



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ  
ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
И СТАНДАРТИЗАЦИИ  
В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ



МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



АУИПИК  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

## Покровская Елена Николаевна

(д.т.н., профессор НИУ МГСУ, член ИКОМОС)

"Я думаю, что мой доклад намного более спокойный, т.к. посвящен менее емкой теме. Культурное наследие для нации имеет большое значение. Поэтому создавать "новодел" или сохранять старые памятники включает сохранение материалов конструкций, когда это не касается молний и штормов. Со временем материал памятника тоже разрушается.

Мой доклад показывает возможность проведения результативных исследований на стыке наук - физико-химические исследования, которые были проведены нами и в то же время мне приходилось заниматься обследованием памятников архитектуры как деревянного зодчества так и из камня, из белого камня в монастырях. Эти результаты направлены на то, чтобы меньше делать "новоделов" и больше иметь возможность сохранять архитектурные памятники, сохраняя исходный материал и увеличивая его долговечность.

Очевидно, реставрация памятников начинается с обследования - также и материалов памятника начинается с обследования. Я приведу несколько примеров. Все наши исследования были направлены на создание методов сопротивления биокоррозии.

Биокоррозия - это разрушение под действием биоагентов - это различные грибковые агенты, поражающие органическую древесину. Эта работа проводилась совместно с биологами института АН им. Северцева и наша сотрудничество продолжается многие годы и работа проводится десятилетиями, Первое, с чего мы начинали - внешнее обследование внешнего поражения грибками. Поражение грибками оставляет следы. Их реально можно увидеть. Например, Дивеевский монастырь - там есть Спасо-Преображенский собор. Внизу грибковые поражения - белые наросты.

Много исследований было в Свято-Троицкой и Сергиевой лавре в Сергиевом Посаде под Москвой. Мною составлена карта грибкового поражения здания Свято-Троицкой лавры. Один из основных соборов - Трапезный храм - когда холодно зимой. Там подклет полностью был поражен *Aspergillus Nigger* - черные налеты - это разрушающиеся налеты, разрушение может наступать от 3 до 7 лет

полностью. Один из соборов - Троицкий собор, где находятся мощи Преподобного Сергия Радонежского. Это левая часть собора. Троицкий собор - там вся крипта внизу под собором была поражена грибками - когда стены кирпичные или из белого камня имеют налет - грибковые поражения. Свято-Троицкий и надвратный храм Иоанна Предтечи - везде сильные грибковые поражения. Деревянная церковь в селе Лявля в середине главка церкви - справа наружная стена - датируется 1531 годом и она проходила реставрацию в 60-х годах. Наши визуальные исследования показали, что главка была снесена в 60-х годах и она находится внутри храма. Храм в очень хорошем состоянии, проветривается, нет службы, проводятся экскурсии, очень нормировано. Нет грибковых поражений, но вся главка была поражена древооточцами. Это деревянное зодчество.

У меня есть исследования многих храмов, в частности, в Бутырской тюрьме имеется храм памятника 18 века - храм Покрова Святой Богородицы - очень важный храм, там было бесконечное количество грибков, которые были видны невооруженным глазом - сбоку я показала, как исследования проводились - берется проба образцов, которые потом на специальных пробах с агар-агаром высеваются и рассматриваются под микроскопом. Это визуальное, но физическая химия - наука точная. Дальше наше исследование было направлено на то, чтобы найти количественные и физические закономерности, которые были бы связаны с долговечностью материалов. Конечно, самое простое - это электронный микроскоп, были исследованы материалы под электронным микроскопом. Слева - это Свято-Троицкий собор Сергиевой Лавры.

Внизу это уже грибковое поражение, то есть уже разрушение материала. И вот село Лявля - там необыкновенная церковь - разрушается целлюлоза, что приводит к уменьшению прочности конструкции. Первое, что мы делаем - мы обязательно смотрим изменение структуры материала с помощью электронного микроскопа. Но нужны количественные характеристики и нами был апробирован и внедрен метод определения количества жизнеспособных спор (КЖС).

Это материалы из Кижи. Если КЖП больше 100, то это значит, что идет разрушение и антисептическая обработка обязательна. Дальше мы много занимались древесиной во времени, у нас были образцы до 500 лет и такие закономерности - древесина состоит из лигнина и пентозана - низкомолекулярные вещества. Во времени разрушение целлюлозы происходит быстрее, чем лигнина.

Поэтому прочность меняется. Но пентозаны имеют свои особенности - это низкомолекулярные вещества. Когда мы изучали природу разрушения древесины, мы имели образцы в интервале 500 лет, исследования показали, что древесина не меняется из внутренних интерьеров - там, где нет увлажнения и

достаточно стабильный микроклимат и т.д. Древесина - долговечный материал, только нужно за ней смотреть.

Грибки - очень агрессивная и коррозионная атмосфера, но древесина сохраняется достаточно долго. Были проведены измерения, и было показано, что прочность древесины меняется в зависимости от КЖС - чем больше грибкового поражения, тем меньше прочность древесины - материала конструкции. Поскольку мы изучали физико-химические свойства, было показано, что целлюлоза меняется - уменьшается в зависимости от КЖС - увеличивается содержание лигнина. Лигнин более устойчив, он остается, а низкомолекулярные вещества - внизу кривая - происходит диффузия этих веществ в атмосферу, но на прочность они влияют мало, тем не менее их диффузия связана со временем.

Наша цель - найти химические средства или физико-химические средства, чтобы увеличить долговечность материала и сохранность памятников. У нас были проведены очень большие работы, которые привели к тому, что применяя адсорбционно химическое поверхностное модифицирование можно увеличить долговечность древесины и памятников из камня в монастырях.

Вся Лавра - трапезный храм, подклет Успенского собора, больничные палаты, надвратный храм - эти все работы проводились с нашим участием. Основные модификаторы - эфиры фосфорной кислоты. Во-первых, фосфорная кислота, элементы, содержащие фосфор, как правило, на их основе можно увеличить защиту, и нами было показано, что эфиры этих кислот обладают био-защитными свойствами. Оказалось все достаточно просто.

Мы проводили реакции, проводились исследования, хотели узнать проходит реакция или нет. Реакция - проводилось исследование на основе фосфорной и фосфористой кислоты. Фосфористая кислота оказалась более эффективной и в дальнейшем все наши работы были на эфиро-фосфористой кислоте. Мы первые ввели это, те, кто работает в МГСУ, а потом эти методы стали применяться и другими организациями. Здесь немного темный слайд - это расщепление глюкозидной связи, дело в том, что разрушение древесины начинается с целлюлозы, чтобы сохранить целлюлозу - ферменты являются разрушителями, в их присутствии скорость реакции разрушения возрастает в 5-10 раз, они катализаторы разрушения и гликозидные связи. Надо, чтобы активный компонент антисептика блокировал подход ферментов и прекратил их действие. У нас это было успешным - маленький радикал, который позволял блокировать целлюлозу от разрушения.

Был сделан состав, который в течение 10-15 лет используется при реставрации в монастырях. Слева КЖС, а справа после обработки мипором. Полное лизинг-разрушение грибковых компонентов. Тут еще такой момент. Наши исследования были основаны на изучении реакции фосфолирования. На этом основании нами

были созданы сэндвичевые структуры, которые состоят из 2 компонентов. После применения фосфористой кислоты у Вас поверхность получается фосолированная. Всем известно, что для того, чтобы достичь бензофобности, необходимо применять кремний-органические соединения. Это азбука, но пленка не обладает долговечностью, а если произошло модифицирование и после этого мы обрабатываем кремний-органическим соединением, то происходит реакция - химическое модифицирование фосолированной поверхности, которое образует сэндвичевое покрытие, которое обеспечивает антисептическую сохранность. Внизу образование сэндвичевого покрытия. Образуется гидрофобный материал.

С длительным эффектом. Нами использовались полиуретаны, и когда образовались сэндвичевые покрытия, то материал стал гидрофобным. Одновременно мы изучали огнезащитные свойства, потому что все соединения для модифицирования создавали огнестойкость. Сопротивление разрушению резко увеличивается, долговечность увеличивается в 10 и больше раз. Разрушение материалов начинается с поверхности. Чтобы изучать поверхность, нами был использован термодинамический метод.

У нас большие контакты с Архангельском. Там много деревянных строений, много памятников. Даже недавно принцесса Анна приезжала зимой в Архангельск. Там есть деревянный храм 17 века. Принцесса Анна сказала, что храм находится под наблюдением королевской семьи. Разные модификаторы - разные поверхности. Когда мы используем 1 и 2 закон термодинамики, на основании измерения поверхностного натяжения мы определяем изобатотермический потенциал, который характеризует склонность к самопроизвольному процессу. Для реакции с модификаторами не нужна ни температура, ни другие процессы. Разработанные составы - мипор - внедрение было в Кижях, потом в Свято-Троицкой Лавре, в Ростовском Кремле. Благодарю за внимание".