

УДК 7.026.025.4

DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2022.3.1>

Борисенко Марія Олександрівна,
мистецтвознавець, консерваторка Музею Східної Чехії
Градець-Кралоуе, Чехія,
художниця-реставраторка
Музею-майстерні І. П. Кавалерідзе в м. Києві, Україна
ORCID ID: 0000-0002-8302-0896
mariaborysenko8@gmail.com

МЕТОДИ СУХОГО ОЧИЩЕННЯ ТВОРІВ ГРАФІКИ НА ПАПЕРОВІЙ ОСНОВІ

Мета статті полягає у визначенні та систематизації основних методів та інструментів сухого очищення графічних творів, виконаних на паперовій основі, для полегшення вибору відповідної техніки реставрації, залежно від обсягу та типу поверхневих забруднень. Такий вид чищення є одним з основних процесів реставрації та активної консервації, а також важливим етапом збереження творів мистецтва з музейних, бібліотечних, архівних та приватних колекцій.

Розвиток та дослідження такого інструментарію є вкрай необхідним, оскільки має великий потенціал та значення для подальшого прогресу в реставраційно-консерваційній галузі України. На сьогодні широкий інструментарій проведення процесу очищення не висвітлений достатньою мірою у наукових публікаціях нашої країни і лише частково згадується у доповідях на конференціях в контексті реставраційних звітів. Наукова новизна статті полягає у введенні в обіг комплексного дослідження основних особливостей методів сухого очищення паперу. Здійснено порівняльний аналіз та опис досвіду практичного застосування різних методів для збереження виконаних на паперовій основі об'єктів культурної спадщини.

Розглянуто основні принципи роботи лазера та очищення паперу вуглекислим газом, вплив цих методів на папір та фарбовий шар, визначено доцільність їхнього використання. Здійснений порівняльний аналіз ефективності різноманітних методів та матеріалів для механічного очищення паперу, зокрема, із застосуванням японських пензлів і флейцових пензлів (які на даний момент частіше використовуються реставраторами України), гумової крихти і гумок, мікрофібрового волокна, латексних спонжів, губок Wishab та інших засобів чищення.

Ключові слова: реставрація графіки, механічне чищення, лазер, CO₂.

Borysenko Maria. METHODS OF DRY CLEANING OF PAPER-BASED GRAPHICS

The purpose of the article is to define and systematize the main methods and tools for dry cleaning of graphic works made on paper and to facilitate the selection of the appropriate restoration technique, depending on the amount and type of surface contamination. This type of cleaning is one of the main processes of restoration and active conservation, as well as an important stage of preservation of works of art from museum, library, archive and private collections.

The development and research of its toolkit is extremely necessary, as it has great potential and significance for further progress in the restoration and conservation industry of Ukraine. Currently, a wide range of methods and means of carrying out the cleaning process is not sufficiently covered in the scientific publications of our country and is only partially mentioned at conferences in the context of restoration reports. The scientific novelty of the article lies in the introduction of a comprehensive study of the main features of dry paper cleaning methods. A comparative analysis and description of the experience of practical application of various methods for the preservation of cultural heritage objects made on a paper basis was carried out.

The main principles of laser operation and cleaning of paper with carbon dioxide are considered. The effect of these methods on paper and the paint layer and the expediency of their use is determined. A comparative analysis of the effectiveness of various methods and materials for mechanical cleaning of paper was carried out, in particular: the use of Japanese brushes and felt brushes (which are currently more often used by restorers of Ukraine), rubber crumb and erasers, microfiber, latex sponges, Wishab sponges and other cleaning agents.

Key words: graphics restoration, mechanical cleaning, laser, CO₂.

Вступ. Очищення творів мистецтва на паперовій основі та їхнє зберігання в незапиленому середовищі, з дотриманням усіх необхідних умов, є основою профілактичного догляду, передбаченого вимогами до зберігання [6, с. 193–198]. Запилення творів графіки на паперовій основі може суттєво зашкодити та пришвидшити процеси деградації пам'ятки. Фрагменти пилу можна поділити на великі – ті, що мають розмір понад 1 мкм, та дрібні – менші за 1 мкм. Великим частинкам пилу властиво осідати на поверхні паперу, в той час як малі фрагменти розпоршуються по всій доступній площині об'єкту, за рахунок дифузії проникаючи вглиб структури основи [19].

Поверхневі забруднення творів мистецтва на папері можуть викликати як механічні, так і фізико-хімічні пошкодження, серед яких: зміна кольору та кислотності, забруднення та потемніння [4], пришвидшення деградації фарбового шару та основи, мікробіологічні пошкодження, намокання за рахунок гігроскопічності бруду [12], великодисперсні частинки можуть призводити до механічного пошкодження поверхні [19], порушувати цілісність сприйняття твору мистецтва, тощо.

Сухе очищення – одна з основних технік, що застосовується в процесі проведення реставраційних заходів, а також активної консервації творів на папері. Такий вид чищення не передбачає використання водних розчинів та розчинників і може застосовуватися окремо від інших реставраційно-консерваційних технік.

Механічне очищення творів мистецтва, виконане з використанням невідповідних методів або матеріалів, може викликати негативні зміни: пошкодження волокон, деформація, шліфування поверхні, розриви та втрати основи, втрати початкового вигляду твору мистецтва внаслідок зміни структури, наприклад: втрата блиску або текстури паперу, тощо [9; 6, с. 193–195; 12; 24, с. 11–15]. Саме тому такі процеси мають виконувати працівники, що пройшли відповідне навчання, використовуючи прийнятні для реставрації матеріали, які не вступають в хімічну реакцію з об'єктом, пришвидшуючи деградацію, та не

пошкоджують його. Очищення творів мистецтва є актуальним питанням не тільки для сфери збереження культурної спадщини, а має також комерційний потенціал для виробників реставраційних матеріалів. Тож дослідження і систематизація запропонованих ними матеріалів і самих методів очищення, розробка методичних рекомендацій, є надзвичайно важливими. Наукові інституції, архіви, бібліотеки, консерваційні центри та музеї усього світу присвячують цій темі свої дослідження [3; 4, с. 358–373; 6, с. 193–198; 7; 18; 21], але в Україні, на жаль, цій темі не приділяється достатньої уваги, а реставратори, попри значний інструментарій, часто, внаслідок недостатнього фінансування та інформування, використовують у своїй практиці лише м'який флейц та гумову крихту. Дане дослідження покликане описати та систематизувати наявну інформацію щодо основного інструментарію очищення, для підтримки практикуючих реставраторів та сприяння актуалізації досліджень цього питання в Україні.

Матеріали та методи. В методології дослідження застосовуються методи аналізу, систематизації, порівняння та узагальнення. Здійснено аналіз методичних рекомендацій щодо сухого чищення, публікацій досліджень з цієї теми. Апробовано на практиці матеріали як для механічного чищення, так і чищення паперу за допомогою лазера.

NEDCC (Northeast Document Conservation Center-Північно-східний центр консервації документів) [20], у своєму протоколі, присвяченій темі сухого очищення, класифікує основні типи забруднень, для видалення яких такий процес може бути ефективним:

- бруд;
- пил;
- кіптява;
- цвіль;
- різноманітні нашарування на поверхні паперу;
- екскременти комах.

Спеціалісти NEDCC піднімають також важливі питання, які необхідно враховувати фахівцям, здійснюючи очищення твору мистецтва, щоб не пошкодити механічно

пам'ятку, або не вплинути на автентичність твору мистецтва в процесі виконання роботи. В Україні для вирішення таких питань існує практика проведення науково-реставраційних рад, котрі розглядають і затверджують методику реставрації фахівця-реставратора, вирішують, яким має бути кінцевий результат, та приймають об'єкт після реставрації, фіксуючи якість виконаних робіт у протоколах ради та актах передачі, завірених підписами. Така практика колегіальних резолюцій, коли у комісію входять спеціалісти різних напрямів: історики, мистецтвознавці, реставратори, куратори виставок та ін., дозволяє прийняти рішення щодо кінцевого вигляду пам'ятки та доцільності виконання тих чи інших заходів. Однак, в деяких країнах такі питання вирішують реставратор в колаборації з куратором або фондовим зберігачем. Головною вимогою ефективності цих двох практик є фаховість та відповідальність учасників процесу.

Результати. В публікації розглянуто сухі методи очищення творів графіки, без використання розчинників. Винятком є контрольоване часткове використання дистильованої води у вигляді ледь вогких від неї губок, спонжів або ватних паличок, а також використання CO₂ під час здійснення механічного чищення.

Методи сухого чищення розділяють на два типи:

- Методи, що не потребують спеціального обладнання:

- Пензлі (японські традиційні пензлі, китайські пензлі, м'які флейци);

- Тканини для очищення, в тому числі з мікрофібрового волокна;

- Спрямований потік повітря (використовуються як пилосос, так і струмінь стисненого направлено повітря);

- Очний скальпель;

- Матеріали з адгезивом поверхні або її зарядом;

- гумова крихта, очищаючі губки, ластик та ін. (таблиця I).

- Методи, що реалізуються за допомогою спеціального обладнання:

- Чищення лазером;

- Очищення CO₂;

- Чищення стисненим спрямованим повітрям із застосуванням дрібних абразивних часточок (целюлоза, скло) та без них.

Використання перелічених вище матеріалів та засобів чищення вимагає дотримання певних правил та врахування різноманітних факторів, що впливатимуть на кінцевий результат та стан пам'ятки у перспективі тривалого зберігання [4]. Необхідно дотримуватись вимог техніки безпеки і охорони здоров'я самого фахівця, що виконує процес очистки.

В ідеалі процес очищення, особливо при застосуванні методу за допомогою CO₂, необхідно проводити, розміщуючи пам'ятку у витяжній шафі або під витяжною системою, у разі відсутності такого обладнання – застосовувати часткове локальне витягування повітря за рахунок спрямованого потоку повітря (таблиця 1). Що захистить пам'ятку від повторного осідання забруднень на поверхні та здоров'я реставратора. У разі відсутності жодного рекомендованого обладнання, для захисту дихальних шляхів фахівець має використовувати респіратор. Робота з лазером вимагає обов'язкового дотримання техніки безпеки, із застосуванням під час роботи захисних окулярів, рукавичок та респіратора.

Основні принципи роботи в процесі здійснення чищення творів графіки передбачають також коректне розташування пам'ятки: вся площа паперу має бути вирівняна та розміщуватись на нейтральній, нековзкій підкладці, у приміщенні, що відповідає вимогам температурно-вологісного режиму (t 20–22 °C та відносною вологістю 50–55%). Інструменти, що використовуються в процесах, мають бути сухими і чистими та зберігатись у належних умовах. По закінченню очищення з поверхні роботи мають бути видалені всі залишки використаних в процесі матеріалів. Також робоче місце наприкінці має бути звільнене від твердих забруднень, частинок пилу, мікроорганізмів та спор, для уникнення потрапляння їх на пам'ятки мистецтва та у дихальні шляхи реставратора [3; 4; 7].

Таблиця 1 [4; 5; 8,]

Основні матеріали для здійснення сухого очищення паперу		
 М'яка латексна губка типу Smoke Sponge*	 Засіб для очищення Absorene*	 Китайські пензлі
 Губки, різної жорсткості, типу Wishab*	 Ластик-клячка	 М'який флейц
 Ластик з синтетичної гуми, без PBX	 Безлатексний спонж	 Японські пензлі
 Неабразивна гумова крихта	 Мастихін Sofft tools з насадками	 Неабразивна подушка типу Lineco*
 Каучуковий ластик	 Спринцівка для очищення спрямованим потоком повітря	 Безкислотний модифікований PBX адгезивний очищувач типу CePURUS*
 Вініловий ластик	 Губки Balbo powerpad	 Мікрофіброва тканина
 PBX ластик	 Адсорбуючий спонж	 Пилосос
 Полімерний ластик	 Натуральна гума з адгезивом поверхні типу Groom stick*	 Балон зі стравленим повітрям
 Ластик-олівець	 Очний скальпель	 Скальпель зі змінними насадками різних конфігурацій
 Бавовняні палички	 Бавовняні тампони	 Натуральна губка

*комерційна назва продукту

Прикладом механічного очищення, як одного з етапів проведення реставраційно-консерваційних робіт, є «Рекламний плакат» зі фондової збірки музею Східної Чехії Градець-Кралоуе, виконаний в техніці аплікації з різних типів паперу, основою якого є багатошаровий картон. Робота мала численні поверхневі забруднення різноманітного характеру, що впливали на загальний стан збереження та цілісність візуального сприйняття. З урахуванням того, що твір виконаний з використанням різних типів паперу, в тому числі тонкого та сильно пошкодженого, було обрано м'які засоби для проведення сухого очищення. В процесі здійснення заходів було використано: японські м'які пензлі, скальпель, гумову крихту, м'які губки та спонжі, бавовняні палички і тампони, пілосос та спринцівку з метою локального очищення спрямованим потоком повітря. В результаті сухого механічного очищення паперу були видалені всі забруднення, що піддавались такому методу очищення. Робота повітлішала, зникли інтенсивні плями, нашарування бруду, загальне запилення, сліди екскрементів комах тощо. Твір потребував подальших реставраційно-консерваційних заходів, в тому числі обробки плям та забруднень, що не зникли в процесі сухого очищення, іншими

методами та засобами чищення. Однак, цей приклад демонструє наочні зміни загального стану та сприйняття об'єкту після проведення процесів сухого очищення графічного твору (рис. A1, A2).

Попри широкий інструментарій сухого механічного очищення, досліджуються, розвиваються та застосовуються фахівцями на практиці інші методи – застосування лазеру, стисненого спрямованого потоку повітря з абразивними часточками та без них, чищення за допомогою CO₂.

Дослідження методу очищення стисненим спрямованим повітрям показали, що такий вид очищення є перспективним для видалення великих частинок пилу та забруднень. Натомість для дрібних часточок такий метод не є ефективним, оскільки при обробці повітрям такі частинки зв'язуються з поверхнею паперу та утримуються на ній за допомогою сили тертя [4]. Запропоноване рішення з використання додаткових дрібних абразивних часточок в очищенні спрямованим стисненим повітрям, таких як скло або шматочки целюлози, є ефективним проти малих забруднюючих частинок на поверхні паперу. Але існує ризик того, що абразивні часточки можуть залишитись на поверхні твору мистецтва після закінчення проце-



Рис. А1. Рекламний плакат. Змішана техніка виконання: аплікація, друк, графітний олівець, туш, акварель, гуаш. До реставрації



Рис. А2. Рекламний плакат. В процесі реставрації, після завершення процесу сухого очищення паперу

сів. Процес використання техніки чищення із застосуванням CO₂ виключає подібні ризики [16].

Розрізняють чотири різних способи очищення за допомогою CO₂ – очищення з використанням частинок мікроскопічних абразивів (гранул), очищення надкритичним CO₂, очищення рідким вуглекислим газом, а також сухим снігом [16, с. 1–43]. Очищення за допомогою CO₂ почали застосовувати з середини 1980-их рр. і наразі його успішно використовують у багатьох галузях промисловості, в тому числі для очищення металів, скла, кераміки, полімерів, тощо. Цей метод є безпечним, негорючим та нетоксичним.

Спосіб очищення за допомогою обробки поверхні паперу високошвидкісним повітряним струменем CO₂ (сухим снігом) показав ефективність, аналогічну традиційному чищенню, без будь-яких негативних наслідків для поверхні основи [17; 23, с. 31–34], за умови дотримання усіх вимог щодо здійснення роботи, проведення попереднього аналізу стану пам'ятки, підбору швидкості, температури і сили струменю очищення поверхні залежно від її особливостей та стану збереження [17]. Високошвидкісний повітряний струмінь сухого снігу видаляє забруднення за допомогою термомеханічного впливу на поверхню паперу, також частинки снігу CO₂ служать як розчинник органічних домішок, полегшуючи їх видалення. На відміну від льоду, зробленого з води, він не тане, переходячи з твердого стану одразу в газоподібний [22].

Розрізняють два режими подачі CO₂ в процесі виконання такого очищення. В першому варіанті подача відбувається через звичайне сопло, де шляхом адіабатичного розширення потік частинок снігу переходить у газоподібний стан. У другому, так званому двофазному типі подачі, використовується той самий принцип, але для подачі застосовується коаксіальне сопло, через зовнішню трубку якого подається інертний газ-носіє, що прискорює часточки снігу CO₂, значно підвищуючи ефективність чищення [10]. Також, здійснення самого процесу може відбуватись як вручну, так і автоматично.

Під час використання на практиці такого типу очищення необхідно запобігати конденсації атмосферної вологи на поверхні матеріалу, що очищується, для чого рекомендується застосування камери зі зниженою вологістю повітря, термостату з регулюванням температури, а також тепловізійної камери з метою моніторингу температури поверхні паперу [16].

Лазерному очищенню в галузі збереження культурної спадщини ще з 1990-их рр. почали приділяти увагу як перспективному методу очищення поверхневих забруднень творів мистецтва, спричинених термічним впливом випромінювання [13]. Однак, у біоорганічних матеріалах, таких як папір, лазерне опромінення може призвести до фотохімічної та фототермічної деградації [11].

Здійснені авторкою практичні дослідження на базі Музею Східної Чехії, з використанням лазера ArtLight II на тестових зразках різних типів паперу показали, що лазерне випромінювання може призводити до негативних нереверсивних пошкоджень: знебарвлення чи зміни кольору фарбового шару або пігментованого паперу, зміни кольору основи в місцях обробки зразка, пожовтіння паперу як побічного ефекту лазерного чищення тощо, що підтверджується іншими дослідженнями [25]. Вирішенням для цих проблем є правильний вибір налаштування режиму очищення та тривалості лазерного імпульсу [1; 2; 14, с. 87–90; 15].

Висновки. Сухе чищення є необхідним заходом для збереження пам'яток на паперовій основі, однак його проведення потребує спеціальних знань та навичок фахівця, що здійснює ці процеси, розуміння особливостей та властивостей інструментарію очищення. Сухе механічне чищення є найпоширенішим і ефективним методом очищення творів мистецтва. З урахуванням значної палітри інструментарію для реалізації такого методу, проведення досліджень нових засобів чищення, та вивчення давно відомих є необхідністю, такою ж, як і розробка методичних рекомендацій та заходів з підвищення кваліфікації для фахівців, з метою ознайомлення їх з новими ефективними продуктами для очищення графічних творів на папері.

З чотирьох відомих типів очищення за допомогою CO₂, спосіб очищення поверхні паперу високошвидкісним двофазним спреєм (сухим снігом) показав найкращий результат та є перспективним і ефективним методом. Однак, він, як і метод очищення лазером, на відміну від механічного чищення, вимагає використання додаткового обладнання. Попри перспективність методу лазерного очищення як альтернативного виду, та вже проведену значну кількість досліджень, використання

лазеру для очищення паперу все ще залишається досить неоднозначним питанням, яке потребує подальших досліджень для ефективного результату в майбутньому.

Важливо ретельно зважувати необхідність і наслідки очищення, в деяких випадках слід навіть приймати рішення утриматися від чищення загалом або окремих елементів пам'ятки, у разі імовірності пошкодження об'єкту або загрози негативних змін візуального сприйняття твору мистецтва.

Література:

1. Arif S., Bushuk S., Kouzmouk A., Tatur H., Batishche S. Kautek W. (2013.) Middle-Ultraviolet Laser Cleaning of Particulates from Sized Ground Wood Cellulose and Pure Cellulose Paper. *Journal of Cultural Heritage*.
2. Arif, S., Forster, M., Bushuk, S., Kouzmouk, A., Tatur, H., Batishche, S. and Kautek, W. (2013.) Mechanistic Comparison of Pulse Laser Induced Phase Separation of Particulates from Cellulose Paper at 213 nm and 532 nm. *Applied Physics A*, 110: 9–501.
3. Balloffet, N., Hille, J. and Reed, J. A. (2005). Preservation and conservation for libraries and archives. Chicago : American Library Association. 5–84.
4. Benešová, M., Mašková, L. (2015). Mechanické čištění papíru a certifikovaná metodika “Metodika výběru prostředku k mechanickému čištění prachových částic z povrchu papíru”. *Archivní časopis*. 65. 358–373.
5. Brokerhof, A. W. & Groot, S. & Pedersoli, J. L. & Keulen, Henk & Reissland, Birgit & Ligterink, F. (2002). Dry cleaning: the effects of new Wishab Spezialschwamm and Spezialpulver on paper. *Papierrestaurierung*. 3. 13–19.
6. Brimblecombe, P., Grossi, C. M. (2004). The rate of darkening of material surfaces. *Air Pollution and Cultural Heritage*. London. 193–198.
7. Crown, J., Guild, S. (2001). Dry Methods for Surface Cleaning Paper. Ottawa : Canadian Conservation Institute.
8. Daudin-Schotte, M., van Keulen, H. (2014). Dry Cleaning: Research and Practice. Issues in Contemporary Oil Paint, 363–372. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10100-2_24
9. Ďurovič, M. et al. (2002). Restaurování a konzervování archiválií a knih. Praha : Paseka.
10. Feng, X. et al. (2017). Development of CO₂ snow cleaning for in situ cleaning of CMM stylus tips. *Measurement Science and Technology*. 28, 1, 15007.
11. Ganeev, R. A. (2014.) Laser Cleaning of Art. *Laser-Surface Interactions*, Springer Netherlands: 87–103. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7341-7_4.
12. Hatchfield, P. B. (2010). Pollutants in the Museum Environment, Practical Strategies for Problem Solving in Designm Exhibition and Storage. London : Archetype Publications.
13. Kautek, W. & König, E., Eds. (1997.) Lasers in the Conservation of Artwork I. *Restauratorenblätter*, Special Issue. Wien : Verlag Mayer.
14. Kolar, J., Strlic, M., Pentzien, S. & Kautek, W. (2000.) Near-UV, Visible and IR Pulsed Laser Light Interaction with Cellulose. *Applied Physics A*, 71 (1): 87–90.
15. Krüger, J., Pentzien, S. & Conradi, A. (2008.) Cleaning of Artificially Soiled Paper with 532-nm Nanosecond Laser Radiation. *Applied Physics A*, 92 (1): 179–83.
16. Mašková, L., Smolík, J., Vávrová, P., Součková, M., Neoralová, J., Novotná, D., Jandová, V., Ondráček, J., Ondráčková, L., Křížová, T., Kocová, K. (2021). Metodika čištění papíru, textilu a kolagenních materiálů pomocí dvoufázového spreje sněhových částic CO₂ v nosném plynu. Ústav chemických procesů AV ČR, Národní knihovna ČR. 2021, 1–44.
17. Mašková, L. & Smolík, J. & Vávrová, P. & Neoralová, J. & Součková, M. & Novotná, D. & Jandová, V. & Ondráček, J. & Ondráčková, L. & Krizova, T. & Kocova, K. & Stanovsky, P. (2021). Carbon Dioxide Snow Cleaning of Paper. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-623777/v1>
18. Moncrieff, A., Weaver, G. (2005). Science for conservators Volume 2, Cleaning. New York : Museums and Galleries Commission, 2005.

19. Nazaroff, W. W. (2004) Indoor particle dynamics. *Indoor Air*. 14 (7), 175–183.
20. NEDCC staff. (2007, оновлено 2019.) “Conservation Procedures: 7.2 Surface Cleaning of Paper.” Northeast Document Conservation Center. веб-сайт. URL: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/7.-conservation-procedures/7.2-surface-cleaning-of-paper> (дата звернення: 20.07.2022)
21. Ritzenthaler, M. L. (2010). *Preserving archives & manuscripts*. Chicago : Society of American Archivists. 29– 425.
22. Sherman, R. (2008). 20-Carbon Dioxide Snow Cleaning. In: Kohli, K.L. and Mittal, K. *Developments in Surface Contamination and Cleaning*. Houston : William Andrew Inc., 2008, 987–1012.
23. Silverman, R. and Irwin, S. (2009) Fire and Ice Revisited: A Comparison of Two Soot Removal Techniques for Book. *International Preservation News*. 49, 31–35.
24. Urzi, C., De Leo, F., Salamone, P., Criseo, G. (2001). Airborne fungal spores colonising marbles exposed in the terrace of Messina Museum, Sicily. *Aerobiologia*. 17, 11–17.
25. Vergès-Belmin, V. & Dignard, C. (2003). Laser Yellowing: Myth or Reality? *Journal of Cultural Heritage*, 4 (Supplement 1): 442–38.

References:

1. Arif S., Bushuk S., Kouzmouk A., Tatur H., Batishche S. Kautek W. (2013.) Middle-Ultraviolet Laser Cleaning of Particulates from Sized Ground Wood Cellulose and Pure Cellulose Paper. *Journal of Cultural Heritage* [in English].
2. Arif S., Forster M., Bushuk S., Kouzmouk A., Tatur H., Batishche S., Kautek W. (2013.) *Mechanistic Comparison of Pulse Laser Induced Phase Separation of Particulates from Cellulose Paper at 213 nm and 532 nm*. *Applied Physics A*, 110: 9–501 [in English].
3. Balloffet, N., J. Hille, and J. A. Reed. (2005). *Preservation and conservation for libraries and archives*. Chicago: American Library Association. 5–84 [in English].
4. Benešová M., Mašková L. (2015). Mechanické čištění papíru a certifikovaná metodika “Metodika výběru prostředku k mechanickému čištění prachových částic z povrchu papíru”. *Archivní časopis*. 65. 358–373. [in Czech]
5. Brokerhof, A.W. & Groot, S. & Pedersoli, J. L. & Keulen, Henk & Reissland, Birgit & Ligterink, F.(2002). Dry cleaning: the effects of new Wishab Spezialschwamm and Spezialpulver on paper. *Papierrestaurierung*. 3. 13–19 [in English].
6. Brimblecombe, P., Grossi, C.M. (2004). The rate of darkening of material surfaces. *Air Pollution and Cultural Heritage*. London. 193–198 [in English].
7. Crown, J., Guild, S. (2001). *Dry Methods for Surface Cleaning Paper*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, ISBN 0-662-30077-7 [in English].
8. Daudin-Schotte, M., & van Keulen, H. (2014). *Dry Cleaning: Research and Practice*. Issues in Contemporary Oil Paint, 363–372. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10100-2_24 [in English]
9. Ďurovič, M. et al. (2002). *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, ISBN 80-7185-383-6. [in Czech]
10. Feng, X. et al. (2017). Development of CO₂ snow cleaning for in situ cleaning of CMM stylus tips. *Measurement Science and Technology*. 28, 1, 15007 [in English].
11. Ganeev, R.A. (2014.) *Laser Cleaning of Art. Laser-Surface Interactions*, Springer Netherlands: 87–103. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7341-7_4 [in English].
12. Hatchfield, P.B. (2010). *Pollutants in the Museum Environment, Practical Strategies for Problem Solving in Designm Exhibition and Storage*. London : Archetype Publications. ISBN 1873132964 [in English].
13. Kautek W., König E., Eds. (1997.) *Lasers in the Conservation of Artwork I*. Restauratorenblätter, Special Issue. Wien: Verlag Mayer [in English].
14. Kolar J., Strlic M., Pentzien S., Kautek W. (2000.) Near-UV, Visible and IR Pulsed Laser Light Interaction with Cellulose. *Applied Physics A*, 71(1): 87–90 [in English].
15. Krüger J., Pentzien S., Conradi A. (2008.) Cleaning of Artificially Soiled Paper with 532-nm Nanosecond Laser Radiation. *Applied Physics A*, 92(1): 83–179 [in English].
16. Mašková L., Smolík J., Vávrová P., Součková M., Neoralová J., Novotná D., Jandová V., Ondráček J., Ondráčková L., Křížová T., Kocová K. (2021). Metodika čištění papíru, textilu a kolagenních materiálů pomocí dvoufázového spreje sněhových částic CO₂ v nosném plynu. Ústav chemických procesů AV ČR, Národní knihovna ČR. 2021, C. 1– 44. [in Czech]
17. Mašková L., Smolík J., Vávrová P., Neoralová J., Součková M., Novotná D., Jandová V., Ondráček J., Ondráčková L., Krizova T., Kocova K., Stanovsky P. (2021). *Carbon Dioxide Snow Cleaning of Paper*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-623777/v1> [in Czech]
18. Moncrieff, A., Weaver, G. (2005). *Science for conservators Volume 2, Cleaning*. New York : Museums and Galleries Commission, 2005. ISBN 0-415-07165-8 [in English].

19. Nazaroff, W.W. (2004) *Indoor particle dynamics*. Indoor Air.14(7), 175–183 [in English].
20. NEDCC staff. (2007, оновлено 2019.)“Conservation Procedures: 7.2 Surface Cleaning of Paper.” Northeast Document Conservation Center. веб-сайт. URL: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/7.-conservation-procedures/7.2-surface-cleaning-of-paper> (дата звернення: 20.07.2022) [in English]
21. Ritzenthaler, Mary Lynn. (2010). *Preserving archives & manuscripts*. Chicago: Society of American Archivists. 29–425 [in English].
22. Sherman, R. (2008). 20 – Carbon Dioxide Snow Cleaning. In: Kohli, K.L. and Mittal, K. *Developments in Surface Contamination and Cleaning*. Houston : Wiliam Andrew Inc., 2008, 987–1012 [in English].
23. Silverman, R. and Irwin, S. (2009) Fire and Ice Revisited: A Comparison of Two Soot Removal Techniques for Book. *International Preservation News*. 49, 31–35 [in English].
24. Urzi, C., De Leo, F., Salamone, P., Criseo, G. (2001). Airborne fungal spores colonising marbles exposed in the terrace of Messina Museum, Sicily. *Aerobiologia*. 17, 11–17 [in English] .
25. Vergès-Belmin, V. and Dignard, C. (2003). Laser Yellowing: Myth or Reality? *Journal of Cultural Heritage*, 4 (Supplement 1): 44–238 [in English].