

ВПЛИВ ВИБІЛЮВАЧІВ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПАПЕРОВОЇ ОСНОВИ

В реставрационных мастерских музеев, библиотек и архивов используются различные методы отбеливания бумаг для удаления пятен и загрязнений, повышения яркости бумажной основы. Отбеливание бумаг — одна из основных частей всего реставрационного процесса.

Целью обзора явилось сравнение многочисленных литературных данных, касающихся использования окисляющих и восстанавливающих отбеливателей для очистки бумажной основы, а также помощь реставраторам в выборе подходящих и наиболее безопасных для целлюлозных волокон красителей и пигментов реагентов.

Архівні документи, книжкові аркуші, графічні твори досить часто надходять до реставрації, маючи плями плісняви та чорнила, сліди вологи, руді цятки («фоксинги»); часом спостерігається сильне пожовтіння всього аркуша («загар»). Ці вади спотворюють зовнішній вигляд твору чи документа, тому бажано усунути їх з естетичних міркувань.

Ліквідація таких дефектів необхідна також для продовження терміну життя експоната. В забруднених і уражених пліснявою місцях утворюються продукти розкладу целюлози, яка є основною складовою частиною паперової основи. Папір, який містить значну кількість продуктів деструкції, руйнується скоріше; усунення продуктів розкладу є необхідною умовою припинення або принаймні обмеження руйнації паперової основи. З цих причин вибілювання хоч і є операцією, яка безумовно небезпечна для паперу, але часто конче необхідна — повне або локальне вибілювання є однією із звичайних процедур під час його реставрації^{1, 2, 3, 4}.

Як правило, для вибілювання використовують окисники, до дії яких целюлоза надзвичайно чутлива. Тому реставратор повинен чітко уявляти собі механізм дії вибілювачів та відносно безпечні для паперу умови їх застосування.

Для ознайомлення реставраторів з хімічними процесами, що відбуваються під час вибілювання, а також із змінами, які викликає дія вибілювачів на паперову основу, ми пропонуємо критичний аналіз опублікованих даних з цього питання.

Книга доктора Джона Плендерліса «Консервація старожитностей та творів мистецтва»⁵, певно, є одним з перших більш або менш наукових видань на допомогу реставраторам. Слід відзначити, що конференція секції музеїв та лабораторій реставрації (ІКОМ ЮНЕСКО, Рим, 1957) рекомендувала цю книгу як основний посібник з реставрації.

В цій книзі Плендерліс вказує найпростіший метод вибілювання — використання сонячних або ультрафіолетових променів, але він застерігає, що ця сама по собі легка операція може спричинити втрати яскравості чорнила та пігментів.

Проте подальші дослідження з хімії целюлозних волокон показали, що під час інсоляції основним

процесом є фотоокиснення⁶, в результаті дії якого усі різновиди паперу втрачають проклеюку, можливе пожовтіння⁷; у випадку опромінювання ультрафіолетовим світлом переважає фотоліз; він приводить до розриву хімічних зв'язків⁶, папір при цьому стає крихким, ламким, жовтіє, пігменти та чорнило також піддаються руйнації⁷.

І у тому, і у іншому випадках целюлозні волокна зазнають значних змін: знижується ступінь полімеризації макромолекул, зростає полідисперсність, утворюються неоднорідні за хімічним складом продукти, погіршуються фізико-хімічні характеристики волокон.

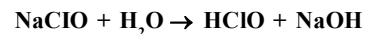
Таким чином, застосування ультрафіолетових променів або природного сонячного світла слід вважати категорично неприйнятною процедурою для вибілювання паперу, що реставрується.

З XIX ст. для вибілювання як паперової маси в процесі виробництва паперу, так і забруднених друкованих виробів в реставраційних майстернях почали використовувати виключно розчини гіпохлоритів («жавелеву воду»).

Гіпохлорит натрію NaClO, гіпохлорит калію KClO й гіпохлорит кальцію Ca (OCI)₂ (хлорне вапно) і зараз доволі широко вживають в реставрації^{2, 3, 8}.

Гіпохлорити мають значну вибілюючу дію. Вони знищують плями плісняви, мушині засиди, сліди лаку та надають паперу яскраво білого кольору (обставина, яку Плендерліс вважав за суттєву ваду)⁵.

Вибілюючою речовиною гіпохлоритів є хлорноватиста кислота HClO, яка утворюється в процесі їх гідролізу:

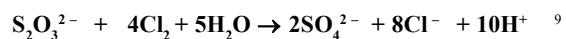


Ця кислота дуже слабка, навіть вугільна кислота сильніша від неї, але вона — дуже сильний окисник⁹.

Відомості про дію гіпохлоритів на паперову основу дуже суперечливі. Так, довідковий посібник «Хімія в реставрації» стверджує, що оброблення розчином гіпохлориту, який містить 2% активного хлору, при рН 4,0 впродовж 30 хв. мало знижує довговічність паперу³.

Згідно з методичними рекомендаціями Російської державної бібліотеки (РДБ) папір слід занурити в розчин гіпохлорита натрію концентрації 5-10 г/л до потрібного ступеня очищення на 20-60 хв., після чого промити 2%-ним розчином тіосульфату натрію та проточною водою².

Тіосульфат натрію Na₂S₂O₃ виконує роль «антихлора», тобто видаляє хлор з матеріалів, які вибілюються, за реакцією:



Використання тіосульфату натрію за «антихлор» викликає сумнів, бо в літературі є відомості щодо

III. Технології реставрації документів

застосування з цією метою пероксиду водню після вибілювання гіпохлоритами, оскільки пероксид водню ослаблює целюлозне волокно менш, ніж тіосульфат натрію¹⁰. Про дію пероксиду водню на папір мова піде далі.

Результати лабораторних випробувань примушують поставитися до використання гіпохлоритів як вибілювачів в реставрації вкрай обережно: опір зламу паперу з бавовняної целюлози після двогодинного оброблення жавелевою водою, яка містила 0,48 г/л активного хлору, зменшився на 35% і в'язкість мідно-аміакового розчину — в середньому на 41%; вибілювання із застосуванням підкислення привело до ще більш руйнівних наслідків¹¹; після оброблення 2%-ним розчином гіпохлориту впродовж 30 хв. опір зламу паперу, що містив лігнін, зменшився на 42-57%, при цьому папір, який містив велику кількість деревної маси, пожовтів¹².

Хлорамін Б і хлорамін Т вважають найбільш придатними вибілювачами за ефектом вибілювання і впливом на властивості целюлози для паперу, що не містить деревної маси, бо реагенти, які мають у своєму складі хлор, окислюють лігнін із створенням кольорових продуктів реакції; ці продукти забарвлюють папір в зелений або рожевий колір. Цей спосіб вибілювання особливо добре зарекомендував себе для акварелей, кольорових малюнків, гравюр і літографій. Він може бути застосований на тонованому папері. Хлорамін ефективно видаляє «загар», плями від води, «лисячі» плями, пігментні плями плісняви¹¹.

Хлораміни застосовують в реставрації зараз повсюдно. Так, Плендерліс пропонує оброблення 2%-ним розчином хлораміну Т за допомогою м'якого пензлика. Особливу перевагу він вбачає в тому, що після нанесення на папір хлорамін швидко втрачає вибілюючі властивості і завдяки цьому промивання можна скоротити до мінімуму, або взагалі обійтися без нього⁵.

У Всеросійському центрі ім. І. Грабаря використовують 7%-ні водні розчини хлораміну В; при цьому ретельне промивання і оброблення розчином тіосульфату натрію («антихлор») вважається необхідною⁸ (про його вплив на целюлозні волокна мова вже йшла).

В РДБ застосовують 2-5%-ні розчини хлораміну Б; після вибілювання аркуші промивають 1%-ним розчином тіосульфату натрію і в проточній воді протягом 30-40 хв².

Хлорамін Т — натрійова сіль паратолуолсульфохлораміду ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NCl}$) $\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, яку одержують з паратолуолсульфохлориду (залишається як відходи виробництва сахарину); хлорамін Б — натрійова сіль бензолсульфохлораміду ($\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2\text{NCl}$) $\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$; їх властивості не мають істотних відмінностей¹¹.

Ці речовини — сильні окиснювачі і хлоруючі агенти. Вода гідролізує їх, і таким чином утворюється гіпохлорит натрію:

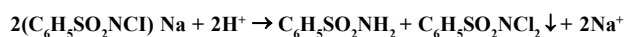


Реакція рівноважна, тобто вона не іде до повної витрати хлораміну: якщо частка гіпохлориту натрію витрачається, то гідроліз хлораміну іде далі і утворюється ще деяка кількість гіпохлориту¹³. Саме з цим пов'язана виключно м'яка дія хлорамінів. Крім того, хлораміни мають помітні миючі властивості.

Лабораторні випробування виявили, що оброблення паперу з бавовняної целюлози 6%-ним розчином хлораміну Б навіть впродовж 17 год. не викликає змін механічної міцності паперу і кислотності його водних витяжок; зменшення в'язкості мідно-аміакового розчину невеликі і не перевищують 13%; двогодинне оброблення хлораміном Б зовсім не вплинуло на властивості старовинного ганчірного паперу. Проте ці висновки справедливі тільки для ретельно промитих зразків. Міцність не промитих зразків знизилася вдвічі порівняно з вихідною, в'язкість мідно-аміакового розчину — майже на 70%; після штучного старіння зразки пожовтіли.

Швидкість вибілювання хлорамінами зростає від підкислення і підвищення температури.

Якщо додати в розчин хлораміну Б оцтову кислоту, опір зламу і рН паперу не змінюються, але в'язкість мідно-аміакових розчинів знижується приблизно на 30%. Крім того, в підкисленому розчині хлораміну Б випадає важкорозчинний в воді білий осад сульфодихлораміду:



Сульфодихлорамід осаджується на поверхні і в порах паперу; це приводить до необхідності застосування додаткового промивання: потрібно на декілька хвилин занурити папір в слабкий розчин аміаку.

Ще більш деструктивно діє підвищення температури. Під час вибілювання 6%-ним розчином хлораміну Б при 40-60°C спостерігалось помітне розпушення паперу, особливо в уражених пліснявою місцях; опір зламу зменшився у 2,5 рази, в'язкість мідно-аміакового розчину — в 4 рази¹¹.

Таким чином, хлорамін Б — це достатньо м'який засіб, але промивання після вибілювання є обов'язковим. Застосування підкислення можливе тільки як виключення і тільки для роботи з міцною паперовою основою. Ще менш бажано використання підігріву. Найменш небезпечним режимом можна вважати застосування водних розчинів концентрацією від 1 до 2,5% при рН 10-11. Те, що процес відбувається повільно, є в даному випадку перевагою, бо дозволяє зупинити його на потрібній стадії. Повне усунення хлораміну контролюють по відсутності посиніння йодкрохмального паперу¹⁴.

Відомо, що застосування води в реставрації експонатів на паперовій основі не завжди можливе. Виходом з цієї ситуації може бути вибілювання в суміші етилового спирту та води в співвідношенні 1:1¹⁵.

Під час розчинення дихлорізоціанурата натрію (ДХЦН) в воді виділяється хлорнуватиста кислота HClO — та сама речовина, що утворюється при гідролізі гіпохлоритів і хлорамінів.

Дослідження співробітників хімічної лабораторії Ермітажу показали, що водні розчини ДХЦН концентрацією 10 г/л (5 г/л активного хлору) ефективно видаляють плями плісняви і загальне пожов-

III. Технології реставрації документів

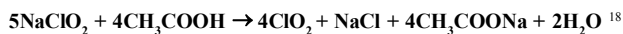
тіння з ганчірного паперу при кімнатній температурі й рН 5,1-6,5 протягом 30 хв.; при цьому середній ступінь полімеризації бавовняної целюлози знижується менш ніж на 10%, стійкість до теплового і світлового старіння не знижується.

Дослідники вважають можливим застосування вибілювання ДХЦН для графічних творів, які виконані на ганчірному папері друкарською фарбою, фарбою на основі вугільного пігменту, чорною і червоною тушшю¹⁶. Але слід відзначити, що з усіх сполук, які містять хлор, реставратори Ермітажу в повсякденній практиці використовують виключно хлорамін Б¹⁴.

Активне застосування хлориту натрію NaClO_2 з 1930-х рр. для вибілювання в текстильній, харчовій і целюлозно-паперовій промисловості підказало ідею його використання для вибілювання реставраційних паперів; Плендерліс вважає цей метод вибілювання важливим кроком вперед в техніці реставрації⁵.

В кислому середовищі хлорити не окиснюють гідроксильні групи целюлози і не спричинюють розрив її молекулярного ланцюга, при цьому лігнін і красильні речовини деревини хлорити вибірково окиснюють і переводять в розчинний стан¹⁷; важливою позитивною якістю хлориту натрію і діоксиду хлору є той факт, що вони не перебілюють папір під час реставрації⁵.

Вибілюючим агентом розчинів хлориту натрію є діоксид хлору, який утворюється з додавання до цих розчинів відновників (наприклад, формальдегіду) або кислот (наприклад, оцтової):



Вибілююча дія діоксиду хлору пов'язана з його високими окиснюючими властивостями.

В лабораторії Британського музею пройшли успішні випробування три методи оброблення, які запропонував Геттенс⁵:

— гравюри, виконані чорною фарбою, і олівцеві малюнки, якщо олівець не змивається водою, вибілюють в 2%-ному розчині хлориту натрію з додаванням формаліну; необхідне промивання водою впродовж 15 хв.;

— гравюри і малюнки, що можуть зазнавати лише мінімального зволоження, вибілюють в водному розчині діоксиду хлору; бажане невеличке промивання, хоч його можна і не робити, бо через деякий час газ випаровується;

— малюнки олівцем і пастелі, які не можна помістити в водні розчини, вибілюють в спеціальній камері за допомогою газоподібного діоксиду хлору; проте з плином часу забарвлення плям інколи відновлюється, бо продукти окиснення лишаються в папері.

Вивчення дії розчинів хлориту натрію на папір дозволило встановити, що рН паперу і полідисперсність целюлози в процесі вибілювання в цих умовах не змінюються; це вказує на відсутність деструкції целюлозних молекул, але слід враховувати, що в цьому режимі знебарвлюються не тільки пігментні плями плісняви, але й залізоголове чорнило, кольорова туш, кольоровий олівець, штемпельна фарба.

Зовсім не змінюють колір чорна друкарська фарба і графітний олівець¹⁷.

Дослідження процесів вибілювання в розчині діоксиду хлору показали, що при кімнатній температурі за 0,5-2 год. швидко видаляються лише плями від води і «фоксинги». Темно-коричневі, чорні, лілові, малинові пігментні плями в цих умовах бліднуть, але не знебарвлюються. Підвищення концентрації діоксиду хлору майже не змінює якості вибілювання. При 40-50°C вибілювання значно прискорюється — жовті плями знебарвлюються за 20 хв., темні — за 1-2 год. В парі діоксиду хлору для видалення пігментних плям необхідно від 15 хв. до 2-х год.

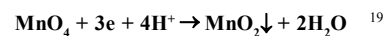
Механічна міцність і рН паперу з бавовняної целюлози при 2-годинному вибілюванні і в розчині, і в парі діоксиду хлору при кімнатній температурі і при нагріванні не змінюються. В'язкість мідно-аміакового розчину знижується в середньому на 11%, що не перевищує змін, обумовлених застосуванням хлораміну Б. При 60°C в'язкість зменшується на 21%. Це більш, ніж при використанні хлораміну з підкисленням; усі режими вибілювання діоксидом хлору значно м'якші, ніж при застосуванні гіпохлоритів. В усіх випадках, коли це можливо, слід промивати папір для видалення продуктів руйнації¹⁷.

Таким чином, метод вибілювання із застосуванням хлориту натрію або діоксиду хлору майже нешкідливий для паперу, проте його використання гальмує, мабуть, токсичність реагентів, їх корозійна активність і висока собівартість.

Здавна застосовується і вважається найбільш традиційним вибілювачем в реставрації перманганат калію KMnO_4 ³. Це темно-лілові кристали, які добре відомі більшості під побутовою назвою «марганцівка»; використовується як окисник в хімії і дезінфікуючий засіб в медицині.

Перманганат калію здатний як вибілювати папір, так і знебарвлювати чорнильні плями, що не видаляються хлораміном і пероксидом водню.

В кислих розчинах перманганат-іон утворює бурий осад діоксиду марганцю:



Діоксид марганцю і надлишкову кількість перманганату калію доводиться видаляти з паперу перетворенням їх в безбарвні легко розчинні сполуки; з цією метою часто використовують щавлеву кислоту^{3,5}.

Лабораторні випробування дії 2%-ного розчину щавлевої кислоти на газетний папір показали, що опір зламу його зменшився в 5 разів; опір зламу паперу з бавовняної целюлози зменшився вдвічі; після 5 діб штучного старіння зразки розпалися¹².

Випробування впливу ортофосфорної та оцтової кислот, які мають малу каталітичну активність при гідролізі целюлози⁶, показали, що механічна міцність паперу для друку № 1 після оброблення ортофосфорною кислотою знизилася незначно: після штучного старіння опір зламу і розтяжності оброблених необроблених зразків були однаковими, опір розриву оброблених зразків був нижчий на 16-23%.

III. Технології реставрації документів

Оброблення оцтовою кислотою не знизила показників механічної міцності газетного паперу як до, так і після 5-ти діб штучного старіння. Дослідним шляхом було встановлено, що оцтову кислоту не треба змішувати з перманганатом калію, але обидва розчини слід наносити на місце, яке оброблюють, поперемінно¹². Крім щавлевої, оцтової і ортофосфорної кислот для розчинення осаду оксиду марганцю були випробувані і інші реагенти: метабісульфіт калію, сульфід і гідросульфід натрію.

Оброблення метабісульфітом калію спричинила значне зниження опору зламу.

Використання 2-5% них розчинів гідросульфиту натрію не призвело до помітного зниження показників механічної міцності паперу як до, так і після штучного старіння. Папір, який містив лігнін, не пожовтів. Механічна міцність газетного паперу не змінилася навіть після оброблення 20%-ним розчином гідросульфита натрію протягом 20 хв. і після 5-ти діб штучного старіння.

З доданням оцтової кислоти показники механічної міцності були дещо вищі, ніж без неї, але папір, який містив деревну масу, пожовтів. Після оброблення спочатку розчином, що містив 0,5% перманганату калію та 0,4% ортофосфорної кислоти і потім 5%-ним розчином гідросульфиту натрію, папір мав таку саму механічну міцність, як і необроблений¹².

Таким чином, оброблення перманганатом калію для реставрації паперової основи допустиме, проте застосування щавлевої кислоти при цьому дуже небажане; замість неї слід використовувати оцтову та ортофосфорну кислоти, гідросульфід натрію або гідросульфід натрію в поєднанні з оцтовою кислотою.

3%-ні розчини пероксиду водню досить часто використовують в реставраційній практиці для оброблення окремих місць (невеличких цяток плісняви, мушиних засидів) без наступного промивання^{5,8}.

Використання пероксиду водню ґрунтується на його здатності розкладатися до води та атомарного кисню, здатного до окисних реакцій:



Ця реакція має місце лише при каталітичній дії деяких речовин, до яких належать іони гідроксиду OH^- ²⁰, зокрема амоніаку¹⁰.

Дослідження оброблених зразків паперу з бавовняної целюлози пероксидом водню показали, що застосування пероксиду без промивання цілком неприпустиме. Оброблення аміаковим розчином різко знижує механічну міцність, в'язкість мідно-аміакового розчину та кислотність; після штучного старіння папір жовтіє. Якщо папір після оброблення ретельно промити, ці явища спостерігатимуться значно меншою мірою, але в'язкість мідно-аміакового розчину падає на 35%. Зважаючи на це, реставратори Ермітажу відмовились від використання водних розчинів пероксиду водню¹¹.

В РДБ замість пероксиду водню застосовують побутовий препарат «Персол», під час розчинення в воді якого виділяється пероксид водню за рахунок розкладання перкарбоната натрію $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, що входить до складу «Персолі».

Слід зазначити, що розчини «Персолі» містять також і карбонат натрію, який піддається частковому гідролізу:



завдяки чому розчини мають доволі лужну реакцію; як відомо, дія лугу завдає значної шкоди целюлозним волокнам⁶.

Згідно з методичними рекомендаціями РДБ, слід використовувати розчини препарату концентрацією від 5 до 20 г/л в залежності від міри забруднення паперових аркушів, які після оброблення слід промити водою з метою видалення лугу. При цьому підкреслюється, що після вибілювання і зміцнення паперу желатиною її міцність значно більша від міцності вихідних зразків², тобто мова йде не про міцність відбіленого паперу. Тому не слід радити застосування препарату «Персол» для широкого вжитку в реставрації, не провівши ретельні механічні випробування оброблених і штучно зістарених зразків паперу. З метою зменшення руйнівної дії пероксиду водню Плендерліс радить 6%-ний його розчин в суміші спирту і води в співвідношенні 1:1⁵. В РДБ ветхий папір обробляють препаратом «Персол», який розчиняють в суміші води і спирту або ацетону (1:1)². В Ермітажі використовують 3%-ний розчин пероксиду водню в суміші вода-етиловий спирт (1:1) з доданням розчину амоніаку до рН 10,5 для паперу, що містить лігнін¹⁴, бо такі розчини руйнують целюлозу паперу з лляних і бавовняних волокон, особливо якщо окисник після оброблення не вимитий¹⁵.

Співробітники хімічної лабораторії Ермітажу запропонували і випробували ще один метод оброблення пероксидом водню: пероксид розчинюють в ізопропіловому спирті при рН 10,5 в присутності амоніаку і потім готують емульсію з тетраклоретиленом (перхлоретиленом). Фізико-механічні показники і стійкість до старіння паперу з бавовняної целюлози знижуються і при такому обробленні, але вони не погіршуються для паперу, який містить деревну масу. Виведення пожовтіння та пліснявої пігментації з паперу цим методом досягається ефективніше і в суттєво менших концентраціях пероксиду водню, ніж в водному та водно-спиртовому середовищі²¹.

Цей метод застосовують з успіхом для локального вибілювання плям. Промивання здійснюють також локально з використанням спиртово-водних сумішей. Ступінь видалення пероксиду водню контролюють йодкрохмальним або сульфідно-свинцевим папером¹⁴.

Вибілювання паперової основи можливе не тільки в разі застосування окисників, але і в результаті відновлювальної руйнації та обезбарвлення забруднень. Перевага відновників в тому, що папір не зазнає окиснювальної дії, яка може призвести до його деструкції.

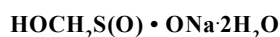
Прикладом вибілювачів-відновників може служити гідросульфід натрію NaHSO_3 , який застосовують в харчовій промисловості як консервуючий за-

III. Технології реставрації документів

сіб, а також в текстильній промисловості для вибілювання і фарбування тканин. Відновлювальні властивості гідрокарбонату натрію зумовлені легкістю його окиснення у водних розчинах до сульфата⁹. Результати випробування дії гідросульфиту натрію на зразки паперу наведені при розгляді вибілюючої дії перманганата калію¹².

Гідросульфит натрію з успіхом використовують для вибілювання в РДБ². При цьому повідомляють, що гідросульфит натрію видаляє плями від фруктів, вина, іржі, деяких пігментів і кислотних барвників, зменшує кількість лігніну в папері, в деяких випадках гідросульфит натрію може бути застосований для видалення забруднень з забарвлених паперів, барвники яких руйнують інші вибілюючі засоби. Дуже ветхі папери вибілюють, використовуючи за розчинник суміш води і етилового спирту або ацетону в співвідношенні 1:1.

Ронгаліт — натрійова сіль ронгалітової (формальдегід-сульфокислової) кислоти



— другий приклад вибілювача-відновника. Завдяки сильним відновним властивостям ронгаліт широко застосовують для вибілювання тканин в текстильній промисловості. Він входить до складу побутового вибілювача «Іній-2».

Співробітники відділу реставрації Вірменського центру «Матенадаран» випробували «Іній-2» як вибілювач на зразках десяти різновидів паперу від середньовічного ганчірняного до газетного останніх років і констатували, що кислотність паперу після оброблення зменшувалась — значення рН зростали з 4,5-5,6 до 6,5-7,0; метод інфрачервоної спектроскопії показав, що промивання паперу протягом 0,5 год. в розчині вибілювача «Іній-2» позитивно діє на його структуру, але давній підкладочний папір і сучасний папір з полімерним покриттям є винятком. Зростання міцності, зменшення крихкості і ламкості констатується, на жаль, лише на візуальному рівні.

Автори пропонують використовувати «Іній-2» для одночасного відмивання, вибілювання і нейтралізації паперу²², однак для вирішення питання про можливість застосування вибілювача «Іній-2» в реставраційній практиці необхідно провести комплекс фізико-механічних випробувань.

З наведених відомостей можна бачити, наскільки складною є проблема застосування вибілювачів в реставрації. Вибілювачі необхідно обирати таким чином, щоб не знизити довговічність паперу, а умови їх застосування не повинні значно зменшувати ступінь полімеризації целюлози. Використання невідповідних реагентів або використання невідповідним чином вірно підбраного вибілювача може привести до необернених змін.

Примітки

¹ ГОСТ 7.50-90. СИБІД. Консервация документов. Общие требования. Введ. — М., 1990. — 12 с.

² Консервация и реставрация книг: Метод. рекомендации / Сост.: В. И. Стеблевский, Н. К. Николаева. — М.: ВГБИЛ, 1987. — 210 с.

³ Никитин М. К., Мельников Е. П. Химия в реставрации. — Л.: Химия, 1990. — 304 с.

⁴ Добрусина С. А., Чернина Е. С. Научные основы консервации документов. — СПб.: РНБ, 1993. — 125 с.

⁵ Плендерлис Дж. Консервация древностей и произведений искусства // Сообщ. ВЦНИЛКР. — 1963. — № 8. — С. 7-100.

⁶ Роговин З. А. Химия целлюлозы. — М.: Химия, 1972. — 520 с.

⁷ Беляя И. К. О действии коротковолнового ультрафиолетового излучения бактерицидных ламп на бумагу // Сб. материалов по сохранности книжных фондов. — М.: ВГБИЛ. — 1958. — Вып. 3. — 87-95.

⁸ Костикова Е. А., Чернышева Л. Е. Методика реставрации графических произведений изобразительного искусства // Вопросы реставрации и консервации произведений изобразительного искусства: Метод. пособие. — М.: ГЦХРМ, 1960. — С. 65-122.

⁹ Реми Г. Курс неорганической химии. — Т. 1. — М.: ИЛ, 1963. — 920 с.

¹⁰ Шамб У. Сеттерфилд Ч. Вентворс Р. Перекись водорода. — М.: ИЛ, 1958. — 578 с.

¹¹ Герасимова Н. Г., Амосова А. М., Голубовская Е. П. Отбелка гравюр и рисунков // Сообщ. ВЦНИЛКР. — 1967. — № 19. — С. 62-91.

¹² Яброва Р. Р. Обесцвечивание красителей на бумаге: Сб. материалов по сохранности книжных фондов. — М.: ВГБИЛ. — 1958. — Вып. 3. — С. 50-79.

¹³ Афанасьев Б. Н. Об окислительно-восстановительном потенциале хлорамина и механизме окисления им // Журн. физ. химии. — 1948. — Т. 22. — № 4. — С. 499-501.

¹⁴ Герасимова Н. Г., Козырева В. А. Консервация рисунков в государственном Эрмитаже: химические аспекты, этика, практика // Теория и практика сохранения книг в библиотеке: Сб. науч. тр. — СПб.: РНБ. — 1992. — Вып. 16. — С. 88-95.

¹⁵ Герасимова Н. Г., Липатова Н. П., Хуторщикова И. С. Изучение влияния на бумагу отбелки перекисью водорода и хлорамином Б в водной и водноспиртовой средах // Проблемы сохранения документальных материалов. — Л.: АН СССР. ЛКРД, 1977. — С. 94-99.

¹⁶ Ельцов В., Буринская А. А., Герасимов Н. Г., Миколайчук Е. А. Отбелка бумаги дихлоризоциануратом натрия // Долговечность документа. — Л.: АН СССР. ЛКРД, 1981. — С. 111-116.

¹⁷ Правилова Т. А., Иструбцина Т. В. Отбелка бумажных документов хлоритом натрия // Вопросы реставрации и консервации бумаги и пергамена. — М.: Л.: АН СССР. ЛКРД, 1962. — С. 5-27.

¹⁸ Чернышев А. С., Штуцер В. В., Семенова Н. Г. Хлориты, их получение, применение и свойства // Успехи химии. — 1956. — Т. 25. — Вып. 1. — С. 91-104.

¹⁹ Неницеску К. Общая химия. — М.: Мир, 1968. — 816 с.

²⁰ Перекись водорода и перекисные соединения / Ред. М. Е. Позин. — М.: Л.: ГНТИ ХЛ, 1951. — 475 с.

²¹ Герасимова Н. Г., Иванова Т. А., Фляте Д. М. Отбелка бумаги перекисью водорода в среде органических растворителей // Теория и практика сохранения книг в библиотеке: Сб. науч. тр. — Л.: ГПВ, 1988. — Вып. 14. — С. 117-128.

²² Сардарян А. Е., Киноян Ф., Пошотян А. Ж., Оганесян С. М. Исследование влияния отбеливателя «Иней-2» на бумагу методом инфракрасной спектроскопии // Консервация и реставрация музейных художественных ценностей. — Экспресс-информация: Сб. науч. тр. — М.: ГБИЛ, 1990. — Вып. 4. — С. 17-28.

