологической древесине штабеля запасных элементов, хранящихся в помещении музея. Наличие плодовых тел говорит о постоянном присутствии в воздухе музея большого количества спор гриба и температурно-влажностных условиях, достаточных для интенсивного его развития. В то же время проводившаяся ранее обработка древесины построек продолжает обеспечивать достаточную защиту от поражения наиболее сильными дереворазрушителями – базидиомицетами;

5) высокая круглогодичная влажность воздуха в помещении (не ниже 85%, в основном – 90%) приводит к тому, что основным видом грибкового разрушения древесины является разложение по типу «умеренной гнили», которое вызывается действием несовершенных и сумчатых грибов;

6) тот факт, что во время предыдущих обработок верхние венцы построек были защищены слабее, чем нижние, а также то, что в условиях протекания крыши верхние бревна более подвержены умеренному гниению приводит к опережающему разрушению верхних бревен по сравнению с нижними. Исключение составляют случаи, когда нижние венцы контактируют с почвой;

7) наличие в древесине большого количества отвержденных смол делает затруднительной глубокую пропитку древесины. В то же время древесина большинства бревен нуждается в упрочнении для предохранения механического разрушения;

8) изучение документов по проводимым ранее защитным мероприятиям выявило отсутствие огнезащитной обработки памятника.

Интенсивное разрушение построек происходит из-за старения полимера, образованного при отверждении смол, а также из-за грибных разрушителей древесины.

С целью установления видового состава грибных разрушителей древесины построек нами была произведена работа по выделению чистых культур грибов из спор, собранных методом реплик с поверхности построек. Исследования показали, что в помещении музея весьма высок фон заражения спорами плесневых дейтеромицетов родов *Penicillium* и *Aspergillus*. При наличии благоприятных условий различные представители данных родов вызывают окраску древесины. Менее распространены грибы родов *Ophiostoma*, *Alternaria*, *Oidiodendron*, *Cladosporium*, однако их представители активно участвуют в разложении древесины по типу умеренной гнили.

В целом подавляющее большинство выделенных культур относится к классу дейтеромицетов. Это обусловлено тем, что основная часть древесины имеет влажность менее 30%, и гниение может происходить только на поверхности при наличии на ней капельной

влаги в условиях 95% влажности воздуха. Сочетание недостаточно высокой влажности субстрата с эффектом проведенных ранее защитных мероприятий не способствует развитию базидиальных грибов. Тем не менее химическая защита нижних венцов не предохраняет бревна от поражения при контакте древесины с землей. Из субстратного мицелия сырых бревен были выделены культуры не только несовершенных, но и сумчатых (*Ophiostoma*), и базидиальных (*Serpula*, *Coniophora*) грибов.

Наличие в воздухе музея высокой концентрации базидиальных грибов позволяет сделать вывод о том, что, принимая во внимание способность данных видов к увлажнению древесины по мере их развития, следует ожидать прогрессирующего распространения очагов быстрой деструкции древесины. Длительное развитие несовершенных грибов на древесине (на протяжении десятков лет) привело к активному участию этих грибов в поверхностном разложении древесины построек.

При выборе состава для пропитки мы исходили из необходимости упрочнения разрушенных структурных элементов древесины, а также необходимости био- и огнезащитной обработки построек.

В качестве возможных биозащитных добавок были выбраны следующие вещества, показавшие себя высокоэффективными при предварительных испытаниях экспресс-методом, не являющиеся дорогостоящими и не окрашивающие древесину: фтористый натрий (вещество высокоэффективно против грибов *Serpula lacrymans* и *Coniophora puteana*), а также антисептики, подавляющие развитие различных групп несовершенных и сумчатых грибов, – бура, карбонат натрия, сульфат аммония [2].

Эффективность защитных составов исследовали с помощью разработанного в научно-исследовательской лаборатории защиты строительных материалов и конструкций нового экспресс-метода испытания токсичности защитных средств для древесины [3].

Сущность метода заключается в помещении инокулятов на древесину, пропитанную антисептиком, и замере через определенные промежутки времени ширины формирующейся вокруг инокулятов зоны разрастания мицелия. Показателем степени защищенности древесины служит отношение ширины зоны разрастания на пропитанной древесине к ширине зоны разрастания, сформировавшейся на древесине, не пропитанной антисептиком.

Результаты испытания токсичности защитных составов по отношению к смешанной тест-культуре несовершенных и сумчатых грибов (на поверхности инфицированных опилок), а также к культуре базидиомицета *Coniophora puteana* (в контакте с инфицированной землей) представлены соответственно на рис. 1 и 2.

На рисунках приведены индексы испытываемых составов:

- 1 – незащищенная древесина сосны;
- 2 – археологическая древесина музея Берестье без дополнительной пропитки;
- 3 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея;
- 4 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея с добавлением антисептика – фтористого натрия;
- 5 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея с добавлением антисептика – фтористого натрия и буры;
- 6 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея с добавлением антисептика – карбоната натрия;
- 7 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея с добавлением антисептика – сульфата аммония;
- 8 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью полиуретанового клея с добавлением антисептика – фтористого натрия и сульфата аммония;
- 9 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью фенолформальдегидной смолы;
- 10 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью фенолформальдегидной смолы с добавлением антисептика – фтористого натрия и буры;

11 – археологическая древесина, дополнительно защищенная с помощью состава СПАД.

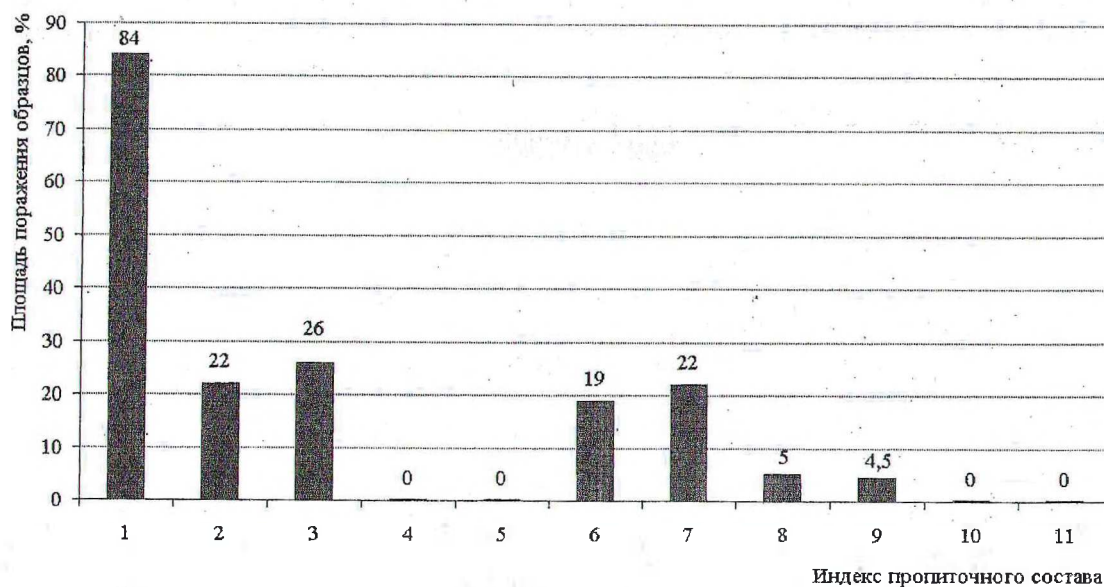


Рис. 1. Результаты испытания защищенности древесины от воздействия базидиального гриба *Coniophora puteana*

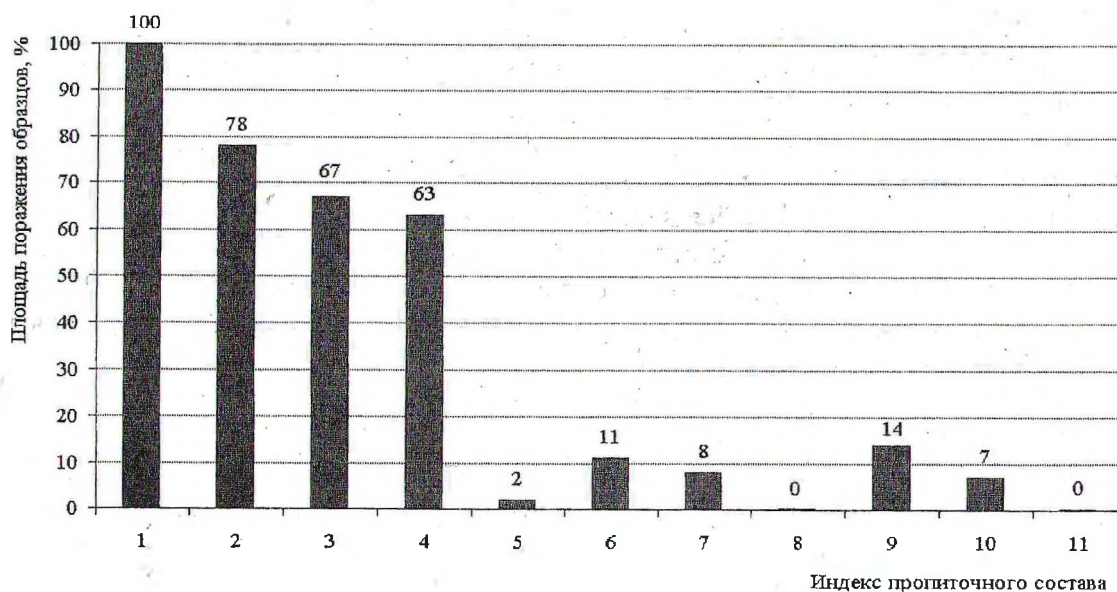


Рис. 2. Результаты испытания защищенности древесины от воздействия смешанной культуры грибов

Анализ данных показывает, что ранее проведенные защитные мероприятия в значительной степени предохраняют археологическую древесину музея от воздействия базидиальных грибов, однако эта защита малоэффективна в отношении поверхностного разрушения древесины посредством энзимов несовершенных и сумчатых мицетов при наличии на поверхности капельной влаги.

Поверхностное упрочнение археологической древесины с помощью полиуретанового клея несколько снижает активность дейтеромицетов и аскомицетов (в основном же эффект выразился в замедлении обрастания), однако несколько стимулирует развитие базидиоми-

цета. Тем не менее добавление в полиуретановую смолу фторида натрия позволяет полностью подавить развитие *Coniophora puteana*, а дополнительная добавка буры – и развитие грибов смешанной тест-культуры.

Пропитка археологической древесины фенолформальдегидными смолами не дает удовлетворительной защиты против культур несовершенных и сумчатых грибов.

Наиболее эффективным показал себя состав СПАД, который без дополнительного введения каких-либо антисептических средств обеспечивает полную биологическую защищенность древесины.

Были также произведены исследования совместимости составов, предлагаемых для защиты древесины от биоповреждения, со средствами защиты, которыми археологическая древесина была обработана ранее. Эти исследования осуществлялись испытанием на древесных блоках. Суть испытания заключалась в поверхностной обработке пропитанной ранее археологической древесины защитным средством с последующим выдерживанием образцов в контакте с тест-культурой. Использовались два вида тест-культур:

- смешанная тест-культура, составленная из видов несовершенных и сумчатых грибов, обнаруженных на поверхности бревен археологических построек;
- культура базидиального гриба *Coniophora puteana*.

В первом случае образцы выдерживались в течение 15 дней на поверхности зараженных опилок в эксикаторе, в котором поддерживалась 95–100%-ная влажность воздуха. Во втором случае образцы находились в контакте с землей, поросшей мицелием гриба. Методика данных испытаний соответствует ГОСТ 16712-95 «Средства защитные для древесины. Метод испытания токсичности» и ГОСТ 30028.4-93 «Средства защитные для древесины. Экспресс-метод оценки эффективности антисептиков против деревоокрашивающих и плесневых грибов». Данные испытания моделируют наиболее тяжелые условия эксплуатации археологической древесины музея. Проведенные исследования показали хорошую совместимость испытанных составов со средствами консервации, применявшимися ранее для защиты древесины.

Таким образом, для сохранения памятника «Берестье» необходимо осуществить следующие мероприятия:

- безотлагательно обеспечить музей «Берестье» системой поддержания температуры и влажности воздуха, соответствующих нормам хранения музейных деревянных предметов;
- исключить причины попадания в помещение капельной влаги;
- исключить случаи хранения в помещении музея незащищенной древесины, которая является очагом распространения грибной инфекции;
- создать прослойку из крупного песка (галки) между грунтом и опорами деревянных построек. Желательно заменить грунтовый пол на бетонный. Это позволит не только изолировать основания построек от грунтовых вод, но и создать условия для регулирования влажности воздуха в помещении;
- произвести работы по био- и огнезащитной обработке построек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчетная документация археологического музея «Берестье», г. Брест.
2. Ломакин А.Д. Защита древесины и древесных материалов плит. – М.: Лесная пром-сть, 1990.
3. Вилейшикова Н.В., Снопков В.Б. Разработка экспресс-метода испытания защитных средств для древесины / Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: Материалы научно-практ. конф. – 2002. – С. 165–168.