

Книжные памятники. Реставрация и сохранность

УДК 025.85+069.44
ББК 78.36+79.1

НОВЫЙ АДСОРБЦИОННЫЙ БУФЕР ВЛАГИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ БИБЛИОТЕЧНЫХ, АРХИВНЫХ И МУЗЕЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© Ю. И. Аристов¹, И. С. Глазнев¹, В. Н. Алексеев², Л. Г. Гордеева¹,
И. В. Сальникова³, И. А. Шилова⁴, Л. П. Кундо³, Б. С. Елепов², 2009

¹Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН
630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 5

²Государственная публичная научно-техническая библиотека
Сибирского отделения Российской академии наук
630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15

³Институт археологии и этнографии СО РАН
630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 17

⁴Новосибирский государственный университет
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2

Описан новый адсорбент для поддержания относительной влажности воздуха в витринах для показа, шкафах для хранения и контейнерах для транспортировки библиотечных, музейных и архивных ценностей. Подробно обсуждаются результаты испытания этого материала в ГПНТБ СО РАН и ИАЭТ СО РАН.

Ключевые слова: сохранность, буфер влаги, гигростат, адсорбент, архивы, библиотеки, музеи.

A new adsorbent for maintaining air relative moisture in show-cases, boxes for deposits and containers for transporting library, museum and archive values is described. The results of testing this material in SPSTL SB RAS and the Institute of archeology and ethnography of RAS are discussed.

Key words: conservation, moisture buffer, hygrost, adsorbent, archives, libraries, museums.

Введение

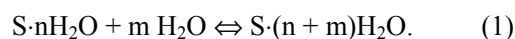
Обеспечение сохранности памятников истории и культуры и архивных материалов является нравственной обязанностью общества перед будущими поколениями. На основании обширного изучения влияния микроклимата на сохранность коллекций разработаны рекомендации для конкретных экспонатов (картины, книги, пергамент, дерево, мумии, кожа). Они нашли отражение в ГОСТах, методических рекомендациях и ведомственных инструкциях.

В западной практике для обеспечения сохранности предлагается создавать оптимальные температуру T и относительную влажность $ОВ$ с помощью систем кондиционирования воздуха. Для распространения этого решения в российских условиях существуют серьезные финансовые препятствия – высокая стоимость систем кондиционирования и большие энергозатраты на поддержание микроклимата с жесткими требованиями по стабильности температуры и влажности в больших объемах. Поэтому такими установками оснащены

единичные российские учреждения культуры, а большинство вообще не имеют никакой системы организованного воздухообмена [1].

Более реальным представляется другой подход, идея которого состоит в поддержании требуемой $ОВ$ не во всем помещении библиотеки, музея, хранилища и т. п., а в небольших по объему пространствах (витринах, шкафах, контейнерах и т. п.) – так называемых гигростатах пассивного типа. Ранее в качестве буфера влаги для таких гигростатов были предложены насыщенные водные растворы солей, кондиционированные силикагели и Artsorb (Fuji Sylicia Ltd.) [2], которые и используют сейчас в музейной практике.

Недавно в лаборатории энергоаккумулирующих процессов и материалов Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук (ИК СО РАН) был испытан новый метод поддержания $ОВ$, основанный на использовании химических реакций типа «пары воды – твердое тело»



В качестве твердого тела S предлагается использовать неорганические соли, способные образовывать гидраты. Равновесие реакции (1) является моновариантным, т. е. если зафиксирована температура, то переход (1) протекает при определенном парциальном давлении паров воды, которое определяется характеристиками реакции (1). Если температура меняется незначительно, в системе будет поддерживаться постоянная ОВ (эффект гигростата), зависящая от природы соли S . Поскольку солей и их гидратов много, всегда есть возможность подобрать такую соль, над которой поддерживается ОВ, требуемая для данного вида экспонатов. Наибольший интерес представляют гидраты, в которых соль может обменивать большое количество воды, что позволяет увеличить время поддержания требуемой ОВ. Для улучшения динамики реакции (1) выбранную соль удобно диспергировать в нанопорах матрицы-хозяина [3]. Оказалось, что при помещении соли в такие маленькие поры происходит увеличение температуры дегидратации, т. е. реакция (1) протекает при меньшей относительной влажности. Таким образом, варьируя размер пор можно сдвигать уровень поддерживаемой ОВ, «подгоняя» ее к требованиям хранения конкретного экспоната (документа).

Новый буфер влаги. Следуя этой идеологии, в ИК СО РАН был синтезирован новый материал ARTIC, работающий по принципу моновариантного равновесия и поддерживающий ОВ в интервале 50–60% [4], и детально изучены его сорбционные свойства. Равновесные кривые адсорбции и десорбции воды на этом материале и коммерческом адсорбенте Artsorb (рис. 1) показывают, что в требуемом диапазоне ОВ (50–60%) ARTIC обменивает гораздо больше воды, чем Artsorb – 0,25 г/г вместо 0,09 г/г. Предварительные испытания материала ARTIC в лабораторном прототипе витрины продемонстрировали (рис. 2), что он эффективно сглаживает суточные и сезонные колебания ОВ и поддерживает требуемую ОВ в 2,5 раза дольше, чем Artsorb [4]. В витрину подавали воздух с ОВ = 30%

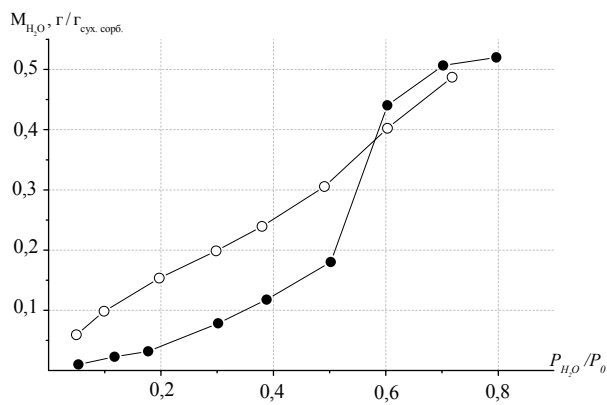


Рис. 1. Изотерма десорбции воды для адсорбентов ARTIC (●) и Artsorb (○)

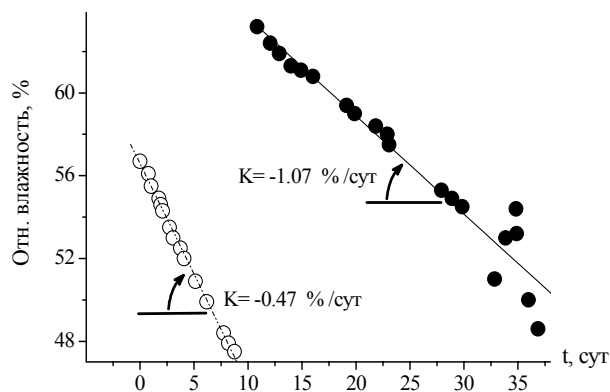


Рис. 2. Зависимость влажности в витрине в присутствии буферов ARTIC (●) и Artsorb (○)

и скоростью $1,9 \text{ см}^3/\text{с}$, создавая воздухообмен $3,5$ объема/сутки. Такой воздухообмен существенно превышал уровень, характерный для современных витрин с хорошей герметизацией, т. е. адсорбент испытывали в гораздо более «жестких» условиях, чем реальные. Отметим, что при уменьшении степени воздухообмена время поддержания требуемой влажности будет пропорционально расти: так, при обмене $0,2$ объема в сутки ARTIC будет поддерживать ОВ в этой витрине около года.

Дальнейшие систематические испытания нового адсорбента проводили в реальных условиях в Государственной публичной научно-технической библиотеке СО РАН (далее ГПНТБ) и Музее истории и культуры народов Сибири и Дальнего Востока Института археологии и этнографии (ИАЭТ) СО РАН (МИКНСДВ). В ГПНТБ содержится самый большой за пределами российских столиц общественный книжный фонд. Он насчитывает более 14 млн экз., включая 120 тыс. редких книг и рукописей, которые являются предметами историко-культурной значимости высшей категории (рис. 3). Собрание МИКНСДВ включает в себя уникальные культурные артефакты органического происхождения. Это в первую очередь мумифицированные тела женщины и мужчины и их одежда (рис. 4), найденные при исследовании курганов на плато Укок, Горный Алтай [5].

В течение 2006–2007 гг. в помещениях, витринах и контейнерах МИКНСДВ и ГПНТБ был проведен детальный мониторинг распределения температуры и влажности и их эволюции в течение года. Полученные данные сравнивали с режимом хранения, рекомендуемым для мумий и книг. На конечном этапе были проведены длительные испытания нового адсорбционного буфера влажности ARTIC в реальных условиях МИКНСДВ и ГПНТБ.

Особый режим хранения уникальных пазырыкских мумий был разработан НИИ биомедицинских технологий (г. Москва): а) поддержание температуры $+16\text{--}18^\circ\text{C}$ и влажности $55 \pm 5\%$, б) обязательная система кондиционирования воздуха, в) соблю-



а б

Рис. 3. ГПНТБ СО РАН:

а – экспозиционная витрина; б – хранилище редких книг (книги хранятся в контейнерах из бескислотного картона)



а б

Рис. 4. Музей ИАЭТ:

а – саркофаг с мумией женщины; б – предметы меховой одежды

дение светового режима, г) ограниченное время демонстрации, д) хранение мумий в закрытых саркофагах. Режим хранения редких книг и рукописей осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.50–2002 «Консервация документов. Общие требования», где влажность определена на уровне $55 \pm 5\%$, а температура – $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Таким образом, ARTIC идеально подходит для хранения обоих типов экспонатов.

Мониторинг термовлажностного режима в МИКНСДВ и ГПНТБ. Для мониторинга термовлажностного режима в экспозиционных залах и хранилищах были установлены термогигрометры ИВА-6АР (www.microfor.ru). Колебания температуры в МИКНСДВ находились в допустимых пределах, как в зале, так и в саркофаге с женской мумией. Сезонные показатели влажности в зале менялись в течение года, в целом, оставаясь заметно меньше нормы. Наблюдались также суточные колебания влажности (около 10%), связанные с локальными причинами (визит посетителей, влажная уборка и пр.). Несмотря на существенный воздухообмен между саркофагом и залом, влажность внутри обычно отличалась на 10–15% от ОВ в зале из-за того, что мумия активно участвует в установлении баланса влажности в саркофаге.

Данные непрерывных измерений в ГПНТБ наглядно свидетельствуют о низком (особенно в отопительный период) и постоянно меняющемся от 50 до 15% уровне ОВ, что значительно ниже требуемой по ГОСТ 7.50–2002. Температура же была выше рекомендуемой и менялась на 4–6°C в течение суток. Учитывая большой объем исследованных помещений, поддержание требуемого ре-

жима в них является сложной задачей. Более реалистичным представляется поддержание требуемой влажности в ограниченных объемах – в саркофаге и контейнерах из бескислотного картона для хранения отдельных книг (рис. 3, 4).

Результаты испытаний. МИКНСДВ. Витрина размером $27 \times 68 \times 38 \text{ см}^3$ (объем $6\,980 \text{ см}^3$) была изготовлена из оргстекла, а все ее стыки уплотнены специальным герметиком, чтобы минимизировать воздухообмен с окружающей средой. В качестве исследуемого экспоната был выбран фрагмент мумии – голова с частично сохранившимися мумифицированными тканями, обнаруженная в кургане № 2 археологического памятника Верх-Кальджин-2, плато Укок (Горный Алтай) в 1995 г. [5]. Вместе с экспонатом в витрину был помещен ARTIC (исходный вес около 100 г), а также гигрометр Ива-6АР.

Сравнение ОВ в зале, саркофаге с женской мумией и экспериментальной витрине проводили в два этапа. На первом этапе показания ОВ в витрине существенно изменялись за счет сильного поглощения влаги экспонатом (рис. 5а). Адсорбент частично восполнял убыль влаги, пока не установилось равновесие при ОВ $\approx 48\%$. Взвешивание адсорбента показало потерю 15 г воды. После того как она была компенсирована, начался второй этап: ОВ в витрине установилось на уровне 53%, который сохранялся около трех месяцев (рис. 5б). Таким образом, новый буфер влаги ARTIC идеально выполняет свои функции в условиях, когда витрина герметична и изотермична.

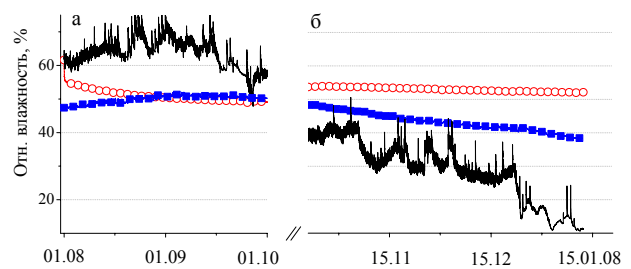


Рис. 5. Мониторинг влажности с 01.08.2007 по 01.10.2007: ○ – витрина с адсорбентом; ■ – саркофаг с мумией; ■ – влажность в помещении:

а – первый этап, б – второй этап

ГПНТБ СО РАН. Оказалось, что при помещении адсорбента в стандартный бескислотный контейнер удавалось повысить в нем влажность только до уровня 30–40%, но оптимальную влажность (50–60%) получить не удалось. Причина этого состояла в очень большом воздухообмене контейнера с окружающей средой, связанной с недостаточной герметичностью контейнера. Для уменьшения воздухообмена картонный контейнер с адсорбентом помещали в пластиковую коробку с

плотно закрывающейся крышкой. В результате уровень ОВ в контейнере стабилизировался на показателе $68,5 \pm 0,5\%$ (рис. 6а) и сохранялся более двух месяцев. Превышение влажности над оптимальной (55%) связано с тем, что адсорбент, помещенный внутрь, был насыщен влагой до исходного влагосодержания $C = 0,5$ г/г, которому и соответствовала эта повышенная влажность. На втором этапе мы понизили влагосодержание до 0,4 г/г и поместили в контейнер старую книгу, которая первое время забирала влагу из адсорбента. В результате установилась ОВ = 48% (несколько ниже рекомендуемой), которая держалась около месяца (рис. 6б). Таким образом, варьируя исходное влагосодержание в адсорбенте, можно изменять и влаж-

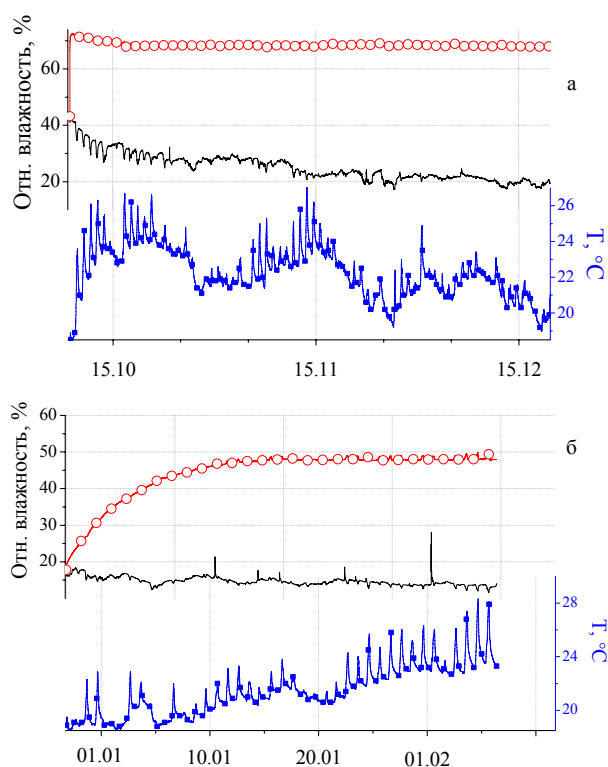


Рис. 6. Изменения температуры и влажности воздуха внутри контейнера, помещенного в пластиковую коробку:
а – без книги, $C = 0,5$ г/г; б – с книгой, $C = 0,4$ г/г

Благодарности

Авторы благодарят СО РАН за финансовую поддержку этой работы (интеграционный проект СО РАН № 135).

ность, которая поддерживается в гигростате. Итак, эксперименты в ГПНТБ полностью подтвердили вывод о том, что ARTIC идеально выполняет свои функции, когда гигростат почти герметичен и в нем поддерживается постоянная температура. Интересно отметить, что экспонат играет активную роль в процессе установления равновесной влажности, и для достижения требуемой ОВ могут понадобиться несколько итераций и время порядка одного-трех дней.

Таким образом, в СО РАН: а) получен и испытан новый адсорбционный буфер влаги для поддержания сохранности музейных, библиотечных и архивных ценностей, который при изменении ОВ от 50 до 60% обменивает 0,25 г H_2O /г, заметно превосходя известные коммерческие аналоги; б) проведены его испытания в условиях МИКНСДВ и ГПНТБ СО РАН, которые подтвердили высокую эффективность работы ARTICа в реальных витринах и контейнерах в случае их достаточной герметичности. После проведения этих исследований мы предлагаем материал ARTIC для дальнейшего испытания и использования в библиотеках, музеях и архивах Российской Федерации.

Список литературы

1. Музейное хранение художественных ценностей : практ. пособие. – М. : ГосНИИР, 1995. – 23 с.
2. Tomphson G. The museum environment, Butterworth Heinemann. – London ; Boston, 1999. – 267 с.
3. Аристов Ю. И., Васильев Л. Л. Новые композитные сорбенты воды и аммиака для химических и адсорбционных тепловых насосов // Инж.-физ. журн. – 2006. – Т. 79, № 6. – С. 160–175.
4. Новые адсорбенты для поддержания требуемой влажности при покое, хранении и транспортировке музейных и архивных материалов / Ю. И. Аристов [и др.] : Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции «Сохранение, уход, консервация реставрации и экспертиза музейных памятников», г. Киев, Украина, 27–30 мая 2008 г. – Киев, 2008. – С. 24–30.
5. Молодин, В. И., Полосьмак Н. В. Археологические памятники плоскогорья Укок (Горный Алтай). – Новосибирск, 2004. – С. 179–180.

Материал поступил в редакцию 20.11.2008 г.

Сведения об авторах: Аристов Юрий Иванович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией,
Глазнев Иван Сергеевич – кандидат химических наук, научный сотрудник, тел.: (383) 330-95-73,
Алексеев Владимир Николаевич – кандидат филологических наук, заведующий отделом редких книг и рукописей, тел.: (383) 266-10-91,
Гордеева Лариса Геннадиевна – кандидат химических наук, научный сотрудник, тел.: (383) 326-94-54,
Сальникова Ирина Владимировна – кандидат исторических наук, заведующий музеем,
Шилова Инна Александровна – аспирант,
Кундо Людмила Петровна – химик-реставратор, тел.: (383) 330-24-92,
Елепов Борис Степанович – доктор технических наук, профессор, директор, тел.: (383) 266-18-60