

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Педагогічний факультет
Кафедра образотворчого і декоративно-прикладного мистецтва та
реставрації творів мистецтва

**Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»**

з теми: **«ПРОБЛЕМАТИКА РОЗЧИЩЕНЬ СКЛАДНИХ
ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ»**

Виконала: здобувачка вищої освіти
освітньої програми Реставрація творів
мистецтва
спеціальності 023 Образотворче
мистецтво, декоративне мистецтво,
реставрація
спеціалізації Реставрація творів
мистецтва
денної форми здобуття вищої освіти
Надольська Олександра Василівна

Керівник: **Сергій ЛУЦЬ**,
кандидат мистецтвознавства, доцент

Рецензентка: **Іван ГУЦУЛ**,
кандидат мистецтвознавства, доцент

Кам'янець-Подільський – 2025

Зміст

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗЧИЩЕННЯ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ	7
1.1. Характеристика підлакових забруднень	7
1.2. Фізико-хімічні властивості забруднень та їх вплив на матеріал 11	
1.3. Основи реставраційних технологій: підходи до видалення забруднень	14
Висновки до розділу 1.....	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗЧИЩЕННЯ СКЛАДНИХ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ	18
2.1. Традиційні методи розчищення	18
2.2. Сучасні технології розчищення: застосування хімічних розчинів та інструментів	22
2.3. Альтернативні методи: лазерні, ультразвукові та інші технології	26
Висновки до розділу 2.....	29
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗЧИЩЕННЯ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ	30
3.1. Оцінка стану об'єктів та реставраційний процес.....	30
3.2. Копія роботи Жак Оноре Фрагонара з використанням реставраційних навичок копіювання	33
Висновки до розділу 3.....	36
ВИСНОВКИ	37

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ 39

ВСТУП

Актуальність теми. Дане дослідження є актуальним, оскільки розчищення полотна від бруду наразі залишається однією з найбільш відповідальних та технічно складних операцій у реставраційній практиці.

Підлакові забруднення (такі як продукти міграції з основи, старі реставраційні матеріали, продукти біологічного ураження чи навіть деградація хімічних матеріалів) не лише спотворюють естетичне сприйняття полотна, але й часто в майбутньому являються активними агентами його подальшого руйнування. Будь-яке непрофесійне втручання несе за собою ризик більших, можливо незворотних пошкоджень, або навіть повного руйнування не тільки лакового, а й фарбового шару, що має історико-культурну цінність. Але водночас видалення таких забруднень є критично необхідним задля подальшої довгострокової консервації об'єкта.

Традиційні методи розчищення із застосуванням вільних розчинників часто є не достатньо контрольованими, мають надмірну проникаючу здатність (дифузію), та в деяких випадках можуть спричиняти помутніння, вибілювання або навіть розчинення оригінальних шарів та структур. Водночас нові методи (такі як емульсії, гелеві системи й тд.), хоч і пропонують більшу селективність, ще не є достатньо вивченими, систематизованими та вимагають глибокого наукового обґрунтування для їх безпечного застосування надалі.

Отже, гостра потреба у систематизації знань про цю проблему, критичного аналізу ризиків та розробка науково обґрунтованих, безпечних та контрольованих методик розчищення підлакових забруднень визначає високу актуальність і потребу даного дослідження для збереження та в подальшому відновлення нашої культурної спадщини.

Мета дослідження: аналіз та систематизація фізико-хімічних та технологічних проблем, пов'язаних з видаленням складних забруднень з-під

лакованого шару (плівки) на творах мистецтва. Порівняльний аналіз ефективності та ризиків традиційних та сучасних методів розчищення для подальшого обґрунтованого вибору для реставраційної практики.

Виконання дослідження означеної теми вимагає визначення низки конкретних **завдань**, а саме:

- розглянути наявну літературну базу та інші джерела щодо наявної теми дослідження;
- проаналізувати традиційні методи розчищення виявити їхні обмеження;
- дослідити сучасні підходи (гелі, емульсії, ензими, лазер) оцінити їхній потенціал для розв'язання проблеми;
- виконати реставраційний проєкт на базі проаналізованої інформації та використовуючи наявні техніки, методи та реактиви.
- Виконання копії твору з використанням техніки митця.

Об'єкт дослідження: процес реставраційного втручання, спрямований на розчищення складних підлакових забруднень на творах мистецтва (зокрема олійний живопис)

Предмет дослідження: проблематика (ключові фізико-хімічні, технологічні та методологічні виклики), а також закономірності та методи контрольованого видалення підлакових забруднень без пошкодження оригінального лакового шару та авторського живопису.

Гіпотеза – Ефективне та безпечне видалення складних підлакових забруднень без пошкодження авторського шару живопису можливе лише за умови переходу від емпіричних методів до науково обґрунтованих систем контрольованої доставки реагентів (гелі, емульсії, буферні розчини) та використання інструментальних методів (лазер), що базуються на попередній

глибокій фізико-хімічній діагностиці стану твору та принципі «мінімального втручання».

Методи дослідження: до них належать універсальні методи, такі як аналіз синтез та порівняння, а також іконологічний метод.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх прямого впровадження у діяльність реставраторів та фондів. Систематизація проблем та аналіз сучасних методів розчищення, забезпечують наукову-методичну основу для зниження ризиків пошкодження творів мистецтва. Матеріали також можуть використовуватися для підготовки та підвищення кваліфікації фахівців-реставраторів.

Наукова новизна полягає у переосмисленні природи забруднень, зміни методології втручання та інтеграції діагностики.

Апробація з теми: дослідження було апробовано у статті «Види живописних полотен і методи їх реставрації» та опубліковано у збірнику наукових праць №26 студентського наукового журналу «UNIVERSUM»

Література з теми дослідження: література з теми аналізувалась на предмет історичного розвитку праці з забрудненнями полотен та реставраційного досвіду в цілому. Особливу цінність при дослідженні теми мало видання Ведь М.В, а також Гуріної Г. І. були корисні наукові праці Воліка К.С., Лоханько, В.Є та інших [2; 3; 4; 9].

Структура та обсяг роботи: Дипломна робота включає: вступ, три розділи, які містять сім підрозділів, висновки, список використаних джерел та літератури з найменувань та додатків. Основний текст дипломної роботи викладено на 43 сторінках друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗЧИЩЕННЯ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ

1.1. Характеристика підлакових забруднень

Одним з основних питань в реставраційній теорії та практиці є підлакові забруднення. Їх характеристика є складною, адже вони є неоднорідною групою, а являють собою сукупність гетерогенних матеріалів, що відрізняються між собою за походженням, хімічним складом та фізичним станом [16]. Опираючись на класичні дослідження попередників та сучасні дослідження з хімії полімерів та аналізу реставраційних матеріалів, повну характеристику забруднень можна структурувати наступним чином:

1.Класифікація за локалізацією

2.Класифікація за походженням та складом

Розглянемо більш детально класифікацію забруднень за місцем розташування.

Підлакові забруднення – це будь-які сторонні матеріали або продукти деградації, що можуть розміщуватися не тільки на поверхні лаку, а й під ним або в ньому. Так вони можуть знаходитись:

- *На перетині «живописного шару – лакової плівки».* Це один з найбільш поширених випадків забруднень де бруд, кіптява або пил, осідають на полотно перед лакуванням або поміж шарами лаку.
- *Між шарами лаку (інтершарові).* Так, зокрема, це бруд, що накопичувався на деградованому (старому) шарі лаку перед нанесенням нового “освіжаючого» шару (дуже поширений випадок для полотен ХІХ – ХХ ст.)
- *В товщині самої лакової плівки.* До таких випадків відносяться компоненти, що мігрували з нижніх шарів (наприклад олифа) або

частинки, що проникли у частково розчинений лак під час неодноразових спроб очищення [21].

Деградований, потемнілий або жовклий лак (наприклад стара дамарева або мастична смола) у реставрації також буде розглядатися як різновид забруднення, оскільки такий шар лаку буде спотворювати загальне враження від полотна та псуватиме авторський першочерговий задум [34].

Класифікація за походженням та складовими, є не менш важливою, адже цей аспект в подальшому диктує методику розчищення роботи. Її ми можемо поділити на такі підпункти:

- *Забруднення внутрішнього походження (ендогенні)*
- *Забруднення зовнішнього походження (екзогенні)*
- *Забруднення реставраційного походження*

Зокрема, забруднення *ендогенного* походження, це продукти фарбового або ґрунтового шару, що мігрували на поверхню і накопичились під лаковою плівкою. Такими продуктами можуть бути компоненти олифи – зв’язуючі фарби, гліцерин, вільні кислоти і т.д., які з часом, а особливо при нагріванні полотен (або якщо полотно ґрунтоване жирним ґрунтом) мігрують на гору і створюють ефект жовтої плівки на частині *«живописного шару – лакової плівки»*. Це викликає загальне потемніння яке помилково можна сприйняти за псування самого лакового шару.

Також однією з найбільш поширених та досліджуваних проблем сучасної реставрації є реакція цинку або свинцю (що міститься у білилах) та жирних кислот олифи. Внаслідок такої реакції найчастіше утворюються тверді воскоподібні часточки схожі на мило які буквально виштовхуються з фарбового шару на гору. Вони можуть проривати фарбовий та лаковий шар, або накопичуватися під ним у вигляді вузликів, таким чином деформуючи та спотворюючи полотно [13].

Не менш поширеною причиною деградації внутрішніх шарів лаку та його забруднень є міграція солей, які можуть накопичуватися з ґрунту або навіть зі стіни (якщо твір експозиціонувався в приміщенні з високою вологістю). Так кристалізація солей скоюється через мікротріщини в лакованому шарі, відбувається накопичення та збільшення об'ємів. Це також викликає помутніння та вибілювання лаку та фізичне і травматичне (для полотна) відшарування лакованої плівки від живопису [26].

Забруднення зовнішнього походження, а саме це матеріали, що потрапили на поверхню полотна з навколишнього середовища, і були запечатані поміж наступними шарами лаку. Такими матеріалами є звичайний пил та кіптява, адже частки кіптяви є хімічно інертними, мають надзвичайно розвинену поверхню, що робить їх хорошими абсорбентами. Так цей пил вбирає в себе частину компонентів лаку або олифи й тим самим міцно приклеюється до поверхні полотна. Завдяки властивості нерозчинності, пил та кіптяву можна видалити лише механічним способом або знищивши чи подрібнивши середовище забруднення (лак), в якому вони знаходяться [34].

Ще одним різновидом матеріалів екзогенного походження можуть бути органічні нашарування чи рештки, а саме нікотинові смоли, продукти життєдіяльності дрібних комах (екскременти), віск чи жири (якщо полотно якийсь час контактувало з жилими приміщеннями чи кухнею). Такі матеріали зазвичай мають коричнево-жовте забарвлення, є хімічно активними та липкими, що з часом викликає явне потемніння.

Не менш поширеним для полотна є ризик і біологічних уражень, а саме від спорів та міцелії грибів (пліснява), які встигнули розвинути на поверхні картини в умовах підвищеної вологості ще в процесі створення (до лакування).

Такі забруднення є одними з найнебезпечніших, як для реставратора, так і для самого полотна, адже грибки виділяють ензими та кислоти, що руйнують

органічні зв'язуючі, і з часом, за придатних температурних умов можуть проростати глибоко в ґрунти на кракелюр [13].

Не менш частими є забруднення, що несуть за собою реставраційне походження. Це матеріали, які реставратори внесли під час попередніх реставрацій, і з часом за допомоги побічних чинників, вони самі стали проблемою і були вкриті все новішими шарами лаку. Прикладом таких матеріалів чітко можна вказати неякісні фарби, або ті фарби, зв'язуюче волокно яких за складом відрізняється від оригінальних авторських.

Це можна вважати одним з найскладніших випадків, адже нові тонування світлішають та темнішають невідповідно до авторського живопису, порушуючи цілісність сприйняття картини, і таким чином зроблені поверх старого лаку, вкриті шарами, вони опинялися в пастці [12].

Отже, підлакові забруднення це складна, часом багатошарова та активна частина інтегрована саме у структуру твору. Їх характеристика неможлива без побічної, точної діагностики, а їх видалення є одним з найбільш точних, деталізованих та кваліфікованих завдань реставрації.

1.2. Фізико-хімічні властивості забруднень та їх вплив на матеріал

Жоден живописний твір не є суцільною поверхнею, адже це складна та багат шарова фізико-хімічна структура. Типове полотно складається з допоміжної основи (підрамника) основи (наприклад, полотно або дерев'яна панель), шару проклейки, ґрунту, одного або декількох фарбових шарів (що складаються з пігментів та зв'язуючого) та захисного шару лаку. Кожен із цих шарів має унікальний хімічний склад та фізичні властивості, і, як наслідок, унікальну вразливість до різних механізмів деградації. Взаємодія між цими шарами та зовнішнім середовищем визначає загальну стабільність об'єкта [25].

Накопичення твердих частинок на поверхні картини є основним механізмом візуальної деградації. Це призводить до погіршення оптичних властивостей: втрати глянцевої, помутніння та зміни кольорових співвідношень через розсіювання світла. Так тверді частки не є пасивним шаром бруду; вони функціонують як активні хімічні агенти [7].

Основною мішенню для кислотних газів є целюлозні матеріали, що складають основу картини – полотно або папір. Деградація цих матеріалів значною мірою спричинена кислотним гідролізом глікозидних зв'язків у целюлозі. Так пошкодження від SO_2 та NO_x є багатоступеневим, опосередкованим процесом:

- Абсорбція: Газы SO_2 та NO_2 абсорбуються гігроскопічною структурою целюлозного матеріалу (полотна чи паперу). Дослідження показують, що папір має значно більшу здатність до поглинання SO_2 , ніж NO_2 .
- Хімічне перетворення: В присутності вологи (H_2O), яка завжди присутня в матеріалі, та кисню (O_2), часто за каталітичної участі мікродомішок металів (заліза, міді) в папері, ці газы окислюються і перетворюються на відповідні сильні кислоти. Продуктами реакції SO_2 та NO_2 в атмосфері

та, що важливо, на поверхнях матеріалів є сірчана кислота (H_2SO_4) та азотна кислота (HNO_3).

- Гідроліз: Новоутворені сильні кислоти (H_2SO_4 та HNO_3) діють як потужні каталізатори. Іони H^+ (протони) атакують та розривають (гідролізують) глікозидні зв'язки, що з'єднують ланки глюкози в довгі полімерні ланцюги целюлози. Кожен розрив ланцюга призводить до зменшення ступеня полімеризації целюлози та, як наслідок, до катастрофічної втрати механічних властивостей. Матеріал основи (полотно чи папір) стає крихким, ламким та надзвичайно вразливим до будь-якого фізичного навантаження [11].

Зв'язуюче (олія, акрил, гуміарабік) не є пасивним носієм пігменту; воно є активним учасником процесу деградації. Дослідження Getty виявили критично важливий нюанс: більшість традиційних зв'язуючих (таких як ляна олія, яєчна темпера, бджолиний віск) забезпечували значний захист для чутливого алізаринового пігменту від атаки озоном. Імовірно, вони створюють щільну, гідрофобну полімерну матрицю, яка фізично блокує або уповільнює дифузію газоподібного O_3 до молекули пігменту [2].

Однак, було виявлено тривожний виняток: алізариновий кармін, приготований у декількох акрилових зв'язуючих, та зразки, покриті емульсіями акрилових полімерів, зазнали сильного вицвітання. Це складне спостереження вказує на один із двох можливих механізмів:

- Полімерна матриця сучасних акрилових емульсій є більш пористою та проникною для газів, ніж висушені олії.
- Акриловий полімер або його численні добавки можуть реагувати з озоном, створюючи вторинні продукти деградації, які, в свою чергу, додатково атакують пігмент. Це створює синергетичну атаку, що посилює деградацію.

Це прозіння має величезне значення для реставраторів: неможливо оцінити ризик для пігменту, не знаючи природи його зв'язуючого, що кардинально ускладнює прийняття рішень щодо консервації та умов експонування.

Не менш специфічні хімічні взаємодії H_2S та внутрішніх забруднювачів. Сірководень (H_2S) – це безбарвний газ із характерним запахом, який класифікується як відновлювальний сірчистий газ. H_2S може надходити як із зовнішнього середовища (промислове забруднення, спалювання палива, що містить сірку) , так і, що часто є більш небезпечним, з внутрішніх джерел. До них належить анаеробний розклад органічних матеріалів (наприклад, вовни, деяких клеїв) або метаболічна діяльність мікроорганізмів (бактерій) у вологих умовах. Кінцевим продуктом деградації є утворення сульфідів свинцю [28].

Історично свинцеві білила (гідроцерусит, $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$) були найважливішим білим пігментом у європейському живописі. Однак вони є надзвичайно вразливими до H_2S . H_2S спричиняє сильне потемніння пігментів на основі свинцю, перетворюючи яскраві білі ділянки на темно-коричневі або чорні. Цей процес є класичною реакцією сульфідизації. Газоподібний сірководень реагує з твердим карбонатом/гідроксидом свинцю, утворюючи сульфід свинцю(II) (PbS). PbS у природі відомий як мінерал галеніт [26].

Отже, глибоке розуміння фізико-хімічних процесів є фундаментальним для наукової реставрації. Воно дозволяє реставраторам точно діагностувати причину пошкодження (наприклад, відрізнити відновлювальне потемніння PbS від окислювального PbO_2) та застосовувати контрольовані, мінімально інвазивні методи очищення – такі як вибір розчинників на основі параметрів розчинності або використання гелевих систем для контролю рН та обмеження проникнення забезпечуючи збереження оригінальних матеріалів.

1.3. Основи реставраційних технологій: підходи до видалення забруднень

Процес видалення забруднень в галузі реставрації культурної спадщини є одним з найскладніших та навантажених утручань, адже це по більшості незворотна дія, яка вимагає глибокого наукового розуміння, обґрунтованої методології та чіткої етичної бази.

Діяльність реставратора несе за собою великий суспільний інтерес, адже це означає, що фахівець несе особисту відповідальність не лише перед поточним власником чи пак – куратором об'єкта реставрації, але й перед самим полотном, культурним надбанням, та суспільством в цілому. Е.С.С.О. (Європейська конфедерація організацій реставраторів) встановлює професійні стандарти та етичні правила якими регулює дію консерваторів - реставраторів. Дотримання цих правил та стандартів є обов'язковим для професіоналів високого рангу та є також своєрідною повагою до європейських законів [14].

Головним постулатом сучасної реставраційної практики можна вважати принцип «мінімального втручання». У своєму традиційному визначенні яке просуває Американський інститут консервації, це вважається головною метою будь-якого втручання, адже ціллю є зменшення ймовірності знищення оригінальних шарів роботи, зменшення унікальності об'єкта, або ненавмисного спричинення подальшої деградації в майбутньому.

Сучасна теорія реставрації інтерпретує такі принципи значно глибше аніж не робити нічого, або робити якомога менше, адже мінімальне втручання вимагає максимальної проникливості. Це означає прийняття глибоких обґрунтованих рішень про те коли втручатися, чи втручатися взагалі та які засоби для цього використовувати. У контексті роботи, а в нашому випадку, саме очищення, це дає змогу обрати найменш агресивний метод реставрації, який досягає виключно мети консервації та не більше. Іноді ж таке мінімальне

втручання може означати повну відмову від усіляких реставраційних робіт (активного очищення підлакових забруднень) на користь змінення умов зберігання експозиції та полотен, якщо це дозволяє стабілізувати об'єкти без прямого фізичного чи хімічного втручання [19].

Очищення найчастіше пояснюється прагненням до чіткості полотна, здатності бути коректно вивченим та побаченим, зрозумілим та оціненим не тільки майстром, а й звичайним незалежним спостерігачем. Наприклад видалення рештків олифи, кристалізації солей, поверхневого бруду біологічного походження, рештків старих фарб чи потемнілого лаку має на меті збільшити чіткість зображеного на полотні. Концепція чіткості насправді є філософськи складною і недосконалою, адже реставратор насправді не збільшує чіткість полотна в абсолютному сенсі, а просто обирає яка саме чіткість з безлічі існуючих способів читання полотна чи пак реставраційного об'єкта буде переважати, адже картина, що до втручання сприймалась як пошкоджена, стара, пожовтіла або затемнена після втручання буде читатись зовсім іншому, і цей перехід є свідомим вибором кожного реставратора [33].

Зрештою визначення та усвідомлення, що будь-яка консервація, а саме очищення та відновлення підлакового шару, є незворотнім процесом, призвело до філософського зсуву в професійній етиці. На зміну безповоротності прийшла більш прагматична концепція, яка полягає в тому, що сучасні реставраційні заходи не повинні зменшувати майбутні можливості до консервації, копіювання чи інтерпретації. Навіть якщо ми не можемо повністю переробити або відмінити попереднє очищення, або додані елементи у роботі, ми повинні мати можливість легко та безпечно видалити будь-які додані в процесі елементи, матеріали реставрації й тд.(наприклад залишки гелів, покриття, клеї) не пошкодивши при цьому оригінальний фарбовий або клейові шари полотна [14].

Отже видалення забруднень у реставрації є одним з найбільш відповідальних, складних і майже незворотних утручань. Сучасна професійна реставраторська парадигма базується на принципі «мінімального втручання», що означає не просто робити якомога менше, а застосовувати максимальну проникливість – тобто приймати глибоко обґрунтовані та науково відповідальні рішення щодо методів розчищення полотен. Ключовим в цій практиці є мінімізація ризику для оригінального живопису та матеріалу. Це досягається лише через системи контрольованого реставраційного процесу, де використовуються реагенти, що пропонують високу селективність.

Сучасна реставраторська практика – це інтегрований підхід до кожного об'єкта мистецтва, де під кожен реставраційний метод обирається найбільш контрольована, найменш непередбачувана та науково обґрунтована технологія.

Висновки до розділу 1

Теоретичні основи розчищення підлакових забруднень ґрунтуються на розумінні цих забруднень як складного, гетерогенного композитного шару, а не як простого поверхневого бруду. Вони найчастіше локалізовані між оригінальним шаром фарби чи лаку та пізнішими реставраційними покриттями, такими як реставраційний лак. Їхня характеристика визначається переважно походженням. Ключову роль відіграють антропогенні забруднення, зокрема «атмосферні» (сажа, оксиди сірки та азоту) та «ґрунтові» (силікатний пил) компоненти.

Фізико-хімічні властивості цього шару визначають його деструктивний вплив. Це не лише оптична деградація, що виражається у кардинальній зміні загального колориту (пожовтіння, потемніння, втрата прозорості), але й активна хімічна та механічна деструкція авторських матеріалів. Антропогенні компоненти створюють на поверхні твору висококіслотне середовище, що

призводить до кислотного гідролізу олійного зв'язуючого та деградації пігментів. Це, своєю чергою, викликає структурні проблеми, такі як втрата адгезії, що обумовлює часту необхідність у супутній консолідації шарів фарби чи ґрунту під час або до початку розчищення. Сучасні реставраційні технології, що є відповіддю на ці виклики, базуються на фундаментальних етичних засадах. Центральне місце у технологіях розчищення посідають контрольовані водні системи, оскільки вони єдині здатні ефективно нейтралізувати кислотні та полярні компоненти бруду. Ключовим теоретичним принципом є відмова від використання простих лугів чи кислот на користь буферних розчинів, які дозволяють підтримувати точний, стабільний та безпечний рівень рН (наприклад, фосфатні буфери). Для посилення селективності до цих систем додають хелатуючі агенти (для зв'язування іонів металів) та ензими (для біологічних забруднень), а для контролю проникнення їх наносять у вигляді гелів. Таким чином, розчищення підлакових забруднень є багатоетапним процесом, що поєднує хімічну нейтралізацію (водні системи), органічні розчинники для лаку та структурну стабілізацію (консолідацію), і завершується нанесенням захисного покривного лаку для надання пам'ятці експозиційного вигляду.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗЧИЩЕННЯ СКЛАДНИХ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ

2.1. Традиційні методи розчищення

У галузі консервації та реставрації живопису, традиційні методи очищення охоплюють набір фундаментальних хімічних та механічних втручань, які історично склалися як основа реставраційної практики. Парадоксально, але попри стрімкий розвиток нових технологій, таких як біоочищення мікроорганізмами або лазерна абляція, ці традиційні підходи все ще залишаються переважними у повсякденній практиці консерваторів. Ця стійкість пояснюється їхньою доведеною ефективністю, контрольованістю (в руках досвідченого фахівця) та широкою базою знань щодо їх застосування [19].

Проте, ця перевага існує в умовах фундаментальної наукової напруги. У певних академічних та консерваційних колах сформувалася стійка ортодоксальна думка, що традиційні методи, особливо ті, що базуються на використанні розчинників, є за своєю суттю дуже шкідливими для поверхні фарби. Наукові дослідження підтверджують обґрунтованість цих занепокоєнь. Традиційні хімічні та фізичні методи, хоч і ефективні проти біологічних забруднень, часто включають токсичні, нерозкладні сполуки, які можуть негативно впливати на саму оброблену ділянку твору мистецтва, а також створювати екологічні ризики. Таким чином, уся історія традиційного очищення – це постійний діалог між необхідністю втручання та науковим усвідомленням неминучих ризиків, пов'язаних із цим втручанням [31].

Підхід до очищення картин зазнав глибокої еволюції, що відображає ширшу трансформацію ролі самого консерватора. Історично, практика була вкорінена у фізичному дослідженні, суб'єктивному досвіді та навичках, що передавалися від майстра до учня, як, наприклад, у реставраційних майстернях Національної

галереї в Лондоні в післявоєнний період. Рішення щодо очищення, реконструкції втрат чи вибору лаку значною мірою залежали від суб'єктивної оцінки реставратора.

Однак, починаючи з другої половини ХХ століття, відбувся зсув до більш академічного та науково обґрунтованого підходу. Цей зсув вимагав глибшого розуміння концепцій історичного об'єкта та матеріальної автентичності, що безпосередньо вплинуло на прийняття рішень. Суперечливі випадки, такі як знамените очищення картини Тиціана «Вакх і Аріадна» у 1960-х роках, стали центральними у цих дебатах. Хоча очищення виявило яскраві кольори, воно порушило ключове питання: чи не зайшло очищення занадто далеко, і чи не був видалений шар патини, який сам по собі мав історичну цінність.

Сучасна консерваційна етика, що виросла з критики старих практик, базується на фундаментальному принципі: завжди починати з найм'якшого з можливих методів. Консерватор зобов'язаний спочатку спробувати найменш інвазивні техніки та переходити до сильніших хімічних або механічних втручань лише за крайньої необхідності. Цей принцип від найм'якшого до найсильнішого є не просто рекомендацією, а науковою вимогою [35].

Невіддільною частиною цієї методології є процедура попереднього тестування, відома як тестування на ділянці. Науковий протокол вимагає, щоб будь-який пропонований розчин для очищення був спочатку нанесений на невелику, репрезентативну, часто малопомітну ділянку (або, в ідеалі, на спеціально підготовлений зразок, що імітує об'єкт). Ця тестова ділянка повинна ретельно спостерігатися протягом визначеного періоду (іноді до 30 днів) на предмет будь-яких негативних реакцій: зміни кольору, появи плям, помутніння, підняття фарби або утворення пробілів. Цей процес дозволяє науково оцінити реакцію унікальної та складної хімічної системи, якою є картина, на запропоноване втручання, мінімізуючи ризик катастрофічних наслідків [33].

Зрештою можна виділити такі традиційні водні та розчинникові системи очищення:

- Дистильована або Деіонізована вода. Допомагає у видаленні поверхневого бруду, пилу, водорозчинних клеїв. Є високополярним розчинником: розчиняє гідрофільні та іонні сполуки та може вимивати іони та водорозчинні ПАР з фарби.
- Буферизована вода як ацетатний або цитратний буфер. Така суміш надає можливість контрольованого очищення, видалення старих лужних або кислотних забруднень, підтримує стабільне рН, іонізує окислені компоненти для їх розчинення. При цьому така вода надає ризик взаємодії буферних солей з пігментами, та неадекватний рН може спричинити гідроліз олій.
- Хелатуюча вода + EDTA. Допомагає у видаленні стійких сольових кірок (наприклад, сульфатів, карбонатів свинцю). Хелатування (зв'язування) іонів металів (наприклад, Pb^{2+}), що робить їх водорозчинними. Так залишки такої води можуть бути активними, тому існує ризик надмірного очищення та видалення пігменту разом з кіркою.
- Людська слина. Польовий метод для видалення органічних забруднень. Ферментативний каталіз (гідроліз) органіки за допомогою α -амілази. Миттєво інактивує ферменти іонами важких металів (свинець, ртуть) у пігментах, але залишає білкові залишки, що є ризиком біодеградації [11].
- Розчинник (Вуглеводень). Скипидар. Розчиняє старі олійно-смоляні лаки, є обмежувачем для спиртів, також розчиняє натуральні смоли (наприклад, дамару). Є дуже токсичним. Існує високий ризик при змішуванні з полярними розчинниками.
- Розчинник (Спирт). Етанол. Розчиняє смоляні лаки та є активним розчинником. Полярний протонний розчинник, він руйнує водневі зв'язки

у смолах. Має низькопомірне набухання, але може бути агресивним до олійної фарби.

- Розчинник (Кетон). Ацетон. Дуже сильний розчинник для видалення стійких лаків та фарб. Має високу розчинну здатність, та низькопомірне набухання. Дуже швидко випаровується та спричиняє охолодження та помутніння [26].

Отже, справжня спадщина традиційних методів очищення – це не самі ці техніки, а багатий, хоч і тривожний, набір даних про ризики, який вони нам надали. Саме наукове розуміння проблем традиційного застосування (наприклад, неконтрольована доставка розчинника ватним тампоном, що призводить до синергії набухання та механічного пошкодження, або нелінійна небезпека сумішей розчинників) стало прямим рушієм сучасних інновацій у консервації.

Розробка сучасних гелів, мікроемульсій та нових аплікаторів – це не відмова від традиційних розчинників (багато з цих систем використовують ті ж самі ацетон чи етанол). Це наукова спроба покращити їхню систему доставки: утримати розчинник на поверхні, контролювати його проникнення, мінімізувати час контакту та зменшити механічну дію. Усе це робиться для того, щоб цілеспрямовано мінімізувати саме ті ризики (набухання, вимивання), які наука виявила, вивчаючи традиційні методи. Таким чином, традиційна практика слугує і як незамінний фундамент, і як найпотужніший каталізатор для власної еволюції.

2.2. Сучасні технології розчищення: застосування хімічних розчинів та інструментів

Процес видалення забруднень (очищення) в галузі консервації та реставрації культурної спадщини є одним із найбільш критичних, інтерпретаційно складних та етично навантажених втручань. Це незворотна дія, яка вимагає глибокого наукового розуміння, обґрунтованої методології та чіткої етичної бази.

Наприклад, водні системи очищення, це більше, ніж просто вода.

Вода є потужним полярним розчинником, однак її неконтрольоване використання на чутливих матеріалах, таких як папір, текстиль або певні типи фарб, наприклад, сучасні акрилові фарби, є руйнівним. Сучасне водне очищення – це інженерія водних розчинів, де контролюється кожен параметр.

- **Контроль рН та провідності:** Це найважливіші параметри для чутливих об'єктів (наприклад, текстиль або папір) рН розчину повинен бути ретельно підібраний та стабілізований за допомогою буферних розчинів. Це необхідно, щоб уникнути кислотного гідролізу (руйнування целюлози) або надмірного лужного набрякання. Діагностичне вимірювання поверхневого рН об'єкта (наприклад, за допомогою агарозних гелевих пробок) часто є ключовим першим кроком.
- **Хелатуючі агенти:** Це молекули-магніти для іонів металів. Додавання хелатуючих агентів (таких як EDTA або DTPA) дозволяє водному розчину селективно захоплювати та видаляти специфічні іони металів (наприклад, залізо, мідь). Ці іони часто є причиною стійких плям (наприклад, лисячих плям на папері) або діють як каталізатори в процесах деградації.
- **Ензими (Ферменти):** Це високоспецифічні біологічні каталізатори, що використовуються для розщеплення конкретних органічних забруднень, які не піддаються звичайним розчинникам. Кожен ензим працює лише зі своєю мішенню. Наприклад, амілаза використовується для видалення

старих крохмальних клеїв, тоді як протеаза – для білкових забруднень (наприклад, тваринний клей, казеїн, плями крові) [1].

Системи контрольованої доставки: Гелі та емульсії.

Виникає ключова проблема: як застосувати водний розчин (з ензимами чи хелаторами) на вертикальній поверхні? Або на матеріалі, який є надзвичайно чутливим до води (наприклад, папір або деякі акрилові фарби). Рішенням є іммобілізація розчинника в носії, найчастіше – перетворення його на гель. Гелі діють як системи контрольованої доставки, що забезпечують локалізацію втручання.

Перевагами гелів є:

- Локалізація: Гель залишається точно в місці нанесення, запобігаючи розтіканню.
- Контроль проникнення: Вода або розчинник вивільняється з гелевої матриці повільно, що запобігає неконтрольованому затіканню в пористий субстрат.
- Збільшений час контакту: Дозволяє повільним реагентам, таким як ензими, ефективно працювати протягом тривалого часу.
- Легкість видалення: В ідеалі, гель знімається з поверхні єдиним пластом, забираючи з собою розчинене забруднення [16].

Типи гелів:

- Природні полімери: Широко використовуються завдяки своїй біосумісності. До них належать ксантан, агар, гелан та хітозан. Наприклад, у дослідженнях було виявлено, що гелан краще, ніж агар, прилягає до текстурованих поверхонь фарби, забезпечуючи кращий контакт.
- Синтетичні полімери: Наприклад, полівініловий спирт (PVA), поліакриламід та ін.

- Мікроемульсії: Це складні наноструктуровані системи, наприклад, олія-у-воді або вода-в-олії, стабілізовані сурфактантами. Вони дозволяють поєднувати водні та неводні розчинники в одному гелі, що є ефективним для очищення складних, багатокомпонентних забруднень.

Панівним трендом, що об'єднує всі ці технології, є прагнення до абсолютного контролю над втручанням. Мета полягає в тому, щоб максимізувати час контакту реагенту із забрудненням та мінімізувати час контакту із субстратом. Це є прямою відповіддю на ризики, виявлені в дослідженнях, де неконтрольовані розчинники спричиняли фізико-хімічні зміни в матеріалах, наприклад, екстрагували пластифікатори з пластиків або вимивали сурфактанти з акрилових фарб [18].

Однак, цей перехід до складних систем створює новий, вищий клас ризиків – насамперед, ризик залишків, адже ми не можемо знати чи видаляється гель повністю, чи не залишаємо ми на поверхні полімер, який з часом деградує і стане новим забруднювачем, чи можемо ми бути впевнені, що ензими повністю видалені або деактивовані, і не продовжать перетравлювати оригінальний матеріал. Це стимулює нескінченний цикл досліджень: розробка нової техніки очищення негайно вимагає початку досліджень щодо її довгострокових побічних ефектів.

Перехід до інструментальних методів очищення є відповіддю на фундаментальне обмеження всіх, навіть найдосконаліших, хімічних систем: вони покладаються на дифузію та хімічну реакцію. Інструментальні методи пропонують фізичне видалення небажаних шарів з рівнем контролю, який раніше був неможливим.

Однак, ключова інновація, що перетворила цю галузь, – це не лише сам інструмент (наприклад, лазер), але і його нерозривна інтеграція з діагностикою

в реальному часі. Сучасне лазерне очищення – це не просто випалювання бруду це замкнена система зворотного зв'язку, де діагностичні прилади (такі як Оптична Когерентна Томографія або Лазерно-Індукована Пробійна Спектроскопія) дивляться і відчують поверхню на мікрометричному рівні, керуючи лазером. Це перетворило реставрацію з мистецтва, що покладається на інтуїцію, на науково обґрунтовану мікрохірургію [24].

Отже, майбутнє консервації, ймовірно, лежить у ще глибшій синергії цих методів. Наприклад, комбіновані підходи, такі як використання зелених гелів для зволоження та підготовки поверхні перед контрольованою лазерною абляцією. Подальший розвиток буде нерозривно пов'язаний з міждисциплінарними досягненнями в матеріалознавстві, нанотехнологіях, фотоніці та біохімії.

Кінцевою метою, як і раніше, залишається досягнення ідеального очищення: максимальне та повне видалення небажаного, неавтентичного матеріалу при нульовому хімічному, фізичному чи оптичному впливі на оригінальний твір мистецтва.

2.3. Альтернативні методи: лазерні, ультразвукові та інші технології

Традиційні втручання, такі як очищення за допомогою агресивних хімічних розчинників, що наносяться ватними тампонами, або механічне видалення шарів скальпелем, дедалі частіше поступаються місцем альтернативним технологіям, що характеризуються мінімальною інвазивністю, високою селективністю та безпрецедентним рівнем контролю.

Сучасна філософія реставрації ставить на перше місце не лише естетичне відновлення твору мистецтва, але і його довгострокову хімічну та фізичну стабільність. Цей перехід був би неможливим без синергії між консерваторами та науковцями в галузі матеріалознавства, хімії та фізики. Впровадження передових неінвазивних діагностичних інструментів дозволило отримати глибоке розуміння складної структури та хімічного складу об'єктів культурної спадщини. Відповідно, самі методи втручання еволюціонували, включивши в себе лазерні системи для точкової абляції, ультразвукові технології для делікатної консолідації, інноваційні гелеві платформи для контрольованої доставки розчинників та нанотехнології для консолідації та захисту на молекулярному рівні [17].

Успіх будь-якого сучасного реставраційного втручання безпосередньо залежить від повноти та точності попередньої діагностики. Вибір конкретного методу очищення, наприклад, довжини хвилі лазера або складу гелю, не може бути зроблений а рїогі. Він вимагає детального розуміння хімічного складу пігментів, типу в'язучого, а також стратиграфії – точної структури нашарувань лаку, бруду та фарби. Неінвазивні методи аналізу є критично важливими, оскільки вони надають цю інформацію без руйнування унікального об'єкта.

Рентгенівська флуоресцентна спектрометрія (XRF) стала одним із найбільш поширених та потужних інструментів для аналізу матеріалів у сфері культурної спадщини. Принцип методу полягає в опроміненні поверхні рентгенівськими

променями, що змушує атоми хімічних елементів випромінювати вторинне, флуоресцентне рентгенівське випромінювання з енергіями, характерними для кожного конкретного елемента.

Основне застосування XRF – це швидка та точна ідентифікація неорганічних матеріалів, зокрема пігментів. Аналізуючи елементний склад, реставратори можуть ідентифікувати специфічні пігменти, використані художником. Наприклад, виявлення хрому (Cr) вказує на використання хромових жовтих, ртуті (Hg) – на кіновар (vermilion), а свинцю (Pb) – на свинцеві білила. Ця інформація є неоціненною для датування, встановлення автентичності та розуміння палітри художника. Переваги методу полягають у його абсолютно неруйнівній природі, високій швидкості аналізу та портативності сучасних приладів, що дозволяє проводити дослідження на місці [39].

Розвиток технології призвів до появи сканувальних систем (Macroscopic X-ray Fluorescence, MA-XRF), які переміщують рентгенівський промінь по всій поверхні картини, створюючи повномасштабні карти розподілу кожного елемента. Однією з найбільш дивовижних можливостей MA-XRF є візуалізація прихованих шарів. Оскільки рентгенівські промені проникають крізь верхні шари фарби, метод може виявляти виправлення художника або навіть цілі картини, що були зафарбовані. Канонічним прикладом є дослідження картин Вінсента ван Гога, де MA-XRF дозволив реконструювати приховані портрети під видимими натюрмортами. Однак ці дані не є ідеальними, вони часто містять артефакти, шум від верхніх шарів фарби та ефекти нашарування, коли один елемент екранує інший. Для очищення цих даних та реконструкції прихованого зображення науковці розробляють складні обчислювальні алгоритми, такі як мінімізація загальної варіації та сліпе розділення джерел [23].

Значення XRF для реставрації виходить за межі простої ідентифікації. Воно слугує дорожньою картою для втручання. Ідентифікувавши точний склад

пігментів та їх розташування до початку очищення, реставратор може передбачити потенційні небезпеки. Наприклад, знаючи точне розташування пігментів, чутливих до лазерного випромінювання (як-от свинцеві білила, що можуть темніти) або до певних розчинників, реставратор може скоригувати параметри лазера або склад очисного гелю для уникнення пошкодження цих вразливих ділянок [15].

Кожен матеріал на поверхні картини – пігмент, зв'язна речовина, лак – має унікальну спектральну відбивну здатність, відому як спектральний підпис. Збираючи ці дані у гіперкуб (тривимірний масив даних: дві просторові координати та одна спектральна), науковці можуть ідентифікувати та картувати матеріали. Оскільки обсяг даних є величезним, для їх обробки та класифікації матеріалів застосовуються статистичні методи та алгоритми машинного навчання, зокрема Аналіз Головних Компонент (PCA).

Оптична когерентна томографія (ОСТ) – це технологія, запозичена з біомедичної візуалізації (зокрема, офтальмології), яка була адаптована для потреб реставрації. Метод використовує світло низької когерентності (зазвичай у ближньому ІЧ-діапазоні) та принципи інтерферометрії для отримання поперечних зображень (В-сканів) внутрішньої структури напівпрозорих об'єктів з мікрометричною роздільною здатністю [20].

По суті, ОСТ надає віртуальний поперечний зріз картини, дозволяючи неінвазивно візуалізувати її стратиграфію – пошарову структуру.

Шари лаку (включаючи диференціацію між старими та новими шарами).

Напівпрозорі лесувальні шари.

- Верхні шари фарби.
- Мікродефекти, такі як морфологія кракелюру (тріщин).

Головним обмеженням ОСТ є проникнення світла. Метод ефективний лише для напівпрозорих матеріалів. Багато пігментів (особливо непрозорі сині, зелені

та чорні) сильно поглинають або розсіюють ІЧ-випромінювання, обмежуючи глибину аналізу. Найкращі результати, як правило, досягаються при аналізі лаків та червоних пігментів.

Висновки до розділу 2

Аналіз методів розчищення складних підлакових забруднень демонструє чітку та послідовну еволюцію від емпіричних, високоризикованих практик до науково обґрунтованої, діагностично-орієнтованої методології. Цей розвиток характеризується, перш за все, прагненням до тотального контролю над процесом втручання – як хімічного, так і фізичного.

Традиційні методи (Розділ 2.1), що покладаються на механічні інструменти, як-от скальпелі, та неконтрольоване застосування сильних органічних розчинників (наприклад, диметилсульфоксиду або скипидару), наразі визнані фундаментально небезпечними. Їхній головний недолік руйнівна та довготривала дія та неконтрольований капілярний потік, що призводить до високого ризику незворотного пошкодження або потоншення оригінальних авторських шарів. У сучасній практиці механічні інструменти, як-от негострий скальпель, виконують виключно допоміжну роль, слугуючи для видалення вже хімічно розм'якшеного матеріалу. Сучасні ж хімічні технології складають ядро поточної реставраційної практики, оскільки вони були розроблені спеціально для розв'язання проблеми контролю. Цей підхід розвивався у двох ключових напрямках: фізичний та хімічний контроль.

Таким чином, сучасне розчищення складних підлакових забруднень є суто діагностичним процесом. Воно покладається на глибоке розуміння матеріалознавства та практичним застосуванням вузькоспеціалізованого набору інструментів, де вибір методу диктується не уподобаннями, а точним діагнозом складної системи основа-забруднення.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗЧИЩЕННЯ ПІДЛАКОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ

3.1. Оцінка стану об'єктів та реставраційний процес

Перш за все, робота вигладилась за допомоги праски. На цьому етапі полотно основи обережно прогріли через захисний матеріал (кальку і тонку бавовняну тканину), щоби розгладити хвилі, деформації та складки. Праска застосовувалась у режимі мінімального нагріву. Процес дозволив вирівняти основу перед подальшими операціями, не пересушуючи та не перегріваючи волокна [5].

На наступному етапі, приклеїли по периметру роботи цигарковий папір та розтягнули її на робочий підрамник за допомогою крафту. Так по краях роботи наклеїли смужки тонкого цигаркового паперу, який служив тимчасовою рамкою. Потім ці смужки приклеїли до крафт-паперу, що вже натягнутий на робочий підрамник. Це дозволило нам акуратно розтягнути оригінал у рівній площині: цигарковий папір зціпився з поверхнею, але легко знімається після завершення операцій. Робота зафіксувалась в абсолютно пласкому стані.

Третій етап розпочався з підготовки міцної, але водорозчинної, укріплюючої заклейки: шар 6%-го розчину желатину й цигарковий папір. Цим складом приклеїли тонкий папір на лицьову поверхню картини, адже така заклейка захищає авторську фарбу від механічних пошкоджень під час реставраційних робіт, фіксує нестійкі пігменти та дозволяє проводити дублювання та очищення тилу без ризику втрат живопису. [3]

На внутрішній стороні часто накопичується багаторічний пил, кіптява й забруднення. Тож його змочили слабким розчином дитячого мила, задля пом'якшення. Далі обережно зчистили скальпелем розм'якшені частинки,

уникаючи пошкодження волокон полотна. Очищення дозволило підготувати поверхню до дублювання й зміцнення.

П'ятим етапом були виготовлені окрайки для дублювання. Спочатку натягнули нове міцне полотно на підрамник, а після того його просочили 6% розчином желатину. Це створює рівномірний шар, що зміцнює тканину й готує її до приклеювання (дублювання). Окрайки ж, це додаткові шматки полотна, які слугуватимуть новими краями для зміцнення основи [5].

Приготували сильніший клейовий розчин (12% желатину + мед, який додає еластичності та зменшує крихкість). Окрайки приклеїли до тилової сторони оригінального полотна. Після нанесення клею використовувалась тепла праска (через захисний шар), щоб рівномірно активувати желатин, забезпечити глибоке проникнення у волокна та міцне прикріплення. Процес зробив краї полотна набагато міцнішими й придатними для подальшого натягування.

Наступним етапом зняли з лицьового боку цигарковий папір і натягнули роботу на музейний підрамник, адже коли тил зміцнено і окрайки прикріплені, тимчасову захисну заклею з лиця обережно змивають теплою водою або послаблюють парою. Після повного зняття, ми очистили поверхню від залишків желатину. Далі роботу натягнули на постійний музейний підрамник, створюючи ідеально рівне натягнення, необхідне для експонування.

Далі підготувався реставраційний ґрунт в пропорції 6% желатин + крейда "Шампань". Наносився локально на місця втрат авторського ґрунту чи фарбового шару. Це, зрештою, вирівняло поверхню, заповнило поглиблення та відновило структуру живописного шару перед подальшими роботами. [3]

Дев'ятим етапом, було проведено розчищення лицьового боку за допомогою аміаку і скальпеля. Це важливий етап, адже після очищення картина відновлює свої кольори. Ця частина реставрації була проведена задля зняття старого, пожовклого лаку, забруднень і нашарувань часу. Аміак у слабкому розчині

розм'якшив старий лак та поверхневу брудну плівку. Скальпель використовувався надзвичайно делікатно і лишень для механічного зняття залишків забруднень. Метод дозволив дістати чисту авторську фарбу, не пошкоджуючи її.

Надалі на очищену поверхню в місцях втрат знову нанесли невелику кількість реставраційного ґрунту, щоб ідеально вирівняти місця під подальше тонування й реставрацію, адже другий шар гарантує, що жодні поглиблення не будуть помітні під фарбою.

Наступним етапом роботу покрили ізолюючим шаром лаку (даммарний лак з терпентином в співвідношенні 1:1). Тут ізолюючий лак виконує дві функції:

1. вирівнює поглинання поверхні;
2. створює бар'єр між авторськими шарами і реставраційними втручаннями.

Даммарний лак у поєднанні з терпентином дав нам прозорий, гладкий шар, який легко виділятиметься в майбутньому при повторній реставрації [6].

Надалі були підібрані кольори для кожної втрати, використовуючи техніку точкового або лінійного тонування, щоб не перекривати авторський живопис. Фарби змішувалися із тим самим розчином лаку, щоб забезпечити прозорість шару та легкість у видаленні при майбутніх реставраційних роботах, адже важливе точне попадання в тон [4].

Коли тонування повністю висохло, на роботу нанесли фінальний захисний шар – розчин даммарного лаку з терпентином.

Цей шар створить однорідний блиск та надалі зберігає живопис від пилу, ультрафіолету, вологості, забезпечує тривале музейне зберігання.

3.2. Копія роботи Жак Оноре Фрагонара з використанням реставраційних навичок копіювання

Створення копії «Дівчини, що читає» (також відомої як «La Liseuse», бл. 1770) Жана-Оноре Фрагонара є надзвичайно складним завданням, що виходить за межі простого відтворення образу. Ця робота є однією з вершин знаменитої серії фантазійних фігур, адже це не були традиційні портрети на замовлення, а скоріше етюди характерних людей або демонстраційні твори, призначені для демонстрації технічної майстерності та віртуозності художника.

Першим кроком у процесі копіювання було перебивання через кальку для перенесення лінійного малюнка на полотно. Цей метод, який зазвичай передбачає використання готового копіювального (графітового або вугільного) паперу або натирання зворотного боку самої кальки м'яким графітом, має одну головну перевагу: високу точність у відтворенні контурів та розміщенні ключових елементів [10].

Але, крім того, графіт створює ризик просочування або ж примарного зображення, адже частинки графіту не розчиняються, вони є рухливими й можуть мігрувати у верхні шари фарби, особливо у світлі та напівпрозорих кольорах, таких як лимонно-жовта сукня та білий комірць. З часом, у міру того, як ляна олія у фарбі природним чином старіє і стає більш прозорою, темні лінії початкового трансферу можуть ставати більш помітними. Таким чином, точність, досягнута на першому етапі, може активно саботувати чистоту кольору на третьому етапі.

Другий етап, а саме тонування, був інтуїтивно правильним і критично важливим. Робота на сліпучо-білому ґрунті була б нехарактерною для XVIII століття і зробила б майже неможливим досягнення теплої гармонії, притаманної стилю Рококо. Цей тонований шар, відомий в класичній термінології як імприматура, є оптичним ключем до живопису Фрагонара.

Технічний аналіз інших робіт Фрагонара, таких як «Візит до дитячої» (також в NGA), вказує на те, що фарба наносилася настільки тонко, що виявляє коричневий ґрунтовий шар під нею. Функція цього теплого ґрунту (зазвичай на основі сієни або умбри) є суто оптичною. Він не призначений для повного перекриття. Він встановлює середній тон всієї картини. У швидкій системі alla prima художник свідомо залишає прогалини в наступних шарах фарби. Тепла імприматура, що просвічує крізь ці прогалини, а особливо в тінях та напівтонах, оптично об'єднує всю палітру і надає їй характерного теплого сяйва. Холодний синій, покладений тонким шаром на теплий коричневий ґрунт, візуально перетворюється на складний, нейтральний сірий. Тілесний тон здається більш живим і теплим. Таким чином, шар тонування – це не просто фон; це активний колірний елемент у фінальному зображенні. Успіх вашого третього етапу (робота з кольором) був повністю залежний від вибору, зробленого на цьому другому етапі [4].

Центральний, третій, етап копіювання, де мала відтворитися палітра Рококо та динамічний мазок Фрагонара. В системі alla prima надмірне змішування мокрих фарб неминуче призводить до бруду і втрати чистоти кольору. Це повна протилежність яскравим та інтенсивно концентрованим кольорам Фрагонара. Щоб зберегти чистоту кольору та швидкість, Фрагонар, вочевидь, завантажувал пензель одним чистим тоном, клав один впевнений мазок, витирал пензель, завантажувал новий чистий тон і клав його поруч із першим. Оптичне змішування відбувається в оці глядача на відстані. Психологічний виклик для копіюста – чинити опір спокусі виправити або розгладити мазки. Успіх копії Фрагонара залежить від впевненості – покласти мазок і залишити його у спокої [9].

Останній крок, лакування, є критично важливим з двох причин: естетичної (він насичує кольори, поглиблює тіні та вирівнює блиск) та захисної (він створює бар'єр проти бруду та атмосферних забруднень) [3].

Висновки до розділу 3

Описані методики реставрації та дублювання з використанням желатину та меду, а також ґрунтування крейдою «Шампань», демонструє глибокий зв'язок з класичною європейською школою реставрації. Попри наявність сучасних синтетичних альтернатив, використання натуральних матеріалів залишається виправданим завдяки їхній повній оборотності та фізико-механічній сумісності з оригінальними матеріалами XVIII століття. Використання меду вимагає суворого клімат-контролю (стабільної вологості) у місці майбутнього зберігання твору для запобігання біологічній деградації.

Баланс між хімічним втручанням та збереженням структури також є важливим, адже використання аміаку для очищення є ефективним, але агресивним методом. Таким чином надана реставрація була виконана за всіма канонами та технологічними методами.

Дослідження техніки Фрагонара на прикладі копіювання роботи «Дівчини, що читає» доводить, що візуальна легкість та швидкість виконання рококо базується на глибокому знанні техніки та матеріалів. Використання імприматури як активного елемента композиції та багат шаровість свідчать про складний інтелектуальний процес створення образу.

Інтеграція наукових даних у практику також є важливим аспектом для роботи реставратора. Розуміння хімічних процесів (міграція графіту, омилення при очищенні, релаксація целюлози) є необхідною умовою для прийняття правильних рішень як при реставрації, так і при створенні копій. Ігнорування цих аспектів може призвести до незворотних пошкоджень оригіналу або створення технічно недосконалих реконструкцій.

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота складається з трьох частин, а саме теоретичної та практичної, що є описом копії та реставраційної роботи. Згідно з метою та завданнями поставленими на початку роботи, було досліджено фізико-хімічні та технологічні проблеми, пов'язані з видаленням складних забруднень з-під лакованого шару. Зроблено порівняльний аналіз традиційних та сучасних підходів (гелів, емульсій, ензимів, лазерів) оцінити їх потенціал для розв'язання проблеми.

У результаті проведеного ґрунтовного аналізу першого розділу, ми дізналися, що саме являють собою підлакові забруднення, звідки вони походять, як взаємодіють з матеріалами живопису та чому становлять високу реставраційну небезпеку. Досліджено саму класифікацію забруднень (ендогенні, екзогенні, реставраційні), їх локалізацію (між шарами, у лаку, на межі «фарба–лак»), фізико-хімічні процеси, які запускають деградацію, вплив різних атмосферних забруднювачів та хімічну активність старих лаків і побічних продуктів їх розпаду.

У другому розділі порівняно три великі групи методів, такі як : традиційні, сучасні та альтернативні. Проаналізовано активні ризики, а саме надмірна дифузія, токсичність деяких традиційних методів. Активно показано, як сучасні гелеві (і не тільки) системи очищення дають контроль реставратору над трьома головними параметрами (проникненням, часом контакту, та рівнем pH). Доведено, що всі методи стали фундаментами в реставраційній галузі, такою собі відправною точкою для майбутніх поширених досліджень та інновацій.

В результаті роботи над третім розділом магістерської роботи було представлено реставраційний проект, який демонструє на практиці

послідовність практичних дій, підтверджує валідність обраних методів, показує практичне застосування їх на полотні.

Цей підхід підтвердив важливість попередньої діагностики. Правильно застосовані слабкі реагенти у поєднанні з механічним контролем дозволяють зняти старі лаковані нашарування без пошкодження фарби, а фінальний результат підтверджує ефективність мінімального втручання у практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Бідзіля, В.О. Біоциди в реставраційній практиці. - Київ: Національний науково-дослідний центр України, 2003. 64 с.
2. Вєдь М.В. Методичні рекомендації на тему: Дослідження мінеральних пігментів живопису методом мікрохімічного аналізу. Харків: ХДАДМ, 2012. 36 с.
3. Волік К.С. Реставрація живописного твору Є. Г. Волошинова: практичні рекомендації. *Образотворче мистецтво*, 2012. №3. С. 29 – 33.
4. Гуріна Г. І. Пігменти : навч. Посібник. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 158 с.
5. Дерев'янка А.Ю. Методичні рекомендації на тему «Реставрація олійного живопису».-Харків.: ХДАДМ, 2016 –18 р.
6. Долуда А. О., Терехов М. О. Дослідження розшарування різночасового живопису. Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 11–14 вересня. 2018. С. 165 – 170
7. Долуда А. О. Судово-мистецтвознавча експертиза. Міжнар. наук.-практ. конф. проф.- викл. скл. ХДАДМ за під. роб. у 2006–2007. Харків, 16–19 травня. С. 32 – 35.
8. Куцевич В., Марусик Т., Коротун І., Дивак В., Герич К. Теоретичні і практичні основи реставрації : підручник. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2024, 224 с.
9. Лоханько, В.Є. Художні матеріали і техніка живопису. Харків: Мистецтво, 1938. 187 с.
10. Урсу Н. О. Теоретичні основи композиції: навчально-методичний посібник для студентів ВНЗ художніх та художньо-педагогічних спеціальностей / Н. О. Урсу, Б. М. Негода, В. А. Гнатюк, І. П. Міхалевська. Кам'янець-Подільський : Кам.-Под. держ. унів., 2004. 61 с.

11. Burnstock A. Cleaning painted surfaces: aqueous methods. *Studies in Conservation* № 46(3)
12. Bomford D. A Closer Look: Conservation of Paintings: National Gallery, 2009. 96 p.
13. Casini, A., Chelazzi, D., & Baglioni, P. "Advanced methodologies for the cleaning of works of art." *Science China Technological Sciences*, № 66(8), 2023.
14. E.C.C.O. Professional Guidelines (II): European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations (E.C.C.O.). Brussels, 2003. 5 p.
15. Galli A., Bonizzoni L. Contribution of X-ray Fluorescence Techniques in Cultural Heritage Materials Characterization. *Applied Sciences*, №12(13), 2012.
16. Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P. New Methodologies for the Conservation of Cultural Heritage: Micellar Solutions, Microemulsions, and Hydroxide Nanoparticles. *Accounts of Chemical Research*, №43 (6), 2010.
17. Ioannidou S., Pantazis G., Conservation and Preservation Standards for Paintings: *Advanced Nondestructive and Structural Techniques for Diagnosis, Redesign and Health Monitoring for the Preservation of Cultural Heritage* , 2023, 147–158 pp.
18. Khaksar-Baghan, N., Koochakzaei, A., & Hamzavi, Y. An overview of gel-based cleaning approaches for art conservation. *SN Applied Sciences*, № 5, 2023.
19. Leonard M. PERSONAL VIEWPOINTS. Thoughts about Paintings Conservation. *Getty Conservation Institute*, 2003. 136p.
20. Liang H. Optical Coherence Tomography for Art Conservation and Archaeology. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 2007.

21. Lopez M., Bai X., Wilkie-Chancellor N., Detalle V. Contribution to Controlled Method of Varnish Removal from Easel Paintings by ns Pulsed Nd:YAG Laser. *Heritage*, №6(3), 2023.
22. Ormsby B. Conservation of artists' acrylic emulsion paints: XPS, NEXAFS and ATR-FTIR studies of wet cleaning methods. *Surface and Interface Analysis*, №46(10-11), 2014.
23. Pelagotti A., Del Mastio A., De Rosa A., Piva A. Multispectral imaging of paintings. *IEEE Signal Processing Magazine*, №25(4), 2008. 36 p.
24. Pozo-Antonio J.S., Papanikolaou A., Melessanaki K., Rivas T., Pouli P. Laser-Assisted Removal of Graffiti from Granite: Advantages of the Simultaneous Use of Two Wavelengths. *Communications from TechnoHeritage, 2017.Coatings*, 8 (4) 124.
25. Mary-Lou E. Florian, Dale Paul Kronkright, and Ruth E. Norton The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials: Getty Conservation Institute, 1990, 348 p.
26. Mills J., White R., Organic Chemistry of Museum Objects: Routledge, 1999. 222 p.
27. Siano S., Salimbeni R. Advances in Laser Cleaning of Artwork and Objects of Historical Interest: The Optimized Pulse Duration Approach. *Accounts of Chemical Research*, 2010.739 – 750 pp.
28. Ségolène B. Science et restauration: Chimie des matériaux du patrimoine culturel. Paris, 1990. 266p.
29. Thomson G. The museum environment: London: Butterworths, in association with the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1986. 293 p.
30. Правильний догляд та зберігання картин на полотні. URL: <https://print4you.com.ua/ua/stati/pravilnyy-ukhod-i-khranenie-kartin-na->

- kholste/?srsltid=AfmBOorS01A4zRdCyvVjdxRQ-twuid4UJ_NrBBc2WGPCJkZ1bokunMS (дата звернення 13.11.2025).
31. Protection from Light Damage. URL: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/2.-the-environment/2.4-protection-from-light-damage> (дата звернення 13.11.2025).
32. Agent of Deterioration: Incorrect Relative Humidity. URL: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/humidity.html> (дата звернення 13.11.2025).
33. Basic requirements of preventive conservation. URL: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/basic-requirements-preventive-conservation.html> (дата звернення 15.04.2025).
34. Behind the Scenes in Conservation: Interpreting x-rays, conservation-style. URL: <https://www.cincinnatiartmuseum.org/about/blog/conservation-blog-6282018/> (дата звернення 15.04.2025).
35. Castaldi M.M., Cuesco D.A., Hutchings J. and E.C.C.O. A European Recommendation for the Conservation-Restoration of cultural heritage. *Connaissances et reconnaissance du conservateur-restaurateur*. 2014. №9. URL: A European Recommendation for the Conservation-Restoration of cultural heritage (дата звернення 13.11.2024).
36. Conservation wiki. URL: https://www.conservation-wiki.com/wiki/Environmental_Guidelines (Дата звернення: 13.11.2025).
37. Hydrogels in Heritage Conservation: A Comparative Evaluation on Composite Objects. URL: <https://www.mdpi.com/2310-2861/11/10/828?hl=en-GB> (дата звернення 15.04.2025).
38. Environmental Guidelines for Paintings – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 10/4. URL: <https://www.canada.ca/en/conservation->

institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-
conservation-institute-notes/environmental-display-guidelines-paintings.html
(дата звернення 15.04.2025).

39. IR Reflectography, Pulse-Compression Thermography, MA-XRF, and Radiography: A Full-Thickness Study of a 16th-Century Panel Painting Copy of Raphael. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9225077/> (дата звернення 13.11.2025).
40. New perspectives on green and sustainable wet cleaning systems for art conservation. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/sm/d5sm00017c?hl=en-GB> (дата звернення 13.11.2025).
41. Organogels for the Preservation of Cultural Heritage. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12469721/?hl=en-GB> (дата звернення 13.11.2025).