



Т.А. Поляков, Н.А. Полуэктова, О.А. Поварова
Череповецкий государственный университет

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ПОРАЖЕННОЙ ГРИБАМИ *SERPULA LACRYMANS*

В данной статье будут рассмотрены новые методы восстановления древесины, пораженной кониофоровыми грибами вида *Serpula lacrymans*, проведен сравнительный анализ результатов исследования образцов, восстановленных по предложенным технологиям, а также приведен обзор существующих на практике методов.

Биопоражения, восстановление древесины, ультрафиолет, *Serpula lacrymans*, исследование, СВЧ-излучение.

Деревянное зодчество – культурное наследие нашей страны. На сегодняшний день многие объекты находятся в аварийном состоянии и требуют реставрации. Зачастую древесина на таких объектах подвергается биопоражению – воздействию различных видов насекомых и грибов, наиболее опасным из которых является кониофоровый гриб *Serpula lacrymans* (Домовый гриб), способный разрушить до 50 % древесины в течение года. В процессе восстановления возникает необходимость борьбы с такими поражениями для сохранения исторического облика здания, так как многие элементы невозможно заменить полностью. Однако большинство из существующих на данный момент способов предполагают большие затраты на электроэнергию, долгий срок обработки или применение ядовитых веществ, вредных для человека. Возникает потребность разработки более эффективных, экономичных и экологических технологий восстановления древесины.

Существует множество методик восстановления биопоражений древесины, однако оценка воздействия ультрафиолета и СВЧ ранее не рассматривалась.

Целью данной работы является исследование возможности и анализ целесообразности применения технологии восстановления древесины, пораженной грибами вида *Serpula lacrymans*, путем воздействия УФ- и СВЧ-излучения.

На сегодняшний день для восстановления пораженной древесины проводят различные мероприятия, к примеру сушку и фитосанитарную обработку. Наша технология сочетает в себе все их преимущества. Рассмотрим другие варианты технологий, имеющие место на рынке.

1) *Фумигация* (от лат. fumigare – окуривать, дымить). Восстановление древесины происходит с помощью окуривания пиломатериалов, деревянных срубов домов фумигантом. Им служит химическое вещество, которое проникает в организм вредителей в виде газа, вызывая их гибель. К плюсам применения данной технологии можно отнести ее высокую эффективность, долговечность эффекта и относительную простоту воплощения. Однако главным минусом является сложность применения в связи с необходимостью полной изоляции материала на время действия и

разложения веществ фумигантов, что влечет за собой увеличение длительности процесса.

2) *Камерная сушка*. Этот метод является одним из самых распространенных видов обработки пиломатериалов, предназначенных для осуществления строительства различных объектов как бытового, так и промышленного назначения. Принцип работы таких камер основан на нагревании воздуха перегретым паром или горячей водой с последующим воздействием воздуха на пиломатериалы. По времени такая обработка длится несколько часов – конкретная продолжительность зависит от объема закладки и параметров материала. Плюсами такой технологии являются дешевизна (возможно использование в качестве топлива для калориферов отходы деревообработки (щепы, опилки)), простота применения. К минусам можно отнести необходимость полного демонтажа здания, подлежащего реконструкции, и подверженность древесины в течение процесса короблению.

3) *Народные средства*. Народных средств для борьбы с различными биопоражениями придумано много, и можно выбрать тот, который включает доступные человеку реактивы:

- водный раствор только медного купороса (100 г на 1 л горячей воды) или только железного купороса (150 г на 1 л горячей воды). Однако действие таких растворов по отдельности гораздо слабее;
- раствор фторида натрия (100 г на 1 л горячей воды);
- раствор, содержащий в 10 л воды 0,5 кг медного купороса и 1,5–2 л уксусной кислоты;
- раствор, содержащий в 10 л воды 0,9 кг буры, 0,4 кг борной кислоты и 1,4 л столового уксуса;
- препарат «Пентабос» (смесь пентахлорфенолята натрия, борной кислоты и кальцинированной соды).

Эти методы не отличаются своей эффективностью от товаров на рынке. Конечно, если речь идет о небольших областях поражения. Но к минусам таких способов можно отнести воздействие вредных химических веществ на человека и длительность процесса.

4) *Профессиональная обработка помещений*. В целом профессиональный подход использует те же принципы борьбы, но на более высоком качественном уровне. Так, первичная зачистка может производиться

шлифмашинами и ручными станками, обеспеченными абразивами достаточной зернистости. На этапах антисептического и биологического воздействия используются фунгицидные растворы, отличающиеся мощным химическим эффектом. Что касается финальной стадии, то домовый грибок со всеми спорами и следами окончательно устраняется СВЧ-оборудованием, которое прогревает поверхности микроволнами при температуре порядка 75 °С. Насколько оправдывает себя обращение к такой помощи? Профессиональная обработка выгодна и эффективностью в плане уничтожения грибка, и безопасностью для экологии самого помещения. Но стоимость такой услуги в среднем составляет 1,5–2 тыс. руб. за 1 м². Очевидно, что домашние средства обойдутся значительно дешевле.

5) *Химические средства*. Наиболее популярным средством устранения нежелательных процессов биологического развития в доме является пропитка из линейки «Неомид». Под этой маркой выпускаются специальные антигрибковые препараты, которые безопасны для людей, но эффективно устраняют вредоносные микроорганизмы. На ранних стадиях развития нежелательной флоры можно использовать состав «Неомид 430». Он подойдет для обработки внутри помещений. Если же подобные процессы происходят и снаружи, то применяется «Неомид 440». Для ликвидации домового грибка, который уже давно обосновался и продолжает активное развитие с охватом новых участков, стоит применить антисептическую пропитку «Биоцид-2». Это состав усиленного действия, который обеспечивает комплексное влияние на подобные микроорганизмы. Однако одним из главных минусов данного способа являются большие денежные затраты.

Анализируя рассмотренные методы, можно с уверенностью сказать, что предложенные нами технологии являются конкурентоспособными на рынке, так как сочетают в себе скорость, эффективность, экологичность и экономичность процесса.

Нами были исследованы две новые технологии по восстановлению древесины после воздействия биопоражений. Первая – облучение пораженной поверхности материала УФ, вторая – комбинированная обработка древесины воздействием СВЧ и УФ. Сочетание УФ- и СВЧ-обработки для восстановления древесных материалов ранее не рассматривалось. Перспективы применения СВЧ-излучения для борьбы с биопоражениями древесины уже известны. УФ-обработка древесины сегодня в качестве перспективной не рассматривается, нами предложено применение кратковременного облучения древесины для обработки ее от органических поражений и уничтожения спор в атмосфере помещения.

Основой первой разработанной технологии стал эффект поражения клеточных структур плесневых грибов при воздействии на них излучением с длиной волны 100–320 нм, приводящий к невозможности деления клеток и, следовательно, гибели тела гриба.

Основой второй технологии стала комбинированная обработка, сочетающая в себе особенности воздействия УФ и нагрев материала изнутри при воздействии на него СВЧ-поля, приводящий к гибели частей гриба, не доступных к обработке снаружи. Стоит отметить, что вид *Serpula lacrymans* не спосо-

бен выдерживать температуры выше 40–45 °С, а температура при обработке СВЧ достигает 70 °С.

Нами было решено исследовать эффективность предложенных методов путем сравнительного анализа испытаний образцов древесины без поражений, образцов, подвергшихся воздействию *Serpula lacrymans*, и образцов, восстановленных по предложенным технологиям. В критерии сравнения были включены прочностные свойства материала на сжатие вдоль и поперек волокон, вторичное появление поражений на поверхности восстановленных образцов, плотность материала.

В качестве древесины для испытания была выбрана сосна как наиболее распространенная порода древесины среди объектов деревянного зодчества. К сравнению были приняты стандартные образцы в виде прямоугольной призмы сечением 20 × 20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм. Предварительно древесина подвергалась воздействию кониофорового гриба *Serpula lacrymans* в оптимальных для него условиях (t=18–21 °С, высокая влажность, замкнутая атмосфера) в течение 21 дня, до появления тела гриба на поверхности материала. Далее проводилось восстановление 2 групп образцов по предложенным методам.

1. УФ-обработка поверхности материала производилась путем облучения поверхности древесины ртутной газоразрядной лампой с колбой из кварцевого стекла, с длиной волны 100–320 нм, при расстоянии до поверхности древесины 10 см в течение 30 минут для каждой стороны образца. Затем проводилось механическое отделение отмершего тела гриба с поверхности.

2. Комбинированная обработка. СВЧ-обработка образцов проводилась после обработки УФ по схеме, предложенной в 1 пункте, до достижения нормативной влажности по ГОСТ 8242-88, равной 12±3 %, в течение 15 минут, с перерывами для охлаждения материала через каждые 5 минут (исходная плотность – 1116,7 кг/м³ (переувлажненный образец)).

После восстановления образцов нами были проведены испытания на прочность и осмотр образцов на наличие повторных органических поражений через 14 суток. Результаты исследований образцов представлены в таблице.

Подводя итоги исследования, хотелось бы отметить огромный потенциал подобных методик восстановления древесины. Помимо уничтожения биопоражения нам также удалось достичь улучшения прочностных свойств пораженного материала. Как можно понять из результатов испытаний образцов, прочность восстановленных после поражения по комбинированной технологии образцов почти вернулась на уровень до поражения. Этот эффект можно объяснить тем, что образцы под воздействием СВЧ высохли, структура упрочнялась благодаря гибели внутренних поражений. Стоит отметить положительный эффект УФ методики. Образцы, прошедшие восстановление по 1 методу, хотя и не увеличили свои прочностные характеристики, но не подверглись повторному поражению грибами в течение 10 дней после обработки, что говорит о высокой эффективности такой обработки в комплексе с химическими методами, обеспечивающими глубокое проникновение в материал.

Результаты испытаний образцов сосны на сжатие, а также повторное появление поражений

Название образца	Прочность на сжатие вдоль волокон, МПа	Прочность на сжатие поперек волокон, МПа	Наличие органических поражений	Плотность, кг/м ³
Сосна без поражений	31	4,3	-	573,3
Сосна, пораженная <i>Serpula</i>	12	2,2	+	1116,7
Сосна, восстановленная УФ	16,2	2,4	+	666,7
Сосна, восстановленная комбинированным методом	25,3	3,6	-	512,8

Результаты испытаний говорят сами за себя – нам удалось разработать и доказать эффективность применения двух видов борьбы с поражением древесины грибами вида *Serpula lacrymans*.

Данная технология может найти применение в реставрационных работах, а также реконструкции деревянных зданий для восстановления элементов, полная замена которых невозможна.

В ходе исследований нам удалось разработать две технологии восстановления древесины, пораженной кониофоровыми грибами вида *Serpula lacrymans* путем облучения материала СВЧ и УФ. Применение таких технологий улучшает прочностные качества пораженной древесины сосны, сокращает время обработки, почти полностью исключает повторное поражение поверхности материала.

Хотелось бы отметить новизну разработанных технологий – ранее чистое воздействие УФ и комбинированная обработка СВЧ и УФ для восстановления биопораженной древесины не рассматривались.

Литература

1. ГОСТ 16483.0-89 (СТ СЭВ 6470-88). Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям : государственный стандарт Союза ССР : введен 1989-07-19. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Международные стандарты по фитосанитарным мерам МСФМ № 15, номер регистрации: 3389/ISPM Дата регистрации: 30.04.2008.

3. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2) : введен 28-08-2017. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

T.A. Polyakov, N.A. Poluektova, O.A. Povarova
Cherapovets State University

DEVELOPMENT OF RESTORING METHODS OF WOOD DAMAGED BY FUNGI

This article discusses new methods for restoring wood affected by conioflore fungus *Serpula lacrymans*, conducts a comparative analysis of the results of the study of samples restored by proposed technologies, and provide an overview of existing methods in practice.

Biological lesions, wood restoration, ultraviolet, *Serpula lacrymans*, research, microwave radiation.