

30681

Некоммерческое Партнерство **АВОК** РЕКЛАМА **Электро** 

АВОК **АВОК-ПРЕСС** **СПЕЦИАЛИСТАМ** **КОНТАКТЫ**

МЕНЮ ИСКАТЬ 

- Главная страница
- Что такое АВОК
- Нормативные документы
- Устав
- История
- Мероприятия и проекты
- Планы
- Коллективные члены
- Индивидуальные члены
- Международ. деятельность
- Магазин АВОК
- Президиум АВОК
- Cold Climate HVAC 2006

- Специалистам
- Стандарты ARI и ASHRAE
 - Библиотека научных статей
 - СНиП, МГСН, ГОСТ
 - Интеллектуальные здания
 - Диалог специалистов
 - Биржа труда
 - Техническая библиотека
 - Календарь выставок
 - Полезные ссылки

- АВОК-ПРЕСС
- Архив журналов
 - Подписка 2005
 - Журнал "АВОК"
 - Журнал "Энергосбережение"
 - Журнал "Сантехника"
 - Магазины
 - Реклама на сайте

Библиотека научных статей

Эта статья опубликована в журнале АВОК №7/2004

Требования к параметрам микроклимата исторических музейных зданий

M. Mecklenburg, C. Tumosa, A. Pride

Сохранение музейных экспонатов является чрезвычайно важной задачей. Однако не менее важно проанализировать причины разрушения зданий, в которых хранятся исторические ценности. Совокупность исследований, наблюдений и опыта работы с выдающимися историческими зданиями, входящими в музейные комплексы Смитсоновского института (США), привела к расширению требований по обеспечению требуемого микроклимата в помещениях исторических зданий и к принятию новых нормативов, в соответствии с которыми рекомендуется поддерживать уровень относительной влажности на $45\% \pm 8\%$, а уровень температуры – $21\% \pm 2\%$ °С.



Рисунок 1.
Здание галереи Renwick, построено около 1860 года

В ведении Смитсоновского института находятся 16 музейных комплексов, имеющих 434 здания общей площадью более 740 000 м². В этих комплексах установлено 62 холодильных станции, 178 центральных кондиционеров, 21 паровая котельная (это без учета пара, потребляемого от городских тепловых сетей) и 20 аварийных электрогенераторов. Управление всем оборудованием осуществляется посредством систем автоматизации здания; используется в общей сложности около 40 000 точек контроля.

Большинство людей знает, что Смитсоновский институт владеет ценнейшим национальным достоянием. Гораздо меньшая часть людей понимает, что некоторые из основных музейных помещений сами по себе представляют собой определенную историческую ценность. Эти здания середины-конца XIX столетия были сооружены для иных целей, а затем перестроены в музеи или галереи.

Площадь зданий для выставок и мест общего пользования варьируется от 12 500 до 140 000 м². Их реконструкция подразумевает использование тех же принципов и технологий, что и для небольших зданий, например, применение теплоизоляции, устройство пароизоляции, специальная конструкция окон. Однако исторические здания включают в себя элементы конструкции, являющиеся иногда частью каменных стен. Теплоизоляция таких стен является трудноразрешимой задачей. К сожалению, без теплоизоляции стен высокая влажность воздуха внутри помещений в зимнее время будет вызывать значительную конденсацию влаги. В других случаях нельзя закрывать декоративные потолки или уменьшать их высоту для создания пространства для воздуховодов системы кондиционирования. Поэтому реконструкция и модернизация крупных исторических зданий почти всегда требует переосмысления их внутренней конструкции.



Рисунок 2.

Недавно в галерее Renwick обнаружилось, что за картинами образуется конденсат. Сконденсированная влага, стекающая вниз за картиной на внутренней стороне северной стены Большого салона галереи Renwick. Для внутренней среды у поверхности стены за картиной, имеющей температуру 21 °C и относительную влажность 50 %, сформировались условия точки росы

Интегрированный подход

Определение значений температуры и относительной влажности, а также допустимых колебаний параметров микроклимата помещений всегда вызывало оживленные и даже ожесточенные споры. В Смитсоновском институте нормативы для новых зданий часто устанавливались при проектировании этих зданий. Нормативы для старых реконструируемых зданий устанавливались в основном на основе рекомендаций администрации музеев и персонала, ответственного за сохранность экспонатов. При этом надо отметить, что рекомендации администрации определяются в большей степени не техническими соображениями, а необходимостью удовлетворения требований финансирующих организаций.

Со временем нормативы по параметрам микроклимата помещений все более ужесточались. Если для относительной влажности в зданиях вначале считались удовлетворительными показатели 50 % ± 10 %, позднее эти требования стали выражаться значениями 50 % ± 5 %. С течением времени нормативы по параметрам микроклимата помещений стали еще более строгими.

Нормативы для выставочных помещений

и мест общего пользования

Может показаться, что новые нормативы Смитсоновского института по параметрам микроклимата помещений — значения относительной влажности $45\% \pm 8\%$ и температуры $21\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ — не очень отличаются от старых показателей. Однако эта разница имеет принципиальное значение.

Во-первых, заданное значение относительной влажности понижено на 5 % от традиционного значения 50 %.

Во-вторых, для подавляющего большинства музейных собраний эти рекомендации допускают поддержание параметров микроклимата помещений, соответствующих любой точке прямоугольника, образуемого граничными значениями 37 и 53 % относительной влажности и 19 и 23 °C температуры. Но существуют и исключения.

Для обширной коллекции минералов Смитсоновского института нельзя определить единые оптимальные условия среды. Другие объекты музейных коллекций чрезвычайно хрупки, и любые колебания параметров микроклимата помещений могут причинить им вред. Для хранения таких объектов используются специальные витрины, обеспечивающие определенный микроклимат. Применение таких витрин довольно дорого, но с их помощью обеспечивается изолирование определенных музейных экспонатов и отпадает необходимость строгого контроля параметров микроклимата всех экспозиционных помещений или хранилищ.

На решение о принятии новых нормативов повлияли результаты многолетних исследований биологических, химических и механических механизмов разрушения экспонатов. Вообще, традиционно считается, что такие материалы, как дерево, слоновая кость, мездровый клей и некоторые краски, чрезвычайно чувствительные к изменениям содержания влаги, становятся значительно менее активными, если максимальная относительная влажность поддерживается на уровне ниже 70 %.

Еще одним фактором более пристального рассмотрения параметров внутренней среды является необходимость определения параметров производительности для применяемых в зданиях систем климатизации. Для разработки программ поддержания должной эффективности таких систем, позволяющих предвидеть их неполадки, выявлять недостатки технического обслуживания, могут использоваться процедуры мониторинга и анализа систем климатизации. Периодически отслеживается и анализируется для выявления определенных тенденций количество времени, при котором температура и относительная влажность остаются в пределах заданных диапазонов. Выявляются вышедшие из строя датчики.

Важны также затраты на потребление энергии. Нормы для помещений, в которых находятся люди, содержат требования, согласно которым необходимо обеспечение значительных расходов приточного воздуха для всех зданий. Во время типичного зимнего дня (температура наружного воздуха 2 °C по сухому термометру и 1 °C по влажному термометру, влагосодержание 3,5 г/кг) кондиционированный вентиляционный воздух с температурой 20 °C и относительной влажностью 37 % уменьшает влажностную нагрузку на вентиляционный воздух наполовину, по отношению к воздуху с температурой 21 °C и относительной влажностью 50 %.

В ходе последних исследований был также сделан обширный обзор условий внутренней среды, обеспечиваемых в основных исторических комплексах Европы и Северной Америки.

Выявилась интересная деталь, заключающаяся в том, что не во всех наиболее крупных музеях были приняты условия, характеризующиеся относительной влажностью $50\% \pm 5\%$ и температурой $21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

Во многих музеях в странах с холодным климатом успешно поддерживаются условия внутренней среды в гораздо более широком диапазоне допустимых значений.

Например, канадские музейные комплексы имеют, возможно, самую давнюю традицию применения интегрированного подхода, обеспечивающего условия внутренней среды, пригодные как для коллекций, так и для самого здания. Уже давно канадцы поняли, что в условиях суровых зим высокий уровень влажности в помещениях может сказываться на здании самым неблагоприятным образом. В некоторых музеях допускается поэтапное уменьшение относительной влажности до уровня 33 %. (Действующие предписания по параметрам внутренней среды для большинства собраний Национальной галереи Канады допускают изменения температуры в диапазоне от 18 до 22 °C и относительной влажности от 43 до 50 % при колебаниях влажности в пределах $\pm 10\%$ в течение суток).

Одним из самых важных преимуществ снижения требований для параметров микроклимата помещений исторических зданий является то, что в этом случае обеспечивается определенная гибкость конструкции системы и ее установки во время реконструкции здания и модификации системы климатизации.



Рисунок 4.
Старое здание бюро патентов.
Наверху: каменная кладка в виде сводчатых арок
старого здания бюро патентов

Галерея Renwick

Галерея Renwick Смитсоновского института в основном содержит произведения декоративного искусства, например, современные ремесленные изделия, мебель, изделия из стекла и керамики. Здание галереи, построенное в 1859 году Уильямом Коркораном (William Wilson Corcoran) и первоначально предназначавшееся для Художественной галереи Коркорана, представляет собой блестящий образец архитектуры имперского стиля. Это было первое здание в Вашингтоне, специально спроектированное для экспозиции произведений искусства. Его архитектор Джеймс Ренвик (James Renwick Jr.) проектировал также Смитсоновский замок. В течение почти 50 лет в здании находился Претензионный суд США, после чего в середине 1960-х годов здание перешло к Смитсоновскому институту.

В период с 1967 по 1971 год в галерее Renwick проводились интенсивные работы по успешному восстановлению наружной и внутренней конструкции здания. В ходе этих работ была установлена система климатизации для поддержания параметров относительной влажности внутренней среды на уровне 50 % с небольшими допустимыми отклонениями. Галерея Renwick была открыта для свободного доступа в 1972 году как галерея произведений декоративного искусства. Большой салон, имеющий общую площадь 400 м² и потолки высотой 12 м, должным образом воплощает концепцию традиционной картинной галереи.

Здание с общей площадью 3 200 м² построено в основном из кирпича. Его стены толщиной 66 см в некоторых местах имеют дополнительное декоративное бетонное покрытие толщиной 40 см. Было решено, что дополнительная тепло- и пароизоляция наружных стен не нужна и непрактична, поскольку такие массивные стены уже сами оказывают некоторый теплоизоляционный эффект, к тому же зимы в Вашингтоне обычно не очень холодные. Однако в Вашингтоне могут быть периоды очень холодной погоды, которые могут длиться неделю и более. Когда это случается, внутренняя поверхность наружных стен становится совершенно холодной.

Холодные стены сами по себе не представляют особой проблемы. Однако развешенные по стенам картины создавали достаточную теплоизоляцию для внутренней поверхности стен, в результате чего во влажном здании между картинами и стенами температура падала ниже точки росы (около 10 °С). Сочетание холодной поверхности стен, теплоизоляционного

эффекта картин и относительной влажности около 50 % привело к интенсивному образованию конденсата за многими картинами Большого салона. Этот конденсат формировался около внутренней поверхности стены за картинами или непосредственно под ними. На рис. 3 видно, как вода стекает из пространства за картиной. Конденсат образовывался на восточной, западной и северной стенах Большого салона, которые большую часть дня полностью или частично находились в тени. Такое явление происходило на протяжении двух зим. При этом образование конденсата было настолько интенсивным, что наблюдалось частичное разъедание пластикового материала покрытия поверхности стены.

Затраты на ремонт этих массивных стен весьма значительны. Избежать этих затрат можно было бы, понизив относительную влажность внутри здания до величины 40 % (для такой влажности температура точки росы равна 7 °С). Оглядываясь назад, стоит признать, что это было бы разумным решением, но в 1998 году многие возражали против какого-либо изменения значения относительной влажности 50 %. И зимой 2003–2004 годов вновь образовался конденсат.

В галерее Renwick параметры внутренней среды контролируются очень строго. Благодаря этому в Смитсоновском институте в течение 30 лет проводили, сами того не ведая, эксперимент по стабильности картинных полотен, находящихся в непосредственной близости к флуктуирующей в широком диапазоне среде застойных «воздушных мешков» между картинами и стеной. Задняя сторона картин находилась в среде с относительной влажностью, практически равной 100 %, как это видно на рис. 2.

Летом в Вашингтоне бывает много дней, когда наружная температура достигает 35 °С. В этих условиях внутренняя поверхность стены за картинами может нагреться до температуры 28 °С. Если температура в галерее удерживается вблизи 21 °С, а относительная влажность — 50 % (температура точки росы равна 10 °С), относительная влажность застойного воздуха за картинами падает до величины 35 %.

До того, как было обнаружено образование конденсата, параметры среды за картинами не регистрировались. Но как только ситуация стала понятной, выявилось, что в пространстве за картинами относительная влажность меняется в течение года от 35 до 95 %, и продолжается это более 30 лет. Однако повреждений не было отмечено ни на одной картине. Возможно, это объясняется тем, что у каждой картины имеется опорная задняя панель, которая снижает влияние колебаний влажности в пространстве между стеной и картиной. Тем не менее, картины подвергались значительным колебаниям влажности даже в то время, когда влажность во внутренних помещениях здания стала поддерживаться на уровне 50 %. Вероятно, аналогичная ситуация характерна для большинства картин, висящих на стенах в музеях и галереях.

Предотвращение конденсации и поддержание картин в более стабильном состоянии является двухэтапным процессом, включающим снижение относительной влажности внутри здания зимой и обеспечение циркуляции воздуха за картинами. Для предотвращения образования «мешков» застойного воздуха при развешивании картин между стеной и картиной следует оставлять промежуток 2 см для небольших картин и 5 см для более крупных картин. При наличии такого промежутка, необходимого для циркуляции воздуха, ни картины, ни стены не будут подвержены значительным колебаниям относительной влажности.

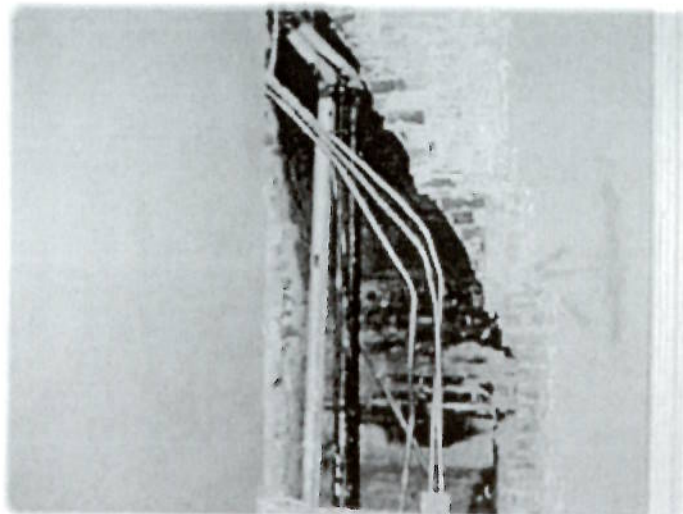


Рисунок 5.

Прокладка воздуховодов и труб без повреждения архитектурных деталей внутренних помещений является непростой инженерной задачей. Старый дымоход в старом здании бюро патентов используется в качестве канала

Старое здание бюро патентов

Старое здание бюро патентов изначально проектировалось несколькими архитекторами в течение 20 лет. Из-за этого получилось, что два крыла здания значительно различаются между собой по конструкции и внешнему виду. Пожаром 1877 года зданию был нанесен серьезный ущерб, и в 1880 году оно было перестроено.

Общая площадь здания составляет 30 600 м², не считая новой подземной аудитории в центральном внутреннем дворе. Это каменное здание со сводчатыми арками на всех нижних уровнях. Во время реконструкции после пожара к зданию были добавлены полуэтажи большой площади. Эти верхние уровни покрыты шиферными плитками толщиной 4 см, уложенными на кованые двутавровые балки высотой 30 см, установленные с шагом 1,5 м.

В 1964–1968 годах Смитсоновский институт переоборудовал здание для Национальной портретной галереи и Национального собрания произведений изобразительного искусства, которые в настоящее время называются Смитсоновским музеем американского искусства. Это переоборудование включало в себя установку двухтрубной системы с вентиляторными конвекторами. Каждую весну система переключалась с горячей воды на холодную, а каждую осень — наоборот. Система поддерживала относительную влажность на уровне 40–45 % в очень холодные зимние дни и на уровне 50–55 % — в летнее время.

Наблюдавшиеся ранее случаи образования конденсата на северной стене объясняются, вероятнее всего, тем, что в холодную зиму старая двухтрубная система с вентиляторным конвектором иногда обеспечивала требуемую относительную влажность в здании на уровне 50 %. Большую часть времени зимой система обеспечивала влажность только в диапазоне 40–45 %. Интересно, что недостаток мощности старой системы фактически предотвратил ущерб от образования конденсата на внутренней поверхности северных стен.

В настоящее время в старом здании бюро патентов вновь проводится модернизация системы климатизации. Новая система климатизации является приточной системой, имеющей четыре больших центральных кондиционера и приблизительно 65 менее крупных блоков, распределенных по всему зданию. Эти небольшие блоки обеспечивают требуемые параметры микроклимата в отдельных помещениях. Прокладка воздуховодов и труб без повреждения архитектурных деталей внутренних помещений является непростой инженерной задачей. Некоторые помещения похожи на помещения готического собора. Для установки вертикальных воздуховодов использовались существующие каналы в стенах и фальшивые стены. На рис. 5 показано, как дымоходы старых каминов используются для прокладки труб.

В результате опыта, полученного при эксплуатации галереи Renwick, для старого здания бюро патентов в настоящее время предлагаются следующие параметры микроклимата: относительная влажность 45 % ± 8 %, температура 21 °С ± 2 °С. Предполагается применение влагоизоляции, но наружная стена не будет покрываться никакой изоляцией. Будут использованы окна с повышенными теплозащитными характеристиками.



Рисунок 6.
Северный вход Дома произведений искусства и промышленности. Это было первое здание, построенное для экспонирования коллекции Смитсоновского института

Дом произведений искусства и промышленности

Дом произведений искусства и промышленности был спроектирован архитекторами Клуссом и Шульцем (Cluss, Shultz) и открыт как Национальный музей США в 1881 году. Это кирпичное здание, крыша которого опирается на ферму из кованого железа. Крыша покрыта листами кованого железа. Для предотвращения пожара в конструкции не используется никаких деревянных элементов. Здание имеет общую площадь 17 200 м², при этом экспозиционная площадь составляет 7 400 м². Потолок имеет высоту от 9 до 12 м над полом. Оригинальная ферма из кованого железа, железные панели крыши центрального зала здания и четыре основных крыла здания видны с уровня земли.

В 1970-х годах Дом произведений искусства и промышленности был подвергнут значительной реставрации для восстановления вида XIX столетия, в ходе которой с целью поддержания требуемых параметров микроклимата была установлена система климатизации. Во время реставрации над исходным материалом крыши из листового железа были установлены деревянные распорные блоки 5110 см и была проложена стекловолоконная теплоизоляция. Новая теплоизоляция была закрыта второй крышей из медных листов со свинцовым покрытием. Деревянные распорные блоки были обработаны огнеупорными солями, представляющими собой смесь из сульфата аммония, аммиачного дигидрогенного фосфата и борной кислоты. Пароизоляция не устанавливалась.

На корпусе здания наблюдались значительные разрушения. Зимой водяной пар проникал в деревянные конструкции и слой стекловолоконной теплоизоляции, после чего он конденсировался в воду, насыщавшую дерево и стекловолоконную теплоизоляцию. Относительная влажность в слое теплоизоляции достигала 80 %, а огнеупорные соли способствовали впитыванию водяного пара в дерево. Соляной раствор буквально лился внутрь здания. Соли также ускоряли коррозию материалов из железа, и с потолка высотой от 9 до 12 м начали падать «хлопья» ржавого железа. На рис. 7 показана степень коррозии конструкции крыши. Эти, а также другие проблемы конструкции стали причиной недавнего закрытия здания.

Улучшение теплоизоляции крыши Дома произведений искусства и промышленности было попыткой поддержания требуемого уровня качества внутренней среды. Плохая теплоизоляция, пропускающая настолько много тепла, что таял снег на крыше, возможно, спасла здание от разрушения в период суровой зимы 2002–2003 годов.

Конструкция Музея железной дороги Балтимора и Огайо в близлежащем Балтиморе была практически идентична главному залу Дома произведений искусства и промышленности. В ту зиму крыша главного зала музея железной дороги Балтимора и Огайо рухнула под тяжестью слоя накопившегося снега толщиной 58 см.

Обеспечение микроклимата в помещениях нечасто связывается с сохранением

целостности конструкции, но в старых зданиях эти два понятия могут быть объединены. При планировании реконструкции старого здания в экспозиционных целях важно рассмотреть, к каким объектам и к каким требованиям по параметрам внутренней среды может быть адаптировано здание. В Доме произведений искусства и промышленности поддержание высокого уровня относительной влажности для защиты экспонируемых объектов нанесло ущерб зданию. Множество музейных экспонатов, таких как машинное оборудование, исторические инструменты и поезда, может без ущерба для них выставляться при пониженной относительной влажности в зимнее время, при этом здание может быть достаточно просто приспособлено к таким условиям.



Рисунок 7.

Коррозия крыши в Доме произведений искусства и промышленности. Основными причинами этой коррозии являются высокая влажность и огнеупорные соли в деревянных распорках теплоизоляции крыши

Выводы

Защита коллекций предметов культуры и истории, а также зданий, в которых хранятся эти экспонаты, требует комплексного подхода к обеспечению необходимой температуры и относительной влажности внутри здания. Исследования показывают, что не существует единой комбинации параметров микроклимата, удовлетворяющего требованиям всех объектов. Однако требования для зданий и большинства собраний соответствуют довольно широкому и приемлемому набору условий. Экспонаты, для которых требуется более жесткие параметры, могут сохраняться в условиях контролируемого микроклимата.

Применение комплексного подхода, учитывающего потребности самого здания, а также потребности музейной коллекции, может уменьшить разрушение экспонатов и зданий. Этот подход устанавливает также важность контроля надежности и эффективности систем здания, поддерживающих условия внутренней среды. Наряду с защитой зданий, являющихся частью национальной истории, более гибкий подход к контролю внутренней среды снижает затраты строительства или реконструкции, уменьшает затраты на потребляемую энергию, позволяет снизить затраты на техническое обслуживание, связанные с заменой окон, фасадов и элементов конструкции.

*Перепечатано с сокращениями из журнала «ASHRAE».
Перевод с английского Л. И. Баранова.*

Послесловие к статье
«Требования к параметрам микроклимата исторических зданий»

Материал, излагаемый в статьях, бывает двух видов. В одном случае авторы описывают выполненную работу и ее результаты как очевидный путь решения проблемы, в другом случае, а таких статей встречается во много раз меньше, авторы описывают решение проблемы как процесс «проб и ошибок» и откровенно говорят, что нет полной уверенности в том, что принятые решения являются абсолютно правильными. Лично мне второй путь более симпатичен, так как здесь читатель может большему научиться и у него есть предмет для размышлений.

Предлагаемая читателям статья «Требования к параметрам микроклимата исторических музейных зданий» относится к статьям второго вида. В ней авторы ставят задачу определить такие значения температуры и влажности внутреннего воздуха, которые бы обеспечивали долговременную сохранность экспонатов и ограждающих конструкций зданий музейного комплекса Смитсоновского института.

Собственного говоря, эта типичная задача для любого музейного здания и она в значительной степени совпадает с задачей, которую пришлось решать автору данного послесловия при определении оптимальных значений температуры и влажности внутреннего воздуха для православных храмов.

Здесь задача осложняется тем обстоятельством, что внутренняя поверхность стен православных храмов покрыта фресками, и это существенно усложняет требования к оптимизации параметров микроклимата. Авторы статьи справедливо отмечают, что «определение значений температуры и относительной влажности, а также допустимых колебаний микроклимата всегда вызывало оживленные и даже ожесточенные споры».

Отметим, что до настоящего времени в мире отсутствует единое мнение по оптимальным значениям температуры и влажности внутреннего воздуха. Со всей очевидностью можно утверждать, что нельзя установить единые оптимальные значения для температуры и влажности внутреннего воздуха, а также для величины их допустимых колебаний. Эти значения зависят от возраста здания, материала ограждающих конструкций, вида музейных экспонатов, эксплуатационных характеристик здания.

В то же время, по нашему мнению, можно предложить научный метод определения оптимальных значений температуры и влажности внутреннего воздуха, а также допустимых величин их отклонений. Этот метод изложен в нашей статье «Исследования температурно-влажностного режима помещений памятников архитектуры» (Труды НИИСФ. М., 1973).

Сущность его состоит в следующем: необходимо провести исследование температурных и влажностных деформаций материалов стен (образцов) и материалов экспонатов (образцов). Проведенные нами, такие исследования показали, что влажностные деформации во много раз превышают температурные деформации и поэтому являются наиболее опасными для возможного разрушения музейных экспонатов и ограждающих конструкций. Был сделан вывод, что именно эти значения будут обеспечивать долговременную сохранность ограждающих конструкций и экспонатов музея. Следовательно, системы отопления, вентиляции или кондиционирования воздуха должны поддерживать значения этих параметров.

При этом следует учитывать одно важное обстоятельство, которое, безусловно, имеет место для Смитсоновского института – музейного комплекса: для зданий, которые построены сто и более лет назад, имеет место засаливание материалов ограждающих конструкций. Засоленность материалов в некоторых случаях в десятки раз повышает сорбционную способность материалов к поглощению влаги из воздуха и повышает температуру точки росы.

Принципы проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для православных храмов приведены в стандарте АВОК-2-2004 «Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». В настоящее время готовится стандарт АВОК «Музейные здания. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».

Профессор Ю. А. Табунщиков

× SpyLOG



АВОК • Москва • Россия

Тел +7 095 921-8048 Секретарь • 921-6031 НП "АВОК" • 921-6946 журнал "АВОК"
921-7023 журнал "Энергосбережение" • 921-8076 журнал "Сантехника" • 921-7286 отдел допечатной подготовки
e-mail: support@abok.ru

© 1991-2005 НП АВОК. Все права защищены.