

Табунщиков Юрий Андреевич

член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой «Инженерное оборудование зданий и сооружений» [МАрХИ](#), президент НП «[АВОК](#)» (некоммерческое партнёрство «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике») – «Новые технологии в реставрации: температурно-влажностное состояние и долговечность»

Спасибо большое. Добрый день, уважаемые коллеги. Я благодарю за то, что мне выпало удовольствие выступить на столь представительной конференции. Я, пользуясь случаем, благодарю её организаторов за такую прекрасную конференцию. Тема моего доклада: «Новые технологии в реставрации: температурно-влажностные состояния и долговечность».

Нужно в начале обратиться к определению слова «реставрация» - это система мероприятий, направленных на предотвращение последующих разрушений и достижение оптимальных условий продолжительности сохранения памятника материальной культуры. То есть главное – создание оптимальных условий. Об этих оптимальных условиях мы и будем говорить.

Исторический опыт свидетельствует о причинах разрушения памятников – это колебания температуры, влажности воздуха, воздействие солнечной радиации, солевой и газовый состав воздушной среды. Есть ещё биологические разрушители, о них я не буду говорить.

Что же такое оптимальные параметры? Ведутся великие научные споры хранителей и реставраторов. Мне неоднократно случалось присутствовать при этих дискуссиях, которые носили весьма эмоциональный характер, причём каждый реставратор, каждый хранитель был точно уверен, что только те параметры, которые он предлагает, являются самыми лучшими, оптимальными.

Чтобы ответить на это вопрос, мы пришли к выводу, что необходимо внести науку в понятие «оптимальные параметры» и то, как их определить, каковы оптимальные климатические условия и температурно-влажностного состояния, обеспечивающие долговременную сохранность. Я расскажу об этом на примере православных храмов. Почему на примере православных храмов? С одной стороны, они заслуживают того, чтобы говорить об их сохранности. С другой стороны, они нуждаются в этом, потому что пока ещё много храмов, которые находятся в неудовлетворительном состоянии.

Первый этап – нужно сказать, какие оптимальные параметры мы хотим создать и для кого. Для прихожан, для фресковой живописи, для деревянного иконостаса, для предметов богослужения? Первый шаг, который должен быть в реставрации – это определение особенностей температурно-влажностного состояния. Для храмов они очень интересны тем, что очень высоки по своим значениям и колеблются в течение времени. Мы проводили измерения температуры и влажности в Успенском соборе Кремля, когда устанавливали системы кондиционирования. Видно, что и температура меняется на несколько градусов, даже когда в храме нет прихожан, и особенно сильно меняется влажность.

Кроме того, в качестве источников разрушения можно назвать тепловыделение при сгорании свечей. При сгорании 1 кг свечей выделяется 46810 кДж. Это примерно 112 секций радиаторов. Огромная, фантастически огромная величина. Поэтому не случайно, когда в пасхальные дни и даже в дни Рождества открывают окна и двери, чтобы удалить избытки тепла.

Выделяется при сгорании свечей и влага, примерно 1,3 литра на килограмм, которая сохраняется в храме.

Наконец, эмиссия углекислого газа. При сгорании 1 кг свечей – 1650 литров углекислого газа.

Ну, и, наконец, сами люди являются источниками вреда. Они выделяют углекислый газ, от 1 человека 23л/час, выделяют влагу, каждый человек 50 гр/час, выделяют тепло, 95 Вт/час. И если в храме находится 100 человек, и служба длится 3 часа, то одной только влаги в храме выделяется 16,5 л.

Далее разрушения из-за увлажнения конструкций грунтовой и атмосферной влагой. Здесь видно, как грунтовая влага, из-за разрушенной или недостаточной гидроизоляции фундамента, происходят разрушения.

Газово-солевой состав наружного воздуха. Это, может быть, покажется странным, но в воздухе содержится огромное количество газов и солей. И если памятнику примерно 300 лет, представляете, сколько он накапливает, абсорбирует и солей, и газов.

Очень интересно, что колебания влажности и температуры поверхностных слоёв в храме также приводят к неочевидным, невидимым разрушениям. Здесь показан Успенский собор Московского Кремля и Церковь Ризоположения. Когда мы делали системы кондиционирования воздуха в Успенском соборе Кремля, то, к сожалению, там были металлические окна и образовался обильный конденсат. Хранители говорили: «Смотрите! В церкви Ризоположения нет кондиционеров воздуха, а там всё нормально». Но это был наш просчёт, нужно было в начале поменять окна, а потом уже делать систему кондиционирования. Ну, так уж получилось. Потом окна поменяли. Но нас заинтересовало, действительно ли церковь Ризоположения в хорошем состоянии. Там есть только отопление в зимнее время, а в летнее время ничего не регулируется.

И мы вошли с тепловизором, стали исследовать и обнаружили, как здесь показано на снимках, некоторое несоответствие температур. В подкупольном пространстве и на самой конструкции температура оказалась значительно выше, чем в других местах. Мы вызвали хранителя – тогда это был Ямщиков, известный хранитель. Он пришёл обследовать со щупом и увидел, что под куполом слой штукатурки отошёл на 5см. Она просто висела в воздухе. Из-за чего это происходит? Из-за того, что в летнее время влажный воздух, а он очень влажный, примерно 12гр на кг, заходит внутрь и абсорбируется иконостасом, абсорбируется фресковой живописью. А в зимнее время, если не топить собор, то он будет немножко «спать». А если стали топить, то начинается «сушка». И это «увлажнение»-«сушка» раскачивает материалы и приводит к их разрушению. Был сделан вывод, что если мы хотим сохранить исторический памятник, памятник архитектуры, в нём нужно делать систему кондиционирования. Только как это делать? Это уже специальный вопрос.

Таким образом, можно было сделать вывод о технологиях разрушения материалов. Дерево иконостаса, икон, фресковая штукатурка, кирпич и все другие материалы представляют собой капиллярно-пористые тела, заполненные частично жидкостью, частично парами жидкости. Другого не бывает. При повышении влажности эти капилляры абсорбируют влагу и расширяются, вызывая деформации. А когда идёт «сушка», они сжимаются и тоже идут деформации. Эти деформации являются причиной разрушения.

Мы исследовали сорбционные характеристики, то есть способность материала абсорбировать жидкость. Пятый график показывает обычные материалы, которые сегодня используются для реставрации. Например, первый график – это те материалы, которые были в соборе. Они обладают большим солевым содержанием, как я говорил, с нескольких веков. Тогда их сорбционные способности возрастают во много раз. И график способности поглощать очень крутой.

Сорбционная влажность обычного кирпича = 1-1,8%. А сорбционная влажность кирпича из стен собора – 9-18%. То есть в 10 раз больше. Это очень опасно. То же самое происходит и с древесиной на иконах или в иконостасе (красный график). Видно, насколько он идёт круто в отличие от синего графика.

Был сделан вывод, что многочисленные источники тепло-влажновыделений, изменяющиеся во времени, являются причиной деформации материалов иконостаса, икон, слоя фресковой штукатурки и других предметов богослужения.



Нужно было всё-таки измерить эти деформации. Ведь мы не можем взять кусок из иконостаса и начинать его увлажнять, измерять деформации... Мы можем взять какой-то незначительный кусочек. Нужно было использовать специальную аппаратуру и приборы для таких измерений. Мы использовали для оценки температурно-влажностной деформации методы голографической и лазерной интерферометрии. Мы брали маленькие кусочки (белого камня, кирпича, дерева), начинали их увлажнять, начинали засаливать. Довольно большая работа, кропотливая. И измеряли деформации. Я покажу пример: влажностная деформация штукатурки. Видно, что от 20% до 60% влажности деформации незначительны. Потом после 60% влажности внутри деформации начинают резко возрастать. Что происходит? Как я говорил, все тела капиллярно-пористые. Вначале влага заполняет все мелкие поры. Они не приводят к большим деформациям. Затем средние поры, тоже ещё колеблется. А когда после 60% начинают заполняться большие поры, тогда деформация значительная и это приводит к разрушению.

Можно было сделать вывод (я здесь не привожу график) о том, что влажностные деформации в десятки раз превышают температурные. То есть нам нужно следить за колебаниями влажности. Колебания температуры не так опасны, как колебания влажности.

Вывод – произведения искусства являются капиллярно-пористыми телами и деформируются при колебаниях влажности и температуры. Влажностные деформации во много раз превышают температурные. Выявление оптимальных параметров связано с исследованием температурных и влажностных деформаций образцов материалов.

Следующий шаг в современном подходе к реставрации – это изучение памятника архитектуры, истории как единой тепло-влаги-газо-энергетической системы. То, что я говорю, относится не только к соборам. Это одинаково относится и к Эрмитажу, к Русскому музею, к Пушкинскому музею – большие помещения, большие источники вреда от людей ит.д. Раньше моделирование, исследование по высоте делали с помощью шаров-зондов. Мы брали шары, накачивали их гелием, привязывали 2 термометры и начинали измерять по высоте, получая вот такие картинки. В подкупольном пространстве имеются изменения: снижение температуры, но высокие значения влажности. Оттуда нужно влагу удалять, очень аккуратно. Но теперь, когда получило развитие математическое моделирование, мы можем изучать всё температурное поле памятника архитектуры в целом. Дело в том, что когда мы говорим об оптимальном режиме, мы не знаем, где он. На уровне людей? Когда мы проектируем жилые здания, общественные здания, мы говорим – в рабочей зоне, 1м70см по высоте. Но собор должен сохраняться по всей высоте. А, например, своды делаются только в полкирпича, это очень опасно. Поэтому используются современные новые методы, которые должны входить в жизнь, которые мы должны использовать – это математическое моделирование. Здесь показано математическое моделирование: слева от меня – изменение температуры и влажности, справа – изменение скоростей. Возможности для таких исследований огромные.

И мы должны выделить те режимы, при которых мы будем моделировать. Это:

- богослужебный режим (большие поступления влаги и углекислого газа);
- как ведёт себя собор в перерыве между службами;
- как меняются эти параметры в течение года.

К технологиям я бы по-прежнему отнёс тепловизионную технику, которая методически используется недостаточно. Возможности её огромны. Здесь показан пример: окно в Успенском соборе. Видно, что вокруг этого окна пониженная теплозащита, возможность для образования конденсата. С помощью тепловизионной техники мы нашли там каналы системы отопления, о которых все забыли, никто не знал, но удалось их выявить.

Выводы по работе – обеспечение долговременной сохранности памятников и произведений исторического наследия должно быть основано на системном анализе причин, приводящих к появлению влажностных и температурных деформаций. Обоснование оптимальных параметров должно быть основано на рассмотрении памятника как капиллярно-пористого тела, поглощающего и отдающего влагу. Методы реставрации должны основываться на современных достижениях инструментальных исследований с применением голографической и лазерной интерферометрии, тепловизионной техники и высокоэффективного компьютерного математического моделирования.



Я вчера задавал замминистра вопрос: у нас явно не хватает методического обеспечения, нормативного обеспечения. Мы сделали стандарт по проектированию православных храмов, которые пользуются в России большой популярностью. Изложили требования, и сейчас заканчиваем работу над стандартом «Музеи, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». Третий стандарт, который, мне кажется, надо было бы сделать, это «Методика определения оптимальных параметров», чтобы не происходили споры между хранителями и реставраторами.

Мне кажется, что в тот проект заключения нашей конференции следовало бы добавить:

1) что необходимо пересмотреть методику определения стоимости реставрационных услуг, потому что возникает замкнутый круг: мы внедряем новые методы исследования, а экспертиза говорит: «Нет их в методичке и всё»;

2) нужно уделить больше внимания современному состоянию нормативной базы, включать эти документы. Большое спасибо.

