

РОСРЕСТАВРАЦИЯ

Тихомиров А. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ
ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МИКРОКЛИМАТА
ПОМЕЩЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ
НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПАМЯТНИКОВ
ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ

Методические рекомендации

МОСКВА 1992

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Проектный институт по реставрации памятников истории и
культуры "Спецпроектреставрация"

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ
НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПАМЯТНИКОВ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ

Методические рекомендации

Москва 1992

Библиотека
ЦНРПМ

Данные методические рекомендации анализируют причины накопления повреждений и предлагают единую систему исследований и расчета температурно-влажностного режима эксплуатации памятников архитектуры.

В работе использованы материалы научно-методического совета по охране памятников Министерства культуры СССР, конференций и симпозиумов по проблемам температурно-влажностного режима памятников, VI Ассамблея ИКОМОС; учтен опыт исследований и практической работы специалистов института Спецпроектреставрация на таких памятниках, как Дмитриевский собор во Владимире (XI в.), Рождественский собор в Суздале (XII-XIII вв.), Спасопретображенский собор Мирожского монастыря в Пскове (XII в.) и др.

Рекомендации предназначены для пользователей и арендаторов неотапливаемых памятников архитектуры, работников управлений культуры, архитекторов и инженеров проектных и реставрационных организаций.

Составитель - руководитель группы отдела экспериментальной реставрации института Спецпроектреставрация А.В.Тихомиров.

В настоящее время отсутствует системный подход к решению вопроса исследования и оптимизации микроклимата помещений неотапливаемых памятников архитектуры - так называемого температурно-влажностного режима памятников. Инструкции, рекомендации и статьи с различной степенью полноты освещают отдельные аспекты этой проблемы и дают лишь качественную оценку воздействия изменений состояния окружающей среды на состояние памятников без углубленного количественного анализа.

Данная работа представляет собой попытку разработать единую практическую систему исследований и расчета оптимальных параметров микроклимата (температурно-влажностного режима эксплуатации) помещений неотапливаемых памятников архитектуры.

Анализ причин накопления повреждений памятников архитектуры показывает, что в основе их лежат процессы деструкции строительных материалов, в значительной степени обусловленные воздействием влажностных напряжений, возникающих при циклических изменениях значений климатических параметров воздушной среды как в помещениях памятников, так и вне их. Характер этих процессов зависит от интенсивности проникновения потоков тепла и влаги через массив ограждающих конструкций.

Задача увеличения долговечности памятников архитектуры состоит в снижении скорости протекания и интенсивности процессов деструкции строительных и отделочных материалов, одним из путей решения этой задачи является оптимизация климатического режима эксплуатации зданий.

I. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕЖИМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПАМЯТНИКОВ

Тепловая обстановка в помещении памятника зависит от совместного влияния температуры, подвижности воздуха и его влажности, от распределения этих параметров в плане и по высоте помещения, а также от теплофизических свойств строительных и отделочных материалов. В свою очередь, их теплофизические свойства в значительной степени определяются количеством влаги, содержащейся в капиллярно-пористой структуре материалов здания.

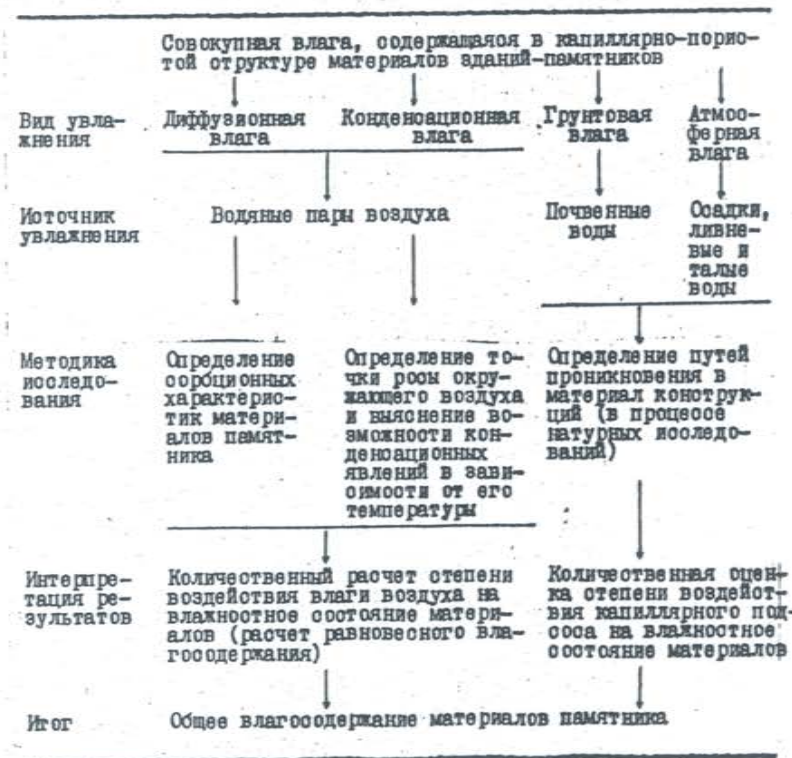
II. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ УВЛАЖНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПАМЯТНИКОВ

Влага, поглощенная строительным или отделочным материалом, удерживается силами взаимодействия молекул воды с молекулами материала на поверхности его твердой части и силами поверхностного натяжения воды. Прочность связи влаги с твердым скелетом материала зависит от количества влаги. Наиболее прочно удерживается влага, содержащаяся в материале в малых количествах. В сильно увлажненном материале влага слабо связана и свободно перемещается.

Согласно теории энергетической связи влаги в строительных материалах, предложенной П.А.Рабиндером /1/, причины, вызывающие увлажнение материалов ограждения и декоративной отделки зданий-памятников, можно разделить на следующие группы:

- диффузия водяных паров в капиллярно-пористой структуре строительных и отделочных материалов;
- конденсационные явления на открытой поверхности конструкций зданий;
- капиллярный подсос грунтовой влаги;
- поверхностное увлажнение атмосферной влагой.

Ниже представлена схема-классификатор указанных источников увлажнения материалов зданий-памятников архитектуры, методика их исследования и возможные варианты интерпретации полученных в результате исследований данных.



Приведенная схема наглядно иллюстрирует следующие положения:

I. Увлажнение материалов конструкций и отделки памятников происходит под действием влаги в различных агрегатных состояниях.

2. Увлажнение материалов грунтовой и атмосферной влагой носит субъективный характер, поскольку находится в прямой зависимости от технического состояния памятников и выходит за пределы условий решаемой задачи по оптимизации микроклимата помещений последних; однако оно существенно влияет на конечный результат. Поэтому, после проведения количественного анализа степени влияния указанных категорий влаги на состояние материалов памятника, это воздействие должно быть устранено в результате проведения соответствующих инженерно-технических мероприятий (устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции, отстоков, ремонт кровель, организация устройств для отвода ливневых и талых вод и т.п.).

3. Увлажнение материалов конденсационной и, в особенности, диффузионной влагой носит объективный характер и определяет условия и методику решения задачи оптимизации параметров микроклимата помещений неотапливаемых памятников архитектуры.

В зданиях-памятниках с оптимальными условиями эксплуатации (температурно-влажностным режимом) установившееся влагосодержание материалов конструкций и отделки должно быть возможно близким к воздушно-сухому состоянию (равновесной влажности) и изменяться в различные периоды эксплуатационного сезона (года) незначительно.

Неизменность воздушно-сухого состояния материалов в течение годичного периода является необходимой предпосылкой для обеспечения достаточной долговечности зданий-памятников.

III. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПАМЯТНИКОВ И РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Деформация, потеря устойчивости и разрушение конструктивных и декоративных элементов памятников обусловлены деформацией и, как следствие, потерей конструктивного качества строительных и отделочных материалов, подверженных воздействию знакопеременных температур, а также влажностных напряжений, возникающих при циклических изменениях значений относительной влажности воздуха как в помещениях-памятника, так и вне их.

Конечным результатом задачи исследования влияния температуры и влажности окружающего воздуха на ограждающие конструкции памятников и их декоративную отделку является оптимизация параметров воздушной среды помещений таким образом, чтобы при любых изменениях воздействия наружного воздуха напряжения, возникающие в массиве кладочных и отделочных материалов под влиянием градиентов температуры и влажности, были бы минимальными.

В полном объеме указанная задача решается при рассмотрении условий нестационарной тепло-влажностной передачи через ограждение, для чего должны быть заданы:

- начальные условия, определяющие распределение температуры и влагосодержания в толще и на границах ограждения в начальный момент времени;
- уравнения тепло-влажностной проводимости, описывающие процесс передачи тепла и влаги через массив конструкции;
- граничные условия, описывающие процесс тепло-влажностного обмена на всех характерных поверхностях.

Математическая задача определения температурно-влажностного состояния ограждающих конструкций в зависимости от состояния окружающего воздуха описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных.

Однако при решении задач по оценке влажностного режима ограждения в неотапливаемых зданиях, каковыми в большинстве случаев являются памятники архитектуры, такой расчет с учетом всех факторов не всегда целесообразен.

Влияние фазовых превращений влаги на общий тепловлагодпере-нос в массиве ограждающих конструкций обнаруживается лишь в наружном слое ограждения в достаточно крупных порах материала. В общем процессе влагопереноса влияние термовлагодпроводности при наличии в ограждении градиентов температуры незначительно. Поэтому для памятников с нормальным и влажным режимом эксплуатации, расположенных в районах вне экстремальных климатических условий, можно не учитывать указанные факторы и решать практические задачи по упрощенной методике. Если пренебречь фильтрацией воздуха, теплотой фазовых превращений и термовлагодпроводностью, математическая постановка и решение задачи по определению тепловлажностного состояния ограждающих конструкций и материалов отделки могут быть осуществлены методом последовательного увлажнения.

IV. ФОРМУЛИРОВКА ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАГОПЕРЕНОСА МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Для неотапливаемых памятников архитектуры с нормальным и влажным режимом эксплуатации, расположенных вне районов с экстремальными климатическими условиями, практическое решение задачи осуществляется в граничных условиях, принятых для стационарного теплообмена, методом последовательного увлажнения посредством расчета и построения стационарных полей температуры и влажности материала ограждения памятника.

Сечение ограждающей конструкции разбивается на элементарные слои δ_1 . В многослойных конструкциях границы элементарных слоев должны совпадать с границами материальных слоев в ограждении.

В условиях стационарного теплового потока через ограждение температура на границе элементарного слоя определяется, как

$$t_x = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + R_x), \quad (1)$$

- где t_B - температура внутреннего воздуха (в помещении),
 t_H - температура наружного воздуха,
 R_0 - термическое сопротивление ограждения,
 R_B - сопротивление теплопередаче внутренней поверхности ограждения,
 R_x - термическое сопротивление элементарных слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и границей элементарного слоя.

В условиях стационарного потока диффузионной влаги через ограждение упругость водяных паров в капиллярно-пористой структуре материала элементарного слоя определяется, как

$$e_x = e_B - \frac{e_B - e_H}{R_0^H} \sum_{n=1}^x R_{n-1}^H, \quad (2)$$

- где e_B - упругость водяного пара внутреннего воздуха,
 e_H - упругость водяного пара наружного воздуха,
 R_0^H - общее сопротивление паропроонианию ограждения,
 R_{n-1}^H - сопротивление паропроонианию элементарных слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и границей элементарного слоя.

V. ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

I. Перед проведением расчета следует подготовить необходимые исходные данные, которые подразделяются на характеристики: граничных условий; материалов конструкций; расчетной схемы ограждающей конструкции.

2. Характеристиками граничных условий являются:

- температура внутреннего и наружного воздуха, переменная в течение года;
- относительная влажность внутреннего $\varphi_{в}$ и наружного $\varphi_{н}$ воздуха.

Числовые значения указанных величин необходимо определять в течение года при натурных наблюдениях. Количество и места размещения точек наблюдения определяются, исходя из архитектурно-планировочных особенностей памятника, а также его положения на местности.

3. Для каждого вида материала, применяемого в ограждении, необходимо иметь следующие характеристики:

- плотность материала в сухом состоянии;
- коэффициент теплопроводности в зависимости от расчетного влагосодержания материала;
- изотерма сорбции материала;
- коэффициент паропроницаемости в зависимости от расчетного влагосодержания материала.

Коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости могут быть заданы постоянными, принимаемыми по СНиП П-3-79^х (приложение 3), или определяться в лабораторных условиях по стандартной методике.

Изотерма сорбции определяется для каждого вида материалов, содержащихся в структуре ограждающей конструкции, в лабораторных условиях согласно требованиям ГОСТ 24816-81.

4. Для проведения расчета составляется расчетная схема, которая определяется следующими характеристиками:

- шаги разбивки сечения ограждающей конструкции на элементарные слои;
- сопротивление теплопередаче наружной и внутренней поверхности ограждения, а также каждого элементарного слоя для всех видов материала конструкции;

10

- сопротивление паропроницанию наружной и внутренней поверхности ограждения, а также каждого элементарного слоя для всех видов материалов конструкции.

5. Выбор определения параметров для каждого вида материала, применяемого в ограждении, осуществляется с учетом влажностного режима помещений памятника согласно п.1.3 СНиП П-3-79^х.

У1. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

1. На разрезе ограждающей конструкции памятника, подлежащей расчету, строится температурное поле, графически выражающееся линией распределения температур на границах элементарных слоев. Расчет температурного поля в сечении ограждения производится согласно выражению (1).

2. Строится линия значений упругости насыщения водяного пара (насыщающих парциальных давлений) - E , соответствующая значениям температур в сечениях ограждения. Величина значений упругости насыщения определяется по таблицам, приведенным в справочной литературе (см. список литературы).

3. Строится линия фактических значений величины упругости водяного пара - e в капиллярно-пористой структуре материалов ограждения, на границах элементарных слоев. Величина значений упругости водяного пара определяется в каждом элементарном сечении согласно выражению (2).

4. На основании результатов, полученных в п. 2 и 3, строится линия изменения относительной влажности воздуха, содержащегося в капиллярно-пористой структуре материалов ограждения. Величина значений относительной влажности воздуха определяется согласно выражению

$$\varphi_x = \frac{e_x}{E_x} \cdot 100\% \quad (3)$$

Все указанные построения целесообразно выполнять на одном чертеже.

II

5. В случае, если полученные значения φ_x в одном или нескольких сечениях ограждающей конструкции превышают 100%, то в данной зоне ограждения образуется конденсат в виде свободной пленочной влаги. Этот участок носит название зоны сверхнормальной влажности.

Свободная влага под влиянием градиента температур будет перемещаться в направлении, противоположном потоку диффузионной влаги в массиве материала ограждения.

6. Если значения φ_x не превышают 100%, то при помощи изотерм сорбции для каждого вида материала, содержащегося в структуре ограждения, отроится линия, характеризующая изменение поля равновесной влажности в сечении конструкции, соответствующей текущему состоянию климатических параметров окружающей среды и микроклимата помещения памятника.

УП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

(оптимизация климатического режима эксплуатации)

1. Пользуясь нанесенной на разрез ограждающей конструкции линией изменения относительной влажности воздуха в капиллярно-пористой структуре материалов, определяют границы зоны, в которой равновесная влажность превышает допустимые значения.

Допустимые значения равновесного массового влагосодержания для всех видов строительных и отделочных материалов приведены в приложении 3 к СНиП П-3-79^х.

2. На изотермах сорбции для каждого из материалов, попадающих в зону превышения значений массового влагосодержания, определяют точки, соответствующие допустимым значениям влагосодержания в соответствии с данными приложения 3 к СНиП П-3-79^х.

3. По изотермам сорбции определяют значения величины относительной влажности воздуха в капиллярно-пористой структуре материалов, попадающих в зону, указанную в п. 1.

Полученные значения φ_x являются искомыми - соответствующими нормативному массовому влагосодержанию материалов ограждения в зоне, указанной в п.1.

4. Значение относительной влажности воздуха в помещении памятника принимается численно равным значению φ_x для материала, расположенного на границе раздела сред, т.е. для материала, содержащегося в отделочном слое на поверхности ограждающей конструкции. Чаще всего таковым оказывается штукатурный рядовой намет, или штукатурное основание живописи. Таким образом, относительная влажность внутреннего воздуха в помещении неотапливаемого памятника не должна превышать относительной влажности воздуха, содержащегося в капиллярно-пористой структуре материала, непосредственно подвергнутого воздействию изменяющегося во времени микроклимата помещения,

$$\text{т.е. } \varphi_{\text{в}}^{\text{треб}} = \varphi_x^{\text{наружн.слоя}}.$$

5. Требуемая температура воздуха в помещении неотапливаемого памятника, обеспечивающая оптимальное значение величины относительной влажности (см.п.4), определяется следующим образом:

а). Определяется требуемое значение упругости водяного пара воздуха в помещении при помощи выражения (2). При этом упругость водяного пара в помещении принимается равной упругости водяного пара в капиллярно-пористой структуре материала, находящегося на границе раздела сред - по аналогии с п.4. Таким образом,

$$e_{\text{в}}^{\text{треб}} = e_x^{\text{треб}},$$

и выражение (2) принимает вид

$$e_x = e_x - \frac{e_x - e_H}{R_0^{\text{п}}} \sum_{n=1}^N R_{n-1}^{\text{п}},$$

$$\text{т.е. } e_x = \frac{e_H \sum_{n=1}^N R_{n-1}^{\text{п}}}{R_0^{\text{п}}}.$$

б). По определенному согласно указаниям п. 3 и 4 значению величины относительной влажности внутреннего воздуха - $\varphi_{\text{в}}^{\text{треб}}$ и полученному значению величины упругости водяного пара внутреннего воздуха - $e_{\text{в}}$ определяется, согласно выражению (3), величина упругости насыщения водяного пара внутреннего воздуха - $E_{\text{в}}^{\text{треб}}$.

в). По табличным данным (см. список литературы) определяют температуру насыщения - $T_{\text{насыщ}}^{\text{треб}}$ для данного значения $E_{\text{в}}^{\text{треб}}$.

г). С помощью 1-а диаграммы влажного воздуха по имеющимся значениям $\varphi_{\text{в}}^{\text{треб}}$ и $T_{\text{насыщ}}^{\text{треб}}$ определяется требуемое значение температуры внутреннего воздуха в помещении памятника ($t_{\text{в}}^{\text{треб}}$), обеспечивающее необходимое значение относительной влажности воздуха, из условия непревышения значением массового влагосодержания в массиве материалов ограждения предельно допустимых величин (в соответствии с требованиями СНиП П-3-79^х).

УШ. ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ НЕОСТАПЛИВАЕМЫХ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Для создания благоприятных условий эксплуатации конструктивных элементов памятников, а также сохранения монументальной живописи и других произведений искусства, находящихся в неотапливаемых помещениях, пользователи и арендаторы должны выполнять следующие требования:

И. Содержать здания-памятники и находящиеся в них культурные ценности, а также прилегающую территорию в надлежащем техническом, санитарном и противопожарном состоянии:

- выявлять и своевременно устранять дефекты ограждающих и несущих конструкций здания;
- содержать в порядке кровлю и устройства организованного водоотвода;
- содержать в порядке устройства горизонтального отвода ливневых и талых вод от стен зданий (отстоки, водостоки и т.п.);

- осуществлять ревизию ливневой, хозяйственно-бытовой и фекальной канализации и своевременно устранять неполадки;

- обеспечивать нормальное функционирование имеющихся в структуре памятника древних и позднейших устройств естественной вентиляции (продухов, каналов, дымоходов и т.п.);

- в зимнее время осуществлять регулярную очистку кровли, а также прилегающей к памятнику территории от снега;

- удалять растительность, вредно воздействующую на нормальную эксплуатацию зданий.

2. Необходимо производить в осенне-зимний период утепление всех оконных и дверных проемов: оставить двойные рамы, ставни, временные щиты из теплоизоляционных материалов и пр.

3. Оконные и дверные заполнения (рамы, полотна) не должны быть глухими и должны обеспечивать проветривание помещений. Окна и двери следует оборудовать легкоотъемными сетчатыми преградами.

4. Все элементы оконных и дверных заполнений должны постоянно плотно прилегать к проемам, для чего их следует тщательно проконопатить и зашпаклевать все неплотности.

5. Не допускается выпадение конденсата на внутренние поверхности ограждающих конструкций памятников.

6. Во избежание увлажнения конденсационной влагой материалов конструкций, живописного слоя, лепного декора и других предметов искусства, находящихся в памятнике, необходимо систематически проветривать помещения, обеспечивая при этом распределение приточного воздуха по всему внутреннему объему.

7. Необходимость и возможность проветривания устанавливается в каждом конкретном случае анализом климатических условий и ситуации, способной возникнуть в результате проветривания.

8. Основным показателем, позволяющим судить о возможности проветривания, является влагосодержание приточного воздуха -

d (в г/кг сухого воздуха). Если влагосодержание приточного воздуха $d_{пр}$ ниже, чем влагосодержание воздуха помещения $d_{в}$, то проветривание возможно. В противном случае проветривать помещение нельзя (подробнее см. приложение 1).

9. Для обеспечения условий п.8 необходимо осуществлять систематический ежедневный контроль параметров наружного и внутреннего воздуха с регистрацией результатов в журнале наблюдений (форма журнала приведена в приложении 2). Количество контрольных измерений в течение суток регламентируется эксплуатационным или экспозиционным режимом памятника, однако должно составлять не менее двух раз в сутки для посещаемых памятников (перед открытием для посетителей и по окончании работы экспозиция) и одного раза в сутки для прочих памятников (в утренние часы).

10. При проветривании помещений памятников следует учитывать направление господствующих ветров. Приток воздуха следует организовывать открыванием проемов, расположенных в подветренных частях зданий.

11. В начальный период проветривания его интенсивность и продолжительность должны обеспечивать увеличение температуры воздуха в помещении не более, чем на 2°C . При выравнивании значений температур наружного и внутреннего воздуха в летний или зимний периоды (разность последних не должна превышать 3°C) проветривание может осуществляться в течение всего времени, регламентированного режимом работы обслуживающего персонала.

12. Температура и относительная влажность воздуха в помещениях памятника должны соответствовать требуемым значениям, определяемым путем расчета (см. гл.УП) для каждого периода эксплуатационного сезона - времени года. Особое внимание следует обращать на периоды межсезонья (зима-весна и осень-зима).

13. Необходимо активно использовать содержащиеся в структуре памятника вентиляционные устройства - отдушины, продухи, ка-

налы, открывая их весной и закрывая осенью. Вентиляцию подпольных пространств осуществляют сквозным проветриванием через продухи в цокольных частях зданий, исключая при этом возможность попадания в подполье атмосферных осадков. Вентиляцию чердачных помещений проводят сквозным проветриванием через слуховые окна и люки в кровлях, периодически открывая их в благоприятную погоду.

14. В помещениях памятников, имеющих уникальную живопись, не допускается большого скопления посетителей (экскурсии и т.п.) в весенне-осенний и зимний периоды, поскольку это связано с повышенным тепло-влажновыделением. Режим посещения памятника в каждом конкретном случае должен быть определен на основании теплофизического расчета по заданию пользователя или арендатора.

15. В памятниках архитектуры, имеющих монументальную живопись, декор и прочие произведения искусства, запрещается загромождать помещения - устраивать различного рода хранилища, склады, размещать крупногабаритные предметы, затрудняющие свободную циркуляцию воздуха.

16. Устройство местного отопления, установка нагревательных приборов или вентиляционных устройств с принудительным побуждением, а также устройство внутренней электропроводки запрещается без специального разрешения уполномоченных государственных органов охраны памятников. Производство указанных работ без согласования в установленном порядке приводит к невосполнимым утратам живописи и декоративного убранства неотапливаемых памятников архитектуры.

IX. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРЫ

Местные органы охраны памятников должны проводить регулярные инспекции по памятникам архитектуры, прежде всего имеющим монументальную живопись. Работники инспекций обязаны осуществлять внимательный осмотр памятника, отмечать как его состояние,

так и все видимые дефекты, нарушения в эксплуатации, а также реакцию памятника на внутренние и внешние факторы воздействия.

Результатом этого является акт, содержащий необходимый для сохранения сооружения и его декоративного убранства перечень мероприятий.

В акте отражаются следующие работы:

- противаварийные, подлежащие срочному выполнению, например, устранение опасности обрушения; ликвидация протечек кровли; восстановление и ремонт водосточных труб и пр.;

- консервационные, которые должны быть запланированы и финансированы в ближайшее время;

- перспективные, выполнение которых в более отдаленные сроки не нанесет ущерба сохранности памятника.

Такие осмотры являются основой перспективного планирования консервационных и реставрационных работ.

Пользователи и арендаторы должны содержать в штате сотрудника (хранителя, смотрителя), на которого возлагается ответственность за соблюдение режима эксплуатации памятника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рединдер П.А. Физико-химическая механика. - М., 1958.
2. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). - М.: Высшая школа, 1974.
3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. - М.: Высшая школа, 1982.
4. Лабораторный практикум по строительной физике. - М.: Высшая школа, 1979.

Приложение I

ПРАКТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ

Пример. В помещении памятника имеются следующие параметры:

температура воздуха $t_{в} = +10,2^{\circ}\text{C}$

влажность $\varphi_{в} = 87\%$

и параметры наружного воздуха:

температура $t_{н} = +14,6^{\circ}\text{C}$

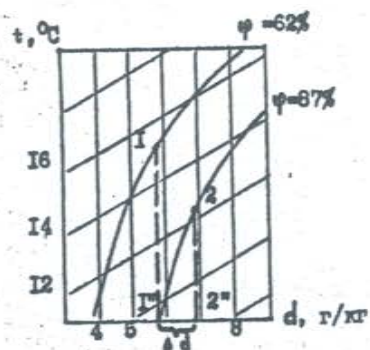
влажность $\varphi_{н} = 62\%$

Требуется определить возможность проветривания помещения памятника.

На $i-d$ диаграмме надо найти точку I, соответствующую параметрам наружного воздуха. Опустив перпендикуляр на ось абсцисс, определим соответствующее данным условиям влагосодержание наружного воздуха - $\varphi_{н} = 5,8$ г/кг сухого воздуха (точка I").

Аналогичным образом производят построения графика для внутреннего воздуха. Точка 2 соответствует параметрам воздуха в помещении. Опустив перпендикуляр из точки 2 на ось абсцисс, определим влагосодержание внутреннего воздуха, составляющее - $\varphi_{в} = 7,0$ г/кг сухого воздуха (точка 2").

Таким образом, влагосодержание наружного воздуха составляет величину меньшую, чем влагосодержание внутреннего воздуха. При осуществлении проветривания более сухой приточный воздух, поступая в помещение и смешиваясь с внутренним, будет ассимилировать и удалять излишнюю влагу, что приведет к общему снижению относительной влажности воздуха в помещении.



Определение возможности осушения проветривания по влажностному содержанию приточного воздуха (точка 1'') и воздуха помещения (точка 2'')

Δd - величина приращения влажностного содержания приточного воздуха

Приложение 2

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ ПАМЯТНИКА И ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

№ точек измерения	Помещение памятника	Дата и время измерения	Показатели величины измеряемых параметров					
			в помещениях			окружающего воздуха		
			$T_{\text{сух}}$	$T_{\text{влаж}}$	%	$T_{\text{сух}}$	$T_{\text{влаж}}$	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Дьяконник	02.03.92 10 час 30 мин	8,2°C	4,3°C	62	1,5°C	0,5°C	87
.....								
II	Южный трансепт	"-"	7,9°C	4,1°C	61	1,5°C	0,5°C	87

Приложение 3

ПРИБОРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ И ВЛАЖНОСТЬЮ ВОЗДУХА В ЗДАНИЯХ-ПАМЯТНИКАХ

Для контроля и регистрации параметров воздуха следует пользоваться приборами, которые можно условно разделить на две группы:

I. Контрольно-измерительные приборы разового замера параметров:

1. Аспирационный психрометр Асмана - ГОСТ 6353-52.
2. Термометр лабораторный с пределами измерений $-40^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$, с ценой деления $0,2^{\circ}\text{C}$ - ГОСТ 215-73.
3. Барометр метеорологический мембранный - ГОСТ 23696-79.
4. Анемометр ручной типа АСО-3 (крыльчатый или чашечный) - ГОСТ 6376-74.

Эти приборы компактны, просты в обращении, не требуют для работы источников питания, не предъявляют особых требований к условиям установки.

II. Контрольно-измерительные приборы непрерывного замера параметров:

1. Термограф метеорологический с биметаллическим чувствительным элементом типа М-75 - ГОСТ 6416-75.
2. Гигрограф метеорологический волосной типа М-21П.

Эти виды контрольно-измерительных приборов позволяют осуществлять постоянный контроль за изменениями параметров воздуха в интерьере памятника, причем результаты измерений фиксируются на калиброванных лентах емкостью на I неделю или на I месяц.

Следует отметить, что для работы с этими приборами требуются определенные навыки. Перед началом каждого очередного цикла работы (неделя, месяц) их показания должны быть сверены с показаниями контрольно-измерительных приборов первой группы. Обязательно должен осуществляться периодический контроль и поверка измерительной аппаратуры (согласно паспорту).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Факторы, определяющие режим эксплуатации помещений не отапливаемых памятников	4
II. Классификация источников увлажнения материалов памятников	4
III. Постановка задачи исследования основных параметров микроклимата помещений неотапливаемых памятников и расчета оптимальных значений	7
IV. Формулировка процесса тепловлагопереноса методом последовательного увлажнения	8
V. Параметры для расчета тепловлажностного состояния ограждающих конструкций методом последовательного увлажнения	9
VI. Расчет тепловлажностного состояния ограждающих конструкций методом последовательного увлажнения.	11
VII. Определение требуемых параметров воздушной среды помещений (оптимизация климатического режима эксплуатации)	12
VIII. Практические мероприятия по содержанию неотапливаемых памятников архитектуры	14
IX. Профилактические меры	17
Список литературы	18
Приложение I. Практическое определение возможности проветривания	19
Приложение 2. Измерение параметров воздушной среды в помещениях памятника и окружающего воздуха	21
Приложение 3. Приборы, необходимые для контроля за температурой и влажностью воздуха в зданиях-памятниках	22

Тихомиров Александр Владимирович
Исследование, расчет оптимальных параметров
микроклимата помещений и содержание
неотапливаемых памятников истории и культуры.
Методические рекомендации

Редактор Т.А. Ушакова
Ответственный за выпуск В.Ф. Коржуков

Институт Спецпроектреставрация, ОНТИ
105037, Москва, городок им. Баумана, д.3, корп.4

Подписано в печать 30.03.92	Объем 1,5 п.л.
Заказ № 1132	Тираж 600 экз.
Формат 60x90 1/16	

Типография Мосметростроя, пр. Серебрякова, 14/1