

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОДУКЦІЇ ТОВ «ФАРБИ КОЛОРИТ»	6
1.1. Характеристика компанії.....	6
1.2. Характеристика продукції компанії.....	7
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ...	15
2.1. Аналіз акрилових лаків різних виробників	15
2.2. Аналіз способів випробовування лакофарбових матеріалів.....	28
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
3.1. Обґрунтування вибору досліджуваних матеріалів.....	37
3.2. Визначення швидкості висихання.....	39
3.3. Визначення стійкості покриттів до плямоутворення.....	40
3.4. Визначення твердості покриттів.....	43
3.5. Визначення адгезії покриттів.....	46
3.6. Визначення стійкості покриття до дії УФ-випромінювання	47
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	49
4.1. Визначення швидкості висихання.....	49
4.2. Визначення стійкості покриттів до плямоутворення.....	51
4.3. Визначення твердості покриттів.....	53
4.4. Визначення адгезії покриттів.....	55
4.5. Визначення стійкості покриття до дії УФ-випромінювання	56
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Сучасне меблеве виробництво неможливо уявити без якісного декоративно-захисного оздоблення, яке не лише надає виробам естетичного вигляду, але й забезпечує їхню довговічність у процесі експлуатації. Особливу роль у цьому відіграють лакофарбові матеріали, серед яких акрилові лаки займають важливе місце завдяки своїй екологічності, швидкому висиханню та хорошим експлуатаційним властивостям.

Останніми роками на українському ринку активно розвивається виробництво власних лакофарбових матеріалів, що дозволяє зменшити залежність від імпорту та підтримувати вітчизняного виробника. Проте постає питання: наскільки українські лаки здатні конкурувати з зарубіжними аналогами за своїми технічними характеристиками?

Метою даної бакалаврської роботи є аналіз якості лакофарбових матеріалів на ТОВ «Фарби Колорит».

Об'єктом дослідження є акрилові лаки, що застосовуються для опорядження дерев'яних поверхонь.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі основні завдання:

- проаналізувати продукцію фірми ТОВ «ФАРБИ КОЛОРИТ»;
- проаналізувати методи дослідження якості лакофарбових матеріалів та покриттів на їх основі;
- провести експериментальні дослідження з визначення якісних показників лакофарбових матеріалів;
- провести експериментальні дослідження з визначення якісних показників покриттів;
- зробити висновки та надати рекомендації виробництву.

Для реалізації поставлених завдань були використані використано наступні методи дослідження:

- метод аналізу та порівняння;
- метод спостереження;

- експериментальний метод.

Кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів.

У першому розділі наведено загальну характеристику підприємства ТОВ «Фарби Колорит» та основного асортименту його продукції.

У другому розділі виконано аналітичний огляд акрилових лаків як вітчизняного, так і закордонного виробництва, а також розглянуто методи випробувань.

Третій розділ присвячено методикам досліджень, що застосовувались під час експериментів.

У четвертому розділі подано результати експериментальних досліджень і здійснено їх аналіз.

Бакалаврську роботу викладено на 63 сторінках. Вона містить 33 рисунки, 21 таблицю, 32 використані джерела та 1 додаток.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОДУКЦІЇ ТОВ «ФАРБИ КОЛОРИТ»

1.1. Характеристика компанії

ТОВ "Фарби Колорит", вже понад два десятиліття є одним з лідерів українського ринку лакофарбових матеріалів. Засноване у 2003 році, підприємство з самого початку взяло курс на виробництво екологічно чистих та високоякісних продуктів [1].

Одним з найбільших досягнень компанії стало створення однієї з перших в Україні воднодисперсійних фарб. Цей продукт, представлений на ринку близько двадцяти років тому, швидко завоював довіру споживачів і став стандартом якості на українському ринку завдяки своїм властивостям – відсутності різкого запаху, швидкості висихання та безпечності для здоров'я людей [1].

Протягом усіх років своєї діяльності «Фарби Колорит» залишається вірним своїм принципам – екологічності та високій якості продукції. Компанія постійно вдосконалює технологічні процеси, впроваджує нові розробки та використовує сучасне обладнання, що дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля та забезпечувати найвищі стандарти якості продукції.

ТОВ «Фарби Колорит» є одним з найбільших виробників лакофарбових матеріалів в Україні, щорічно випускаючи понад 55 мільйонів літрів високоякісної продукції. Будучи частиною великої групи компаній FarbaHouse, має доступ до найсучасніших технологій та передових розробок у галузі виробництва фарб. До групи компаній входить також бренд FARBMANN, який спеціалізується на виробництві професійних лакофарбових матеріалів для різних сфер застосування [1].

Кожен продукт, що виходить з цехів, проходить ретельний контроль якості у власній лабораторії (рис. 1.1). Фахівці проводять понад 90 різних тестів, щоб переконатися у відповідності продукції найвищим стандартам.

Виробництво сертифіковане за міжнародним стандартом ISO 9001, що гарантує стабільну високу якість та безпеку продукції [1].



Рис. 1.1. Контроль якості продукції

ТОВ «Фарби Колорит» забезпечує високу якість своєї продукції завдяки використанню виключно преміальної сировини від провідних світових виробників. Серед постачальників такі відомі бренди як Emballator, Dow, Venator та BASF. Ці компанії є світовими лідерами у виробництві високоякісних пігментів, смол та інших компонентів для лакофарбових матеріалів [1].

Для забезпечення безперервного вдосконалення виробничих процесів та якості продукції, «Фарби Колорит» тісно співпрацює з фінською компанією Tikkurila – одним з найстаріших та найдосвідченіших виробників лакофарбових матеріалів у світі. Завдяки цьому співробітництву, «Колорит» впроваджує на своєму виробництві провідні фінські технології, що дозволяє створювати продукцію, яка відповідає найвищим європейським стандартам.

1.2. Характеристика продукції компанії

Сьогодні «Фарби Колорит» пропонує широкий асортимент лакофарбових матеріалів для різних видів робіт: інтер'єрні фарби

(воднодисперсійні, акрилові, латексні), фасадні фарби, спеціальні покриття (грунтовки, штукатурки, шпаклівки, лаки, емалі), кажучи про захист деревини, це акрилові лаки, морилки для внутрішніх робіт, лазури та миючі засоби. Продукція «Фарби Колорит» широко використовується в Україні як в побуті, так і в промисловості.

Серед фасадних фарб, що виробляє компанія варто відзначити FARBMANN WOOD PAINT (рис. 1.2). Це акрилова фарба призначена для зовнішніх робіт, використовується як для нових так і для раніше пофарбованих поверхонь [2].



Рис. 1.2. Фасадна фарба FARBMANN WOOD PAINT [2]

Більш детальну інформацію про характеристики фарби ми можемо побачити в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика фасадної фарби FARBMANN WOOD PAINT

Параметр	Значення
1	2
Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Напівматовий

Продовження таблиці 1.1

1	2
Область застосування	Фарбування дерев'яних конструкцій: вікон, дверей, меблів, та інших поверхонь
Умови нанесення	Температура: +10 °С-+25 °С; вологість: 8-12 %
Час висихання	Не менше 12 годин без впливу атмосферних опадів
Способи нанесення	Пензель, валик, розпилювач

Серед лаків розглянемо панельний лак Kolorit Panel Lacquer (рис. 1.3). Це шовковисто-матовий лак на водній основі, для захисту і декоративного оздоблення панелей, колод, брусів та інших дерев'яних поверхонь. Завдяки спеціальному складу лак глибоко проникає у структуру деревини. Він не має різкого запаху, стійкий до впливу побутової хімії та витримує температуру до +80 °С [3].



Рис. 1.3. Панельний лак Kolorit Panel Lacquer [3]

Детальні технічні характеристики панельного лаку Kolorit Panel Lacquer наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики панельного лаку Kolorit Panel Lacquer

Параметр	Значення
Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Шовковисто-матовий
Область застосування	Лак призначений для обробки панелей, колод, брусів та інших дерев'яних елементів усередині приміщень. Також може використовуватися для бетонних і цегляних поверхонь
Термостійкість	До +80 °С
Час висихання	На відлип – 1 година, міжшарове нанесення – 2-4 години, повна міцність досягається через 28 діб
Витрата на 1 шар	До 10 м ² /л.
Сухий залишок	Близько 35 % маси
Способи нанесення	Пензель, розпилення, валик

Лак наноситься у два шари, причому кожен шар слід рівномірно розподіляти по напрямку волокон деревини. Якщо ж використовується тонований лак, достатньо нанести лише один шар. Після цього поверх тонованого шару рекомендується нанести безбарвний захисний лак, який додатково збільшує стійкість покриття до зносу, подряпин і вологи. Готове лакове покриття набирає повну міцність і висихає протягом місяця, тому очищати його від пилу або забруднень слід лише з використанням м'яких нейтральних миючих засобів не раніше ніж через 30 днів, щоб не пошкодити захисний шар і зберегти його зовнішній вигляд на довгий час. [3].

Також компанія виробляє і акрилову морилку Holzschutz Beize AK-100 WB (рис. 1.4). Вона не вкриває поверхню як фарба, а виділяє фактуру деревини, підкреслює її неповторний малюнок. Може наноситись як на шпон

так і на масивну деревину. Застосовується для стін, дверей, меблів, віконних рам та інших поверхонь. Проте виробник підкреслює що Holzschutz Beize AK-100 WB не можна використовувати для обробки підлог і лазень, а також в якості самостійного покриття [4].



Рис. 1.4. Акрилова морилка Holzschutz Beize AK-100 WB [4]

Зведена інформація про технічні характеристики морилки наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики морилки Holzschutz Beize AK-100 WB

Склад	Водний акриловий сополімер з функціональними добавками
Сухий залишок	Близько 6 % маси
Густина	Близько 1,0 кг/л
Спосіб нанесення	Наносити пензлем, губкою або розпиленням
Колір	Безбарвний Морилка колірується в системі Tikkurila Avatint
Умови нанесення	Температура: +18 °С...+25 °С; вологість деревини: 8-12 %
Зберігання	Не допускати заморожування морилки

Серед новинок продукції компанії є миючий засіб від цвілі плісняви та грибків FARBMANN Wood Wash (рис. 1.5). Це концентрований дезинфікуючий миючий засіб для внутрішніх та зовнішніх робіт, без різкого запаху. Миючий засіб застосовуються для знищення та ефективного видалення плісняви і грибків з різних поверхонь всередині і зовні приміщень: дерев'яні поверхні, керамічна плитка, мінеральні, пластикові, металеві, раніше пофарбовані поверхні, а також в якості профілактичного миючого засобу по новим або пофарбованим дерев'яним поверхням перед нанесенням лакофарбових матеріалів [5].



Рис. 1.5. Миючий засіб FARBMANN Wood Wash [5]

Рекомендованою температурою повітря для використання миючого засобу є температура від +5 °С до +28 °С. Виробник застерігає та не рекомендує використовувати засіб на сильно розігрітих поверхнях [5].

Після обробки, поверхні обов'язково промити водою. Не залишати миючий засіб на поверхнях. Перед подальшим оздобленням поверхня має бути висушена, та рекомендується обробити ґрунтувальним антисептиком для запобігання подальшого виникнення цвілі чи плісняви [5].

Не оминула компанія і виробництво шпаклівок, зокрема Kolorit STANDART LH (рис. 1.6). Це фінішна шпаклівка, що дозволяє забезпечити

ідеальну поверхню. Це перша в Україні шпаклівка, яку можна колірувати у світлі відтінки за палітрою Kolorit Base Light, що покращує декоративний вигляд фінішного покриття та зменшує витрати фарби [6].



Рис. 1.6. Фінішна шпаклівка Kolorit STANDART LH [6]

Загальну характеристику шпаклівки подано в табл. 1.4.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики фінішної шпаклівки Kolorit STANDART LH

Склад	Водна дисперсія акрилатного сополімеру, мінеральні наповнювачі, пігменти, функціональні добавки. Використовується сировина виробництва ЄС та Швейцарії
Витрата	До 1,1 кг/м ² на один шар (товщина шару 1 мм). Наноситься в 1-2 шари
Сухий залишок	Близько 65 % маси
Спосіб нанесення	Наносити металевим шпателем або безповітряним розпиленням
Час висихання	Від 5 годин, повне висихання через 24 години
Термостійкість	Витримує температуру від -40 °С до +80 °С

На основі вищенаведеного можна зробити висновок, що ТОВ «Фарби Колорит» займає провідні позиції на українському ринку лакофарбових матеріалів завдяки поєднанню високої якості продукції, екологічності та впровадженню сучасних технологій. Постійне вдосконалення виробничих процесів, співпраця з міжнародними компаніями та використання преміальної сировини дозволяють підприємству забезпечувати споживачів надійними та інноваційними продуктами. Асортимент компанії охоплює широкий спектр матеріалів для різних сфер застосування, що робить її продукцію затребуваною як у побутовому, так і в професійному використанні.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ

2.1. Аналіз акрилових лаків різних виробників

У процесі аналізу акрилових лаків важливим аспектом є вивчення особливостей продукції різних виробників, адже якість, властивості та призначення лакофарбових матеріалів значною мірою залежать від технологічних рішень, що застосовуються компаніями. Серед провідних світових виробників, що представлені на українському ринку можна виокремити такі бренди, як LuxDecor, Element, TIKKURILA, Feidal, KEMICHAL та Helios.

LuxDecor – польський бренд, що спеціалізується на виробництві та постачанні якісної продукції для різноманітних інтер'єрних рішень. Заснований з метою створення продуктів найвищої якості для декорування приміщень, бренд завоював довіру споживачів та визнання у сфері дизайну інтер'єрів. Засновники компанії вдало поєднали свій досвід у сфері промислової хімії зі знаннями голландських партнерів, і отримали чудовий результат – інноваційні характеристики голландської промисловості з креативною формулою польських технологів. Продукція виробника ідеально підходить як для початкового, так і для декоративного оздоблення внутрішніх та зовнішніх конструкцій з дерева. LuxDecor пропонує широкий асортимент декоративних матеріалів, включаючи: фарби, лаки, лазурі, морилки, імпрегнати. Їх часто використовують у побутових умовах завдяки простоті застосування та безпечності [7].

Компанія виготовляє напівматовий акриловий лак PREMIUMLINE (рис. 2.1) для деревини, без запаху, на водній основі, що має гарний захист від механічних пошкоджень, вологи та пожовтіння. Підходить для ДСП, МДФ, меблів. Витрата – 12 м²/л. Час висихання: від 1 до 24 годин.



Рис. 2.1. LuxDecor PREMIUMLINE напівматовий [7]

У табл.2.1 представлено докладні технічні параметри лаку LuxDecor PREMIUMLINE.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики лаку LuxDecor PREMIUMLINE

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Напівматовий
Область застосування	Опорядження ДСП, ДВП, МДФ, меблів, дерев'яних покриттів
Термостійкість	Не вказано
Час висихання	1 год (відлип), 24 год (повне висихання)
Витрата на 1 шар	12 м ² /кг
Способи нанесення	Пензель, валик

Element – український виробник лакофарбових, декоративних і теплоізоляційних матеріалів з новим підходом до розробки продукту. Історія компанії почалася в 2009 році, коли Element випустила першу лінійку інтер'єрних і фасадних фарб, використовуючи у виробництві унікальну

рецептуру і технології. Протягом кількох наступних років асортимент продукції був значно розширений і включив в себе ЛФМ для різних споживчих категорій. У 2016 році на ринок введено лінійку декоративних покриттів для стін, стель і фасадів – Element DECOR. Продукція лінійки виробляється на основі італійської технології з використанням високоякісної європейської сировини. 2020 рік – в арсеналі широкий спектр лакофарбової продукції: від антисептиків для дерева до сучасних декоративних покриттів [8].

Гарним прикладом продукції компанії є Element Decor Lacca Protettiva (рис. 2.2) матовий лак для дерева та декоративних штукатурок. Екологічний, з високою адгезією до різних поверхонь. Стійкий до вологи та миючих засобів. Витрата 10-15 м²/кг. Рекомендовано наносити у два шари.



Рис. 2.2. Element Decor Lacca Protettiva матовий лак [8]

Технічні характеристики лаку Element Decor Lacca Protettiva, можна знайти в табл.2.2.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики лаку Element Decor Lacca Protettiva

Параметр	Значення
1	2
Тип зв'язуючого	Акрил

Продовження таблиці 2.2

1	2
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Матовий
Область застосування	Дерево, штукатурки, фарбовані поверхні
Термостійкість	Не вказано
Час висихання	4–6 год (дотик), 24 год (повне)
Витрата на 1 шар	10–15 м ² /кг
Способи нанесення	Пензель, валик, розпилювач

Фінська компанія PPG Tikkurila була створена у 2021 році в результаті об'єднання компанії Tikkurila з міжнародною корпорацією PPG. Попри відносно недавнє утворення нової структури, історія бренду бере свій початок ще з 1862 року, коли у Фінляндії було засновано компанію Tikkurila. Від невеликого підприємства з виробництва лляної олії вона з часом перетворилася на одного з лідерів лакофарбової галузі в Скандинавії. Продукція TIKKURILA традиційно використовується у професійному будівництві та дизайні інтер'єрів. Сьогодні PPG Tikkurila – це спільнота з понад 2400 фахівців, що працюють у 10 країнах, включаючи держави Північної Європи, Балтії, Польщу, Казахстан та Китай [9].

Виробничі потужності компанії розташовані у шести країнах. Місія PPG Tikkurila – захищати й прикрашати світ, а стратегічна мета – стати першим вибором для клієнтів, які шукають інноваційні рішення у сфері фарбування та оздоблення поверхонь [9].

Компанія також відома виробництвом високоякісних воднодисперсійних фарб та лаків для деревини. Зокрема і лак TIKKURILA Kiva (рис. 2.3) який виготовляється на основі акрилової дисперсії. Цей лак доступний у трьох варіантах фінішного покриття, глянцевого, напівглянцевого та напівматового блиску, що дозволяє вибрати оптимальний

варіант для різних дизайнерських завдань та стилів інтер'єру, підкреслюючи природну красу деревини та одночасно забезпечуючи надійний захист поверхні.



Рис. 2.3. TIKKURILA Kiva [9]

Табл. 2.3 містить перелік технічних властивостей лаку TIKKURILA Kiva.

Таблица 2.3

Технічні характеристики лаку TIKKURILA Kiva

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Глянець, напівглянець, напівмат
Область застосування	Внутрішні дерев'яні поверхні
Термостійкість	Не вказано
Час висихання	до 24 год (залежно від умов)
Витрата на 1 шар	8–14 м ² /л
Способи нанесення	Пензель, губка, розпилювач

Німецький бренд Feidal є одним із провідних виробників лакофарбової продукції, яка успішно працює на ринках Німеччини та Європи в галузі

будівництва, ремонту та меблевої промисловості. Підприємство входить до числа 50 найкращих серед приблизно 400 німецьких виробників лакофарбових матеріалів. Спочатку підприємство спеціалізувалося на виготовленні олійних фарб, лаків на основі синтетичних смол та антикорозійних покриттів. У 1950-х роках асортимент було розширено – ключовими позиціями стали спеціалізовані лаки на замовлення, з урахуванням потреб промисловості. Вже у 1960-х роках компанія впровадила на ринок новий тип продукції – воднодисперсійні фарби, що дало поштовх до активного розвитку виробництва сучасних матеріалів для внутрішніх і зовнішніх робіт. Протягом наступних десятиліть компанія динамічно зростала та розширювала свою діяльність. Сьогодні FEIDAL є одним із лідерів німецького ринку у своїй галузі. Очолює підприємство пан Геннер Штратенверт, який у період з 1996 по 1999 рік був головою Європейської асоціації виробників лакофарбової продукції, що дало йому можливість глибоко вивчити потенціал розвитку галузі в Україні та Європі. Так, 13 грудня 2004 року було засновано спільне українсько-німецьке підприємство ТОВ «ФАЙДАЛ ЮА» [10].

Цьогоріч компанія «ФАЙДАЛЬ УКРАЇНА», яка є виробником лакофарбових матеріалів популярного бренду FEIDAL, долучилася до проєкту USAID на ряду з іншими вітчизняними компаніями. Проєкт USAID «Економічна підтримка України» (Проєкт USAID) створено для зміцнення економіки України, яка постраждала в результаті вторгнення росії.

На сьогодні асортимент торгової марки FEIDAL включає понад 200 найменувань воднодисперсійних матеріалів зокрема і Feidal Acryl-Panellack (рис. 2.4) – матовий лак на водній основі для внутрішніх і зовнішніх робіт. Захищає від вологи, УФ, механічного зносу. Підходить також для мінеральних поверхонь. Витрата 8-10 м²/л. Висихання до 3 годин [10].



Рис. 2.4. Feidal Acryl-Panellack [10]

Ознайомитися з технічними показниками панельного лаку Feidal Acryl-Panellack можна в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Технічні характеристики лаку Feidal Acryl-Panellack

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Матовий
Область застосування	Дерево, бетон, цегла, штукатурки
Термостійкість	до +30 °С
Час висихання	30 хв (пил), 1 год (дотик), 3 год (наступний шар)
Витрата на 1 шар	8–10 м ² /л
Способи нанесення	Пензель, валик, розпилювач

KEMICHAL – італійська компанія, що спеціалізується на виробництві високоякісних лакофарбових матеріалів для обробки деревини та плит МДФ. Продукція компанії активно використовується як у промисловому деревообробному виробництві, так і в столярних майстернях. Уже понад півстоліття KEMICHAL s.r.l. здійснює розробку, виготовлення та реалізацію

лакофарбових матеріалів на ринку Італії та за її межами. Виробничий асортимент охоплює поліуретанові, нітроцелюлозні, акрилові, синтетичні та водорозчинні продукти, що призначені як для внутрішнього, так і для зовнішнього застосування. До номенклатури продукції входять: морилки, патини, концентровані барвники та пігментні пасти на водній основі і на розчинниках, ґрунтовки та оздоблювальні лаки, у тому числі з кольорами за шкалами RAL і NCS в рамках системи кольору «Kemilac Color System», оздоблювальні лаки на основі олії та воску, поліефірні ґрунтовки, фарби для паркету та сходів, а також сертифіковані просочення і лаки на водній основі для зовнішніх робіт [11].

Серед представлених в Україні матеріалів розглянемо лак KEMICHAL OA1301 (рис. 2.5) – матовий, прозорий, з можливістю використання каталізаторів. Має високу прозорість, шовковисту поверхню, стійкість до побутової хімії. Витрата 120-150 г/м² [12].



Рис. 2.5. KEMICHAL OA1301 [11]

Інформація щодо технічних специфікацій лаку KEMICHAL OA1301 наведена у табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики лаку KEMICHAL OA1301

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Матова
Область застосування	Деревина, МДФ
Термостійкість	Не вказано
Час висихання	60 хв (пил), 3 год (відлип), 12 год (повне)
Витрата на 1 шар	7–8 м ² /кг
Сухий залишок	~35 %
Способи нанесення	Розпилювач, пензель

Словенська компанія Helios спеціалізується на виробництві покриттів для всіх типів поверхонь, пропонуючи інноваційні рішення, що відповідають сучасним вимогам та тенденціям ринку. У своїй діяльності компанія активно впроваджує передові технології, приділяючи особливу увагу якості продукції та потребам клієнтів. Значний акцент робиться на екологічності, зменшується використання шкідливих речовин, розробляються нові продукти, безпечні як для людини, так і для навколишнього середовища. Усі розробки відповідають найвищим міжнародним стандартам у сфері екології та сталого розвитку, що дозволяє компанії утримувати лідерські позиції на світовому ринку та гарантувати споживачам безпечні та ефективні матеріали [13].

Для якісного оздоблення внутрішніх дерев'яних поверхонь компанія розробила акриловий лак Helios TESSAROL (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Helios TESSAROL [13]

У табл. 2.6 наведено технічні характеристики лаку Helios TESSAROL.

Таблиця 2.6

Технічні характеристики лаку Helios TESSAROL

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Ступінь блиску	Матовий
Область застосування	Внутрішні дерев'яні поверхні, дитячі іграшки
Термостійкість	+5 °С до +35 °С
Час висихання	6 – 8 год між шарами
Витрата на 1 шар	8–10 м ² /л
Способи нанесення	Пензель, валик, розпилювач

Науково-виробнича фірма «Ірком-ЕКТ» українське підприємство, яке спеціалізується на виробництві водорозчинних лакофарбових матеріалів. Компанія вже понад два десятиліття працює на ринку, пропонуючи споживачам широкий асортимент продукції під торговельними марками ІРКОМ, ProCristal та Ircom Decor. Сьогодні підприємство виготовляє понад 60 найменувань продукції. Основними характеристиками діяльності фірми є висока якість продукції, орієнтація на довгостроковий сталий розвиток,

впровадження сучасних технологій, а також постійне вдосконалення відповідно до зростаючих вимог споживачів [14].

Серед матеріалів призначених для захисту і декоративної обробки дерев'яних поверхонь фірма пропонує лак панельний ІР-11 (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Ірком ІР-11

Табл. 2.7 містить технічні характеристики лаку Ірком ІР-11 зазначені виробником.

Таблиця 2.7

Технічні характеристики лаку ІР-11

Тип зв'язуючого	Акрил
Розріджувач	Вода
Спосіб нанесення	Пензлем, валиком, розпиленням
Час висихання (20 °С, відносна вологість 50%)	Не більше 3 год, від пилу – 30 хв.
Масова частка нелетких речовин	Приблизно 30 %
Густина	Приблизно 1,03 г/см ³
Норма витрати на 1 шар	8 - 11 м ² /л – в залежності від типу та підготовки поверхні
Призначення	призначений для дерев'яних та похідних від них поверхонь (фанера, ДВМ, ДСП, МДФ)

Для більш глибокого розуміння особливостей лакофарбових матеріалів, а також визначення їх доцільності використання в конкретних умовах, доцільно провести порівняльний аналіз їх основних експлуатаційних характеристик. Серед ключових параметрів, які слід враховувати при порівнянні лакофарбових матеріалів, є час висихання після нанесення, витрати матеріалу на 1 м² при одношаровому покритті, оптимальна температура повітря, необхідна для повного висихання, а також роздрібна вартість одного літра продукту. Ці показники безпосередньо впливають на зручність застосування, економічну доцільність, якість покриття та загальну ефективність використання лакофарбових матеріалів у будівельних чи оздоблювальних роботах. Порівняльні дані щодо вищезазначених характеристик представлені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Зведені технічні характеристики лаків

№ з/п	Лаки	Країна виробник	Характеристики				Ціна за 1л, грн
			Область використання зазначена виробником	Час висихання, год	Витрати на 1 м ² одного шару, м ² /кг	Температура для висихання, °С	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	LuxDecor PREMIUM LINE	Польща	Опорядження ДСП, ДВП, МДФ, меблів, дерев'яних покриттів	1	12	10-25	930
2	Element Decor Lacca Protettiva	Україна	Дерево, штукатурки, фарбовані поверхні	4-6	10-15	20	599

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8
3	TIKKURIL A Kiva	Фінляндія	Застосовується для лакування меблів, столів, книжкових шаф тощо	2	8-14	23	1276
4	Feidal Acryl- Panellack	Німеччина	Дерево, бетон, цегла, штукатурки	1	8-10	5-30	488
5	KEMICHA L OA1301	Італія	Деревина, МДФ	3	7-8	10-30	590
6	Helios TESSARO L	Словенія	Внутрішні дерев'яні поверхні, дитячі іграшки	6	8-10	10-25	605
7	Kolorit Panel Lacquer	Україна	Для обробки панелей, колод, брусів та інших дерев'яних елементів усередині приміщень.	1	10	10-28	545
8	Ірком IP- 11	Україна	Для обробки дерев'яних та похідних від них поверхонь (фанера, ДВМ, ДСП, МДФ).	3	8-11	20	524

При детальному порівнянні акрилових лаків можна побачити, що їхні характеристики загалом є досить схожими, оскільки такі матеріали виробляються за подібними технологіями та мають близьку за властивостями основу. Відмінності, як правило, стосуються окремих технічних параметрів, зокрема витрати на 1 м² поверхні та температури, необхідної для повного

висихання покриття. Ці показники можуть варіюватися залежно від концентрації сухого залишку, в'язкості лаку та рекомендацій виробника щодо умов нанесення.

Водночас більші розбіжності спостерігаються у таких характеристиках, як час висихання між шарами та остаточне висихання, а також у вартості продукту за 1 літр.

Серед представлених лаків особливої уваги заслуговують вітчизняні виробники – Kolorit Panel Lacquer та Ірком ІР-11, які демонструють технічні характеристики, що не поступаються імпортованим аналогам, при цьому мають істотно нижчу роздрібну вартість. Так, лак Kolorit забезпечує витрату до 10 м²/л при швидкому висиханні (близько 1 години), а його ціна становить лише 545 грн/л. Ірком ІР-11 також характеризується хорошою витратою (8 - 11 м²/л) і швидким часом висихання (до 3 годин), маючи при цьому одну з найменших цін серед усіх проаналізованих лаків – 524 грн/л. Це робить українські лаки конкурентоспроможними як для побутового використання, так і для професійних потреб. Водночас варто відзначити і Feidal Acryl-Panellack, який поєднує німецьку якість із помірною ціною (488 грн/л) та універсальністю застосування. Таким чином, при виборі лаку за критерієм «ціна-якість», українська продукція вигідно вирізняється на фоні іноземних брендів.

2.2. Аналіз способів випробовування лакофарбових матеріалів

Лакофарбові матеріали застосовуються для різних типів поверхонь і умов експлуатації, тому їх вибір залежить від низки важливих характеристик. Основними, що визначають придатність того чи іншого матеріалу, є: ступінь адгезії, твердість, еластичність, ступінь блиску, водостійкість, хімічна стійкість. Кожен з цих показників визначає сферу застосування фарби, лаку чи ґрунтовки та напряму впливає на довговічність покриття.

Вибір лакофарбового матеріалу здійснюється з урахуванням умов експлуатації: внутрішні або зовнішні роботи, рівень механічного

навантаження, вплив вологи, ультрафіолетового випромінювання, температурні коливання тощо. Наприклад, для фасадних робіт необхідно обирати покриття з високою стійкістю до атмосферних впливів і ультрафіолетового випромінювання, а для інтер'єрних з мінімальним вмістом летких органічних сполук, щоб забезпечити безпеку для здоров'я.

З метою визначення відповідності лакофарбових матеріалів заданим вимогам проводяться випробування, які дозволяють оцінити їх фізико-механічні та експлуатаційні характеристики. Умови випробувань можуть відрізнятися залежно від методики, проте їхня мета залишається незмінною – встановити, наскільки якість матеріалу відповідає нормативним вимогам та заявленим характеристикам виробника.

Як згадувалося, характеристики лакофарбових матеріалів можуть встановлюватися різними методиками, розглянемо деякі з них детальніше.

Визначення ступеню адгезії.

Тест монеткою це найпростіший варіант хоча і суб'єктивний, полягає у тому що береться звичайна монетка і з натиском проводиться по поверхні покриття, лакова плівка руйнується і виникають характерні подряпини. Оскільки цей тест не дозволяв зробити адекватні висновки про якість адгезії через велику кількість змінних, компанія Hamberger Industriewerke створила випробувальний прилад, так званий «Гамбергерським рубанком» (Hamberger Nobel) (рис. 2.8), який дозволяє провести тест із монеткою у заздалегідь заданих умовах. По пофарбованій поверхні проводять шматочком металу з краєм, подібним до ребра монетки, з заданою силою притиску. Цей тест дозволяє визначити силу в Ньютонах, за якої ще не виявляється пошкодження плівки [15].



Рис. 2.8. Hamberger Nobel [15]

Метод решітчатого надрізу (рис. 2.9). Метод полягає у створенні на поверхні покриття сітки надрізів за допомогою спеціального інструменту. Після цього, до цієї ділянки приклеюють клейку стрічку. Після фіксації стрічки її різким рухом під кутом 60° до поверхні відривають і візуально оцінюють ступінь відшарування покриття вздовж ліній розрізів [15].

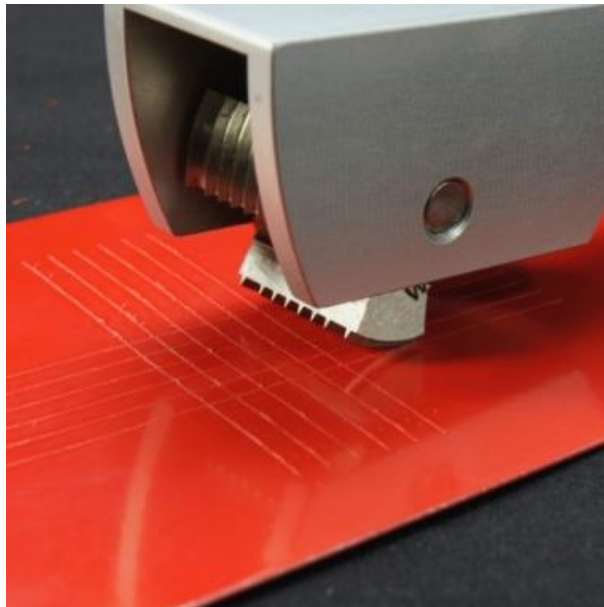


Рис. 2.9. Випробування адгезії методом решітчастих надрізів [15]

Метод відриву. Заснований на визначенні сили відриву, яка необхідна для відокремлення покриття від підкладки. Для цього використовуються електронні адгезиметри (рис. 2.10), у конструкції яких є динамометр. Для проведення випробування робочий циліндр приклеюється до покриття, що обстежується, і під впливом перпендикулярно-поступального руху відокремлює фарбу, лак або шар розчину від поверхні.



Рис. 2.10. Тестер адгезії POSITEST AT [15]

Визначення твердості лакофарбового покриття.

Визначення твердості лакофарбового покриття здійснюється за допомогою стандартних графітових олівців із різною твердістю – від 9В до 9Н. Суть методу полягає в тому, що стрижень олівця встановлюють під кутом 45° до поверхні покриття та прикладають зусилля. Потім олівцем проводять по поверхні, спостерігаючи за появою видимих слідів або дефектів. Випробування починають з м'якших олівців, поступово переходячи до твердіших, доти, поки не буде зафіксовано пошкодження покриття. Найменша твердість олівця, що залишає видимий слід, вважається межею твердості покриття. Однак за результат приймається найвища твердість олівця, який не викликав пошкодження. Цей метод дозволяє швидко та ефективно оцінити механічну стійкість покриття але є доволі умовним [16].

Визначення твердості маятниковим твердоміром (рис. 2.11). Цей метод базується на вимірюванні часу затухання коливань спеціального маятника, який контактує з поверхнею покриття. Чим швидше затухають коливання, тим м'якше покриття. Цей метод не вимірює твердість у прямому сенсі, а радше оцінює пружні та в'язкопружні властивості покриття. Іншими словами, він показує, наскільки швидко покриття поглинає енергію, коли ним рухається маятник [16].



Рис. 2.11. Маятниковий твердомір [16]

Метод випробовування на вдавлювання за Бухгольцем. Метод заснований на використанні індентора Бухгольца (рис. 2.12), який вдавлюється в покриття під дією певної постійної сили протягом заданого часу. Потім, за допомогою мікроскопа з двадцятикратним збільшенням, вимірюється довжина відбитка, який залишився на поверхні. Чим менша довжина відбитка, тим твердіше покриття [16].



Рис. 2.12. Індентор Бухгольца [16]

Визначення водостійкості лакофарбових покриттів:

- Випробовування в водяній ванні при температурі 23 °С (рис. 2.13).
Метод призначений для оцінки водостійкості ламінованих, плівкових та лакових покриттів, нанесених на основи з ХДФ або МДФ. Для проведення випробування використовують кілька зразків матеріалу шириною 5 см. Зразки повністю занурюють у водяну ванну з температурою 23 °С, де вони фіксуються у стабільному положенні та витримуються протягом 24 годин. Після завершення водного впливу зразки виймають із ванни й залишають відновлюватися при нормальній кімнатній температурі протягом 2 годин. По завершенні цього етапу проводиться оцінка адгезії покриття до основи для визначення змін, спричинених впливом води [15].

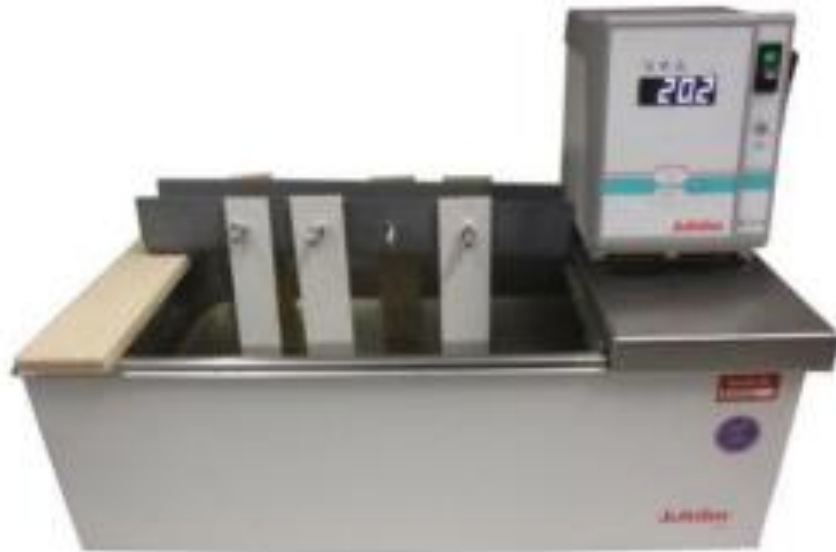


Рис. 2.13. Випробовування у водній ванні при температурі 23°C

Випробовування на стійкість покриття до дії водяної пари при 100°C (рис. 2.14). Цей метод є екстремальним способом одночасної перевірки водостійкості та паропроникності покриття. Випробувальний зразок фіксується на колбі Ерленмейєра, наповненої окропом, а зверху на нього поміщається вантаж вагою 500 г і витримується 60 хв [15].



Рис. 2.14. Випробовування покриття на стійкість до дії водяної пари

Після періоду відновлення тривалістю 24 години при кімнатній температурі проводиться візуальна оцінка якості покриття. Оцінювання здійснюється за п'ятибальною шкалою відповідно до категорій, наведених у табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Категорії оцінки покриття

Видимих змін немає	5
Несуттєві зміни ступеня глянцю та/або кольору, тільки під іншим кутом зору	4
Несуттєві зміни ступеня глянцю та/або кольору	3
Помітні зміни ступеня глянцю та/або кольору	2
Утворення пухирів та/або відшарування	1

Визначення густини лакофарбових матеріалів:

Метод пікнометра. Один із найточніших методів визначення густини рідких лакофарбових матеріалів, що не містять летких компонентів, які швидко випаровуються за умов випробування. Суть методу полягає у зважуванні спеціального лабораторного прибору – пікнометра (рис. 2.15). Спочатку прилад зважують в порожньому стані, а потім після наповнення його досліджуваною рідиною. При цьому пікнометр повинен бути попередньо ретельно очищений, висушений та охолоджений або нагрітий до потрібної температури. Отримані значення мас у поєднанні з відомим об'ємом дають змогу розрахувати густину зразка як фізичну величину, що характеризує масу одиниці об'єму. Результат визначення густини записують у грамах на кубічний сантиметр, зазвичай із точністю до трьох знаків після коми. Наприклад, якщо пікнометр заповнено рідиною, і після зважування отримано відповідну різницю мас, що відноситься до об'єму пікнометра, то можна зробити висновок про щільність зразка – наприклад, $1,237 \text{ г/см}^3$ [17].



Рис. 2.15. Скляний пікнометр для визначення густини рідин [17]

Метод зануреного тіла (плуммета). одним з надійних способів визначення густини рідких лакофарбових матеріалів, зокрема середньої та високої в'язкості. Він базується на принципі Архімеда, згідно з яким тіло, занурене у рідину, витісняє об'єм цієї рідини, еквівалентний власному об'єму. У цьому методі використовується спеціальне тіло занурення – як правило, це виготовлений з нержавіючої сталі циліндр або куля з точно визначеним об'ємом та масою. Перед початком вимірювань тіло ретельно очищується та зважується у повітрі. Потім його обережно занурюють у досліджуваний лакофарбовий матеріал, не допускаючи утворення повітряних. Після цього проводять повторне зважування у зануреному стані. На основі різниці мас між сухим і зануреним станом, а також відомого об'єму тіла, обчислюється густина рідини. Перевагою цього методу є його висока точність, а також простота реалізації без необхідності у складному лабораторному посуді. Для проведення вимірювань необхідно мати лише аналітичні ваги з точністю не менше за 0,001 г, саме тіло занурення та чисту місткість із достатнім об'ємом досліджуваного зразка. Варто зазначити, що метод не рекомендований для речовин, що випаровуються під час вимірювання, або містять великі тверді частинки, які можуть вплинути на процес занурення та точність обчислення [18].

Узагальнюючи все вище сказане, можна зробити висновок, що лакофарбові матеріали мають відмінності в технічних характеристиках, що обумовлюється індивідуальними підходами до виробництва, використанням різних технологій та сировини. Таким чином, вибір матеріалу повинен базуватися на порівнянні специфічних характеристик, які можуть визначатися різними методами, із використанням різних систем вимірювань. Іноді навіть не існує прямого переведення результатів з однієї системи в іншу, що додає складності в процесі порівняння. Тому важливо враховувати ці нюанси під час вибору лакофарбових матеріалів для конкретних умов застосування.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Обґрунтування вибору досліджуваних матеріалів

У даному дослідженні було обрано два акрилових шовковисто-матових лаки українських виробників – ІРКОМ та КОЛОРІТ (рис. 3.1). Такий вибір зумовлений кількома чинниками. По-перше, обидва бренди активно представлені на вітчизняному ринку лакофарбових матеріалів і користуються попитом серед споживачів, що свідчить про їхню конкурентоспроможність на національному рівні. По-друге, обрана продукція позиціонується виробниками як матеріали з високими експлуатаційними характеристиками, що потенційно дозволяє їм виходити на міжнародний ринок.



Рис. 3.1. Досліджувані матеріали

Вибір саме акрилових шовковисто-матових лаків зумовлений їхньою популярністю в сучасних інтер'єрних рішеннях завдяки поєднанню естетичних та функціональних властивостей, зокрема стійкості до миття, довговічності та екологічності. Дослідження цих матеріалів дозволить отримати об'єктивні дані

про їхню якість та відповідність сучасним вимогам як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Для проведення експериментальних досліджень як основи були обрані зразки деревини трьох поширених порід – сосни, вільхи та дубу (рис. 3.2). Вибір саме цих порід пояснюється їхньою широкою застосовуваністю у виробництві меблів, будівництві та оздоблювальних роботах. Кожна з порід має різні фізико-механічні властивості, що дозволяє комплексно оцінити ефективність покриття лакофарбовими матеріалами на різних типах деревини.

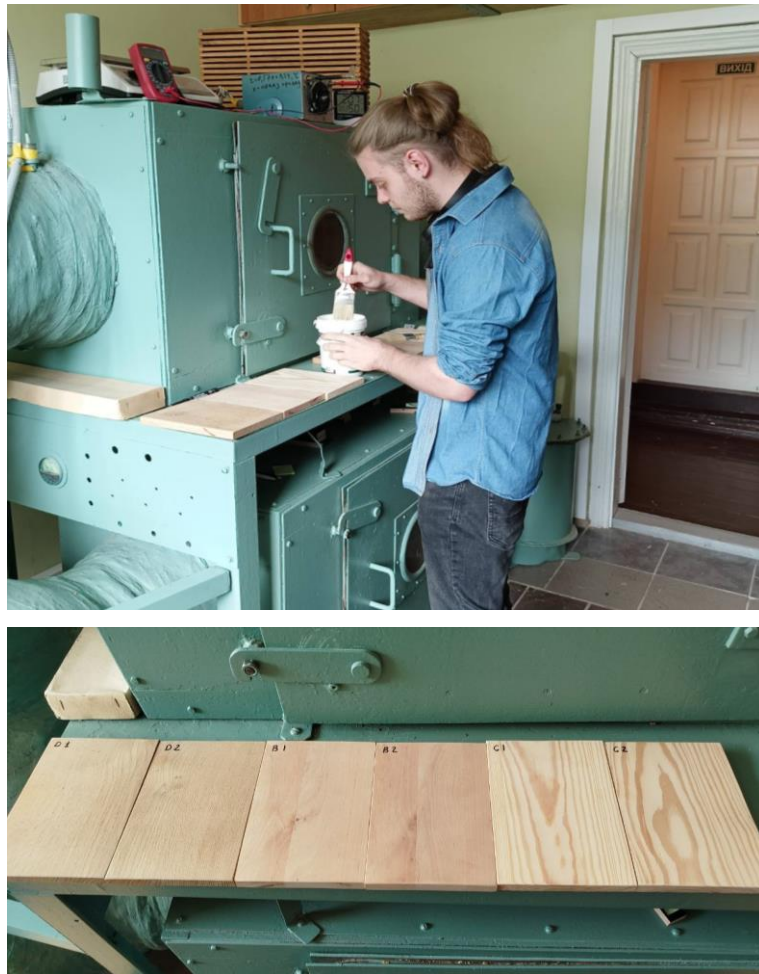


Рис. 3.2. Експериментальні зразки та процес нанесення покриття

Розміри зразків становили 15×20 см, що забезпечує достатню площу для рівномірного нанесення лаку, проведення візуальної та інструментальної оцінки якості покриття, а також дозволяє виконати стандартні випробування згідно з методиками, прийнятими в галузі.

3.2. Визначення швидкості висихання

Метою даного етапу роботи є визначення швидкості висихання лакофарбових матеріалів шляхом лабораторного експерименту. Особлива увага приділяється витратам матеріалу при одношаровому нанесенні та часу, необхідному для висихання покриття.

Для дослідження були використані експериментальні зразки, які попередньо очистили від забруднень. Кожен зразок було зважено за допомогою аналітичних вагів із точністю до 0,01 г. (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Зважування зразку

Після цього на поверхню зразка наносився рівномірний шар лакофарбового матеріалу заданої товщини, з використанням пензля. Після нанесення шарів зразки повторно зважувалися. Різниця маси до і після нанесення дозволила визначити витрату ЛФМ при одношаровому покритті за формулою 3.1 [19]:

$$Q = \frac{m_2 - m_1}{S}, \quad (3.1)$$

де Q – витрата ЛФМ, г/м²;

m_2 – маса зразка до нанесення, г;

m_1 – маса зразка після нанесення, г;

S – площа зразка, м².

Після нанесення лакофарбового матеріалу зразки залишалися в контрольованих лабораторних умовах, де підтримувалися стабільні показники температури та відносної вологості повітря, аби забезпечити рівномірний процес висихання покриття. Протягом усього періоду спостереження за зразками здійснювався періодичний контроль їх стану. Час висихання фіксувався шляхом візуального огляду поверхні, а також за допомогою тактильного методу (обережного дотику до покриття пальцем). Критерієм завершення процесу висихання вважався момент, коли лакофарбове покриття повністю втрачало липкість та не залишало слідів при дотику. Згідно рекомендацій виробника, для утворення захисної плівки, лакофарбовий матеріал наносився двічі.

3.3. Визначення стійкості покриттів до плямоутворення

Для визначення стійкості лакофарбових покриттів до впливу агресивних речовин було проведено серію випробувань відповідно до міжнародного стандарту ISO 2812-4. Цей метод передбачає оцінку зміни зовнішнього вигляду покриття після короткочасного контакту з потенційно забруднюючими речовинами [20].

У ході досліджень на зразки покриттів наносилися наступні речовини: оцтова кислота 9 % (харчовий оцет) [21], розчинник 646, уайт-спірит, ВКД, бутиловий спирт [22, 23] (рис. 3.4).

Контакт кожної речовини із поверхнею тривав 20 хвилин (рис. 3.5). Після завершення витримки залишки випробувальної речовини обережно видалялися з поверхні зразків за допомогою м'якої безворсової тканини, змоченої у дистильованій воді.



Рис. 3.4. Тестові речовини

Особливу увагу приділяли акуратності очищення, щоб не вплинути на результати подальшої оцінки. Після очищення кожен зразок уважно оглядався при природному денному освітленні. Візуальний аналіз проводився з метою виявлення будь-яких ознак змін, що могли виникнути внаслідок впливу середовища. Зокрема, оцінювалися можливі зміни кольору, ступеня блиску, поява матовості, утворення плям, пухирців, тріщин, розшарування або інших поверхневих дефектів. Наявність таких змін розглядалася як ознака зниження захисних і декоративних властивостей покриття, що є критично важливим для оцінки його експлуатаційної надійності.



Рис. 3.5. Випробування на стійкість до плямоутворення

Паралельно проводилося визначення стійкості покриттів до дії води. Для цього на окремі зразки наносилася волога вата, яка щільно прилягала до поверхні та утримувалася впродовж 60 хвилин (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Випробування на стійкість до дії води

Після завершення витримки зразки висушувалися в лабораторних умовах та підлягали візуальному огляду з фіксацією змін зовнішнього вигляду.

3.4. Визначення твердості покриттів

Однією з важливих експлуатаційних характеристик лакофарбових матеріалів є твердість покриття після висихання. Твердість визначає стійкість поверхні до механічного впливу, стирання та пошкодження. Вона безпосередньо впливає на зносостійкість, довговічність і декоративні властивості покриття.

У цій роботі твердість покриття визначалась методом за Шором відповідно до стандарту ISO 868:2003. Даний метод базується на вимірюванні глибини проникнення індентора під дією визначеного навантаження за фіксований проміжок часу (рис. 3.7). Для лакофарбових покриттів зазвичай застосовується шкала Шор D, яка підходить для твердих матеріалів [24, 25, 26].



Рис. 3.7. Твердомір Шора [24]

Загалом для кожного зразка було проведено 30 вимірювань: по 15 на непокритій частині зразків, яка слугувала контрольною основою, та по 15 на покритій частині, де знаходився шар лакофарбового матеріалу (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Визначення твердості

Для підвищення достовірності отриманих результатів було здійснено статистичну обробку даних щодо твердості покриттів із використанням

основних показників математичної статистики, у межах якої були обчислені наступні статистичні показники [32] :

Середнє значення:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (3.2)$$

Дисперсія :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (3.3)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – значення вимірної величини;

\bar{x} – середнє значення;

n – кількість вимірювань.

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (3.4)$$

Похибка:

$$\Delta = \mp \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.5)$$

Коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (3.6)$$

Показник точності:

$$P = \frac{V}{\sqrt{n}}. \quad (3.7)$$

Та кількість вимірювань:

$$n = \frac{t^2 - V^2}{P^2}. \quad (3.8)$$

Такий підхід дозволив визначити й оцінити зміну твердості покриття у порівнянні з основою. Отримані результати лягли в основу подальшого аналізу впливу породи на твердість захисного шару

3.5. Визначення адгезії покриттів

Адгезія лакофарбового покриття до основи є важливою характеристикою, що визначає експлуатаційні властивості захисно-декоративного шару. Для її визначення використовуються різні методики, зокрема механічні, фізико-хімічні та комбіновані. У даній роботі для оцінки адгезії було застосовано метод решітчастих надрізів відповідно до стандарту ISO 2409 [27].

Суть методу полягає у нанесенні на поверхню покриття серії паралельних надрізів у двох взаємно перпендикулярних напрямках з утворенням решітки (рис. 3.9). Надрізи виконуються до основи з однаковими інтервалами між ними. Відстань між надрізами залежить від товщини покриття згідно з вимогами стандарту ISO 2409. У нашому дослідженні товщина лакофарбового покриття становила менше 60 мкм, тому, відповідно до стандарту, відстань між надрізами в кожному напрямку була встановлена 2 мм. Після нанесення решітки на поверхню було наклеєно клейку стрічку, яку потім різко зірвали [28].



Рис. 3.9. Решітчасті надрізи

Оцінка адгезії проводилася візуально за 6-бальною шкалою згідно з ISO 2409, де 0 відповідає найкращій адгезії, а 5 найгіршій [27].

3.6. Визначення стійкості покриття до дії УФ-випромінювання

Одним із важливих показників якості лакофарбових покриттів, що використовуються для захисту деревини, є їхня стійкість до дії ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання, зокрема в умовах прямого сонячного освітлення, може спричинити фотохімічне руйнування основи лаку, зміну кольору та зниження адгезії покриття до деревини. Це призводить до втрати естетичних і захисних властивостей матеріалу [29].

Для визначення стійкості лакофарбового покриття до дії ультрафіолетового випромінювання було проведено експериментальне дослідження, у якому використано зразки деревини двох порід: сосни та дубу. Кожен зразок був покритий однаковим шаром лаку, після чого одна половина поверхні кожного зразка була закрита світлонепроникним матеріалом для створення контрольної ділянки, не підданої дії ультрафіолету (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Експериментальні зразки для встановлення дії УФ-випромінювання

15 жовтня 2024 року зразки були розміщені на відкритій місцевості під пряме сонячне світло. Таким чином, протягом 7 місяців частини зразків знаходились під впливом природного УФ-випромінювання, тоді як закриті ділянки залишалися захищеними.

Наведені методики дослідження охоплюють ключові показники якості лакофарбових матеріалів, а саме швидкість висихання, стійкість до плямоутворення та дії води, твердість, адгезію, а також стійкість до ультрафіолетового випромінювання і дозволяють визначити, наскільки матеріал відповідає заявленим технічним характеристикам, і дають змогу всебічно охарактеризувати захисно-декоративні властивості покриттів у різних експлуатаційних умовах.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Визначення швидкості висихання

У результаті експериментальних досліджень було отримано наступні дані для кожного зразка: витрата лакофарбового матеріалу та фактичний час його висихання, дані занесені в табл. 4.1 та 4.3 відповідно.

Таблиця 4.1

Витрати лакофарбового матеріалу

Назва лакофарбового матеріалу	Порода деревини основи	Вага зразка до нанесення m_1 , г	Вага зразка після нанесення m_2 , г	Площа зразка S , м ²	Витрати матеріалу Q , г/м ²
Kolorit Panel Lacquer	Дуб	327,37	328,70	0,03	44,33
	Вільха	249,43	251,06	0,03	54,33
	Сосна	261,70	263,89	0,03	73,00
Ірком IP-11	Дуб	321,84	323,53	0,03	56,33
	Вільха	255,16	257,06	0,03	63,33
	Сосна	260,84	263,20	0,03	78,67

Для визначення орієнтовних питомих витрат застосовуємо формулу [28]:

$$Q = \frac{10^4 h \rho}{x \cdot k}, \quad (4.1)$$

де h – товщина захисно-декоративного покриття, 60 мкм;

ρ – щільність сухої лакової плівки, г/см³ (для лаку Kolorit Panel Lacquer – 1, для Ірком IP-11 – 1,02);

x – вміст плівкоутворюючих речовин, 35 %;

k – коефіцієнт використання лакофарбового матеріалу, % (96%).

Для лаку Kolorit Panel Lacquer розрахункові витрати становили – 178,57 г/м².

Для лаку Ірком ІР-11 – 182, 14 г/м².

Порівняння витрат лакофарбових матеріалів за витратами наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Витрати лакофарбового матеріалу на зразках дубу

Лакофарбовий матеріал	Фактичні витрати, г/м ²	Розрахункові витрати, г/м ²	За технічним паспортом, г/м ²
Kolorit Panel Lacquer	44,33	178,57	100,0
Ірком ІР-11	56,33	182,14	80-100

З таблиці видно, що норми витрат не співпадають. Це можливо пояснити масштабом досліджуваного зразка, а також тим, що у формулі враховані не всі фактори, включаючи породу деревини та методи нанесення.

Таблиця 4.3

Час висихання лакофарбового матеріалу

Назва лакофарбового матеріалу	Час висихання зазначений в технічних характеристиках, хв	Фактичний час висихання, хв
Kolorit Panel Lacquer	60	49
Ірком ІР-11	180	74

Отримані результати свідчать про те, що витрати матеріалу залежать не тільки від виду лакофарбового матеріалу, а і від породи деревини основи: зразки з сосни потребували більшої кількості матеріалу порівняно з дубом і

вільхою. Це можна пояснити тим, що випробувані породи мають різну щільність. Щільність сосни при вологості 8 - 10 % коливається в межах 500-520 кг/м³, вільхи – 420 - 640 кг/м³, дубу – 690 -750 кг/м³ [30, 31]. Фактичний час висихання для обох досліджуваних матеріалів виявився меншим за значення, вказані у технічній документації, що може свідчити про оптимальні умови сушіння або зміну властивостей матеріалів у реальних умовах нанесення. Це дозволяє зробити висновок про можливість зниження виробничих витрат часу без шкоди для якості покриття, за умови ретельного контролю умов нанесення та висихання.

4.2. Визначення стійкості покриттів до плямоутворення

Оцінка результатів випробування проводилася за 5 бальною системою наведеною в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Система оцінки стійкості до плямоутворення

1	Відсутність змін покриття
2	Ледь помітні зміни блиску або кольору покриття
3	Незначні зміни блиску, кольору, без зміни структури покриття
4	Гарно помітні зміни блиску, кольору, структури покриття має незначні зміни
5	Гарно помітні зміни блиску, кольору, структура покриття має значні зміни

Зведені результати оцінки стійкості лакофарбових покриттів до дії агресивних речовин та води наведено у табл. 4.5, де узагальнено спостереження за зовнішніми змінами поверхні зразків після експерименту.

Таблиця 4.5

Результати оцінки стійкості лакофарбових покриттів до дії реагентів

Назва лакофарбового матеріалу	Назва реагенту	Порода деревини основи		
		Сосна	Вільха	Дуб
Kolorit Panel Lacquer	Оцет	1	1	1
	646 розчинник	2	2	2
	Уайт-спірит	2	2	2
	ВКД	1	1	1
	Бутил	2	3	2
	Дистильована вода	1	1	1
Ірком ІР-11	Оцет	1	1	1
	646 розчинник	3	3	3
	Уайт-спірит	3	4	4
	ВКД	1	1	1
	Бутил	5	5	5
	Дистильована вода	1	1	1

У результаті проведених випробувань було виявлено різний ступінь стійкості лакофарбових покриттів. Найбільші зміни спостерігались при контакті з уайт-спіритом і бутиловим спиртом, у деяких зразків відмічено забарвлення, а у зразків лаку ІР-11 відбулося руйнування плівки (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Зміни покриттів під дією реагентів

Щодо стійкості до води, зразки не виявили змін після 60-хвилинного контакту з вологою ватою.

Загалом за умовами випробування матеріал Kolorit Panel Lacquer показав кращу загальну стійкість до дії агресивних речовин у порівнянні з Ірком ІР-11, що робить його більш привабливим для використання в умовах можливого контакту з хімічними середовищами.

4.3. Визначення твердості покриттів

На кожному зразку виконували по 30 вимірювань, по 15 на неопорядженій частині та 15 на частині з нанесеним лакофарбовим матеріалом. Отримані значення твердості усереднювались для обох ділянок кожного зразка, результати занесені в табл. 4.5.

Таблиця 4.6

Результати оцінки твердості

Назва лакофарбового матеріалу	Варіація виміру	Порода	Твердість за шкалою Шор D, од															Середнє значення
			Номер вимірювання															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Kolorit Panel Lacquer	Твердість без покриття	Сосна	45	40	51	64	45	37	54	34	77	56	59	64	75	70	49	54,67
		Вільха	48	45	60	58	59	60	56	57	53	55	54	53	59	57	58	55,47
		Дуб	55	53	67	71	50	60	69	60	57	56	69	66	70	51	75	61,93
	Твердість з покриттям	Сосна	49	60	44	58	36	48	69	67	62	58	67	41	73	70	48	56,67
		Вільха	60	60	64	58	59	60	61	56	52	55	54	62	63	59	66	59,27
		Дуб	67	71	57	66	57	61	65	68	58	81	67	67	62	76	76	66,6
Ірком ІР-11	Твердість без покриття	Сосна	54	44	75	54	52	73	55	72	56	35	62	45	55	50	64	56,40
		Вільха	52	59	54	63	56	58	54	60	55	56	57	47	51	60	59	56,07
		Дуб	66	77	75	70	63	70	59	70	72	53	60	74	60	77	76	68,13
	Твердість з покриттям	Сосна	63	72	49	43	60	63	59	56	61	56	48	38	68	69	53	57,20
		Вільха	54	59	61	61	63	60	63	57	53	52	51	57	62	61	62	58,40
		Дуб	57	65	68	64	72	54	77	74	59	76	73	75	75	67	67	68,20

Узагальнені результати статистичних розрахунків представлені в табл. 4.7 і 4.8. Статистичні розрахунки наведені в додатку А.

Таблиця 4.7

Результати статистичної обробки твердості покриття Kolorit Panel

Lacquer

Порода	Середнє арифметичне, \bar{x}	Дисперсія, D	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка середнього, Δ	Коефіцієнт варіації V, %	Показник точності досліду Р	Коефіцієнт Стюдента, t	Необхідна кількість вимірів, n
Сосна	56,67	122,18	11,05	2,85	19,51	5,04	2,13	14,82
Вільха	59,27	13,62	3,69	0,95	6,23	1,61	2,13	13,25
Дуб	66,60	47,96	6,93	1,79	10,40	2,68	2,13	14,37

Таблиця 4.8

Результати статистичної обробки твердості покриття Ірком ІР-11

Порода	Середнє арифметичне, \bar{x}	Дисперсія, D	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка середнього, Δ	Коефіцієнт варіації V, %	Показник точності досліду Р	Коефіцієнт Стюдента, t	Необхідна кількість вимірів, n
Сосна	57,20	84,97	9,22	2,38	16,12	4,16	2,13	14,74
Вільха	58,40	14,60	3,82	0,99	6,54	1,69	2,13	13,41
Дуб	68,20	40,71	6,38	1,65	9,36	2,42	2,13	14,22

Статистичні розрахунки показали, що розрахункова кількість вимірювань для забезпечення достовірності результатів становила від 13 до 15. Фактично ж було проведено по 15 вимірювань, що відповідає або перевищує необхідний мінімум. Це дозволяє зробити висновок про достатню кількість даних для надійного аналізу.

З отриманих даних видно, що нанесення лакофарбового покриття в обох випадках практично не змінює твердість поверхні деревини. Наприклад, для сосни при використанні Kolorit Panel Lacquer середня твердість збільшилась із 54,67 до 56,67 одиниць, тобто зміна склала лише близько 2 одиниць за Шор D, що знаходиться в межах допустимого розсіювання при ручному вимірюванні. У випадку вільхи при цьому ж покритті спостерігалось збільшення з 55,47 до 59,27 одиниць, а для дубу з 61,93 до 66,60, однак навіть ці коливання залишаються незначними в контексті практичного використання і складають 2-7,5 %.

Подібну картину показали й зразки, покриті Ірком ІР-11. Для сосни твердість змінилась з 56,40 до 57,20 одиниць, для вільхи з 56,07 до, 58,40 а для дубу з 68,13 до 68,20, тобто зміни фактично мінімальні. Ці результати дозволяють стверджувати, що обидва лакофарбові матеріали не мають суттєвого впливу на твердість деревини, і в умовах реального використання їх можна розглядати як покриття, що зберігають фізико-механічні властивості основи майже без змін.

4.4. Визначення адгезії покриттів

Під час експериментального дослідження було проведено серію випробувань з визначення адгезії лакофарбового покриття методом решітчастих надрізів.

Згідно з вимогами методу, товщина покриття перед випробуванням була виміряна і становила менше 60 мкм, що обумовило вибір відстані між надрізами 2 мм. Результати оцінки адгезії показали, що покриття на всіх зразках має високий рівень зчеплення з основою.

Згідно з візуальним аналізом площі пошкодження після зняття клейкої стрічки, абсолютно всі зразки продемонстрували рівень адгезії 0 балів за шкалою ISO 2409, що свідчить про відмінну адгезію [27].

Ці результати підтверджують якість нанесеного лакофарбового матеріалу та правильність підготовки поверхні основи. Рівномірність адгезії також вказує на стабільність технологічного процесу нанесення покриття.

4.5. Визначення стійкості покриття до дії УФ-випромінювання

23 травня 2025 року зразки були вилучені з місця витримки та візуально оглянуті з метою оцінки впливу ультрафіолетового випромінювання на стан лакофарбового покриття.

Після огляду зразків встановлено, що обидва матеріали продемонстрували аналогічну реакцію на дію ультрафіолетового випромінювання. Незначні зміни поверхні покриття були помітні як на зразках сосни, так і на зразках дубу. Основні зміни проявились у легкому матуванні покриття та набутті легкого пожовтіння (рис. 4.2).



Рис. 4.2 Зміни покриттів під дією УФ-випромінювання

Ці зміни були неяскраво вираженими і ставали помітними лише під певним кутом зору та при спрямованому освітленні. На зразках сосни ефекти виявлялися трохи виразніше: лак у відкритій частині злегка потьмянів. На дубі зміни були менш помітними, що можна пояснити щільнішою структурою деревини та меншою чутливістю до УФ-випромінювання.

Захищені ділянки всіх зразків зберегли первісний вигляд лакофарбового покриття: блиск, прозорість і колір залишилися незмінними. Це підтверджує, що виявлені зміни спричинені саме дією ультрафіолету.

Отримані результати свідчать про помірну, але все ж наявну деградацію лакофарбових покриттів під дією сонячного світла навіть за відносно короткий термін. Незважаючи на незначну різницю між зразками, можна зробити висновок, що при довготривалому впливі ультрафіолету можливе суттєвіше зниження експлуатаційних властивостей покриттів, незалежно від використаного лаку.

Підсумовуючи все вищенаведене, можна стверджувати, що обидва досліджувані лакофарбові матеріали Kolorit Panel Lacquer та Ірком ІР-11 виявили прийнятний рівень експлуатаційних характеристик, проте з певними відмінностями, які важливо враховувати при виборі матеріалу для конкретних умов. Наприклад, витрати матеріалу значною мірою залежать від породи деревини, а фактичний час висихання обох покриттів виявився меншим, ніж зазначено у технічній документації, що може позитивно впливати на виробничу ефективність. Таким чином, результати досліджень дозволяють зробити обґрунтований вибір лакофарбового покриття відповідно до експлуатаційних вимог та умов використання.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена аналізу якості лакофарбових матеріалів на ТОВ «Фарби Колорит». Для об'єктивного експериментального порівняння до дослідження було залучено інший вітчизняний лак Ірком ІР-11, який має співставні технічні характеристики, близький ціновий діапазон та аналогічне призначення. Такий вибір дозволив не лише проаналізувати реальні відмінності між подібними за документацією матеріалами, а й зробити практичні висновки щодо їх доцільності застосування в умовах сучасного виробництва.

У процесі дослідження було проаналізовано продукцію компанії ТОВ «Фарби Колорит», зібрано інформацію щодо технічних характеристик матеріалів, а також проведено експериментальні випробування зразків у лабораторних умовах. Випробування охоплювали швидкість висихання, стійкість до плямоутворення, твердість покриття, адгезію та стійкість до дії УФ-випромінювання.

Результати досліджень показали наступне:

- швидкість висихання обох лаків виявилася швидшою для Kolorit Panel Lacquer на 19,4% , а для Ірком ІР-11 на 59,9 % ніж зазначено у технічній документації, що свідчить про можливість оптимізації технологічного процесу зменшенням витрат часу без втрати якості;

- стійкість до плямоутворення варіювалася залежно від типу речовини. Лак Kolorit Panel Lacquer продемонстрував вищу хімічну стійкість, зокрема до уайт-спіриту та бутилового спирту, і для цих речовин був оцінений у 2-3 бали залежно від породи деревини основи, натомість у лаку ІР-11 в окремих випадках спостерігалось руйнування плівки і він отримав оцінку 3-5 балів;

- результати дослідження твердості покриття показали, що нанесення лакофарбових матеріалів Kolorit Panel Lacquer та Ірком ІР-11 призводить до несуттєвого підвищення твердості зразків у межах 2-7,5 %. Відтак, ці

матеріали не рекомендується застосовувати для захисту поверхонь, що зазнають інтенсивного механічного навантаження;

- адгезія покриттів виявилася відмінною для обох матеріалів. Усі зразки отримали 0 балів за шкалою ISO 2409, що є найвищим показником зчеплення;

- при впливі УФ-випромінювання обидва матеріали проявили аналогічну поведінку: легке матування та незначне пожовтіння, без критичних змін якості поверхні.

У результаті проведених досліджень встановлено, що лакофарбовий матеріал Kolorit Panel Lacquer демонструє загалом вищу стійкість до дії агресивних речовин, порівняно з лаком Ірком ІР-11, а також характеризується оптимальною швидкістю висихання без втрати якості. При цьому жоден із досліджуваних матеріалів не виявив суттєвого впливу на твердість основи, а адгезія обох зразків відповідала найвищому класу, що підтверджує якість нанесення та дотримання технології. Порівняльний аналіз з імпортними аналогами за технічними характеристиками показав, що українські лакофарбові матеріали не поступаються за якістю, а при цьому мають суттєво нижчу вартість, що робить їх конкурентоспроможним вибором для виробництва. Для забезпечення конкурентоспроможності лакофарбового матеріалу Kolorit Panel Lacquer пропонується підвищити його твердість для можливості використання у виробках, що експлуатуються в умовах механічного навантаження. Таким чином, результати цієї роботи можуть бути корисними не лише у виробничій практиці, але й у подальших дослідженнях, спрямованих на вдосконалення процесів опорядження деревини. Актуальність теми посилюється потребою у використанні якісних і доступних матеріалів в умовах сучасного ринку. З огляду на це, особливу цінність становить підтвердження високих експлуатаційних властивостей українських лакофарбових матеріалів, які за показниками не поступаються імпортним аналогам. Їх застосування дозволяє не лише знизити собівартість виробів, а й підтримати вітчизняного виробника, що в сучасних економічних реаліях має неабияке значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтер'єрні фарби для внутрішніх робіт у квартирі та будинку. *Kolorit* : веб-сайт. URL: <https://kolorit.ua/company/> (дата звернення: 23.03.2025).
2. FARBMANN WOOD PAINT – Farbmann 13. *Farbmann* : веб-сайт. URL: <https://farbmann.com/ua-ua/farbmann-wood-paint/> (дата звернення: 27.03.2025).
3. Kolorit Panel Lacquer. *Інтер'єрні фарби для внутрішніх робіт у квартирі та будинку*: веб-сайт. URL: <https://kolorit.ua/product/kolorit-panel-lacquer/> (дата звернення: 27.03.2025).
4. FARBMANN Holzschutz Beize AK-100 WB | Expert Красок. *Магазин будівельних оздоблювальних матеріалів (Фарби, Лаки, Малярський інструмент).* | *Expert Красок*: веб-сайт. URL: <https://expertkrasok.com.ua/products/> (дата звернення: 27.03.2025).
5. FARBMANN WOOD WASH – Farbmann 13. *Farbmann*: веб-сайт. URL: <https://farbmann.com/ua-ua/farbmann-wood-wash/> (дата звернення: 27.03.2025).
6. Шпаклівка Kolorit STANDART LH. *Інтер'єрні фарби для внутрішніх робіт у квартирі та будинку*. *Kolorit*: веб-сайт. URL: <https://kolorit.ua/product/kolorit-standart-lh/> (дата звернення: 30.03.2025).
7. LuxDecor. *Farbers*: веб-сайт. URL: <https://farbers.com.ua/brands/luxdecor/> (дата звернення: 21.04.2025).
8. Element. *ELEMENT Україна – лакофарбові матеріали для яскравого ремонту*: веб-сайт. URL: <https://element.ua/about> (дата звернення: 21.04.2025).
9. This is PPG Tikkurila. *Tikkurila*: веб-сайт. URL: <https://tikkurila.com/about-us/this-is-ppg-tikkurila> (дата звернення: 21.04.2025).
10. Компанія. *FEIDAL*: веб-сайт. URL: <https://feidal.com.ua/kompaniia/> (дата звернення: 21.04.2025).
11. Інформація про компанію «КЕМІСНАЛ – італійські лаки та фарби для дерева та МДФ». *"КЕМІСНАЛ – італійські лаки та фарби для дерева та*

МДФ": веб-сайт. URL: <https://kemichal-pro.com/ua/aboutus> (дата звернення: 21.04.2025).

12. Лак для дерева на водній основі OA1301G10 для внутрішніх робіт KEMICHAL (Італія) матовий, (1 кг): продаж, ціна у Київській області. Лаки від "KEMICHAL – італійські лаки та фарби для дерева та МДФ" – 1580080597. "KEMICHAL – італійські лаки та фарби для дерева та МДФ": веб-сайт. URL: <https://kemichal-pro.com/ua/p1580080597-lak-dlya-dereva.html> (дата звернення: 21.04.2025).

13. Company Helios Deco. *Helios Deco*: веб-сайт. URL: <https://www.helios-deco.com/ua/about-helios/> (дата звернення: 21.04.2025).

14. Про компанію – ІРКОМ™. *ІРКОМ – Лідер України по виробництву фарб і лаків: офіційний сайт виробника лаків АКЦІЯ, Фарби та емалі, Лаки, Декоративні матеріали, Декоративні фарби, Біозахист деревени, Грунтовки, Шпаклівки, Клеї, Гідроізоляційні матеріали*: веб-сайт. URL: <https://farba-ircom.com.ua/uk/компанія/> (дата звернення: 23.05.2025).

15. *Klumpp Coatings*: веб-сайт. URL: https://www.klumpp-coatings.com/fileadmin/media/leistungen/QC-Methods_en.pdf (дата звернення: 01.04.2025).

16. Іванік Б. В. Щодо методів дослідження твердості лакофарбового покриття. *Тези доповідей учасників 78-ої всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства»*, м. Київ, 7 листоп. 2024 р. С. 148 – 149.

17. ISO 2811-1:2023. Paints and varnishes – Determination of density: веб-сайт. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/83323.html> (дата звернення: 04. 04. 2025).

18. ISO 2811-2:2011. Paints and varnishes – Determination of density: веб-сайт. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/50494.html> (дата звернення: 04. 04. 2025).

19. Буйських Н.В. Методичні вказівки до написання курсової роботи з курсу: «Технологія захисно-декоративних покриттів». Київ, Видавничий центр НУБІП, 2018. 36 с.

20. ДСТУ ISO 2812-4:2015 Фарби та лаки. Визначення стійкості до впливу рідини. Частина 4. Краплинні методи (ISO 2812-4:2007, IDT). *БУДСТАНДАРТ Online – нормативні документи будівельної галузі України*: веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77847 (дата звернення: 23.05.2025).

21. Оцтова кислота – унікальні властивості та застосування: веб-сайт. URL: <http://surl.li/zyuysws> (дата звернення: 12.04.2025).

22. Органічні розчинники: веб-сайт. URL: <https://www.systopt.com.ua/> (дата звернення: 12.04.2025).

23. Бутилацетат: веб-сайт. URL: <http://surl.li/hssjkw> (дата звернення: 10.04.2025).

24. ISO 868:2023. Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness): веб-сайт. URL: <https://www.iso.org/standard/34804> (дата звернення: 23.05.2025)

25. Цифровий твердомір (дюрометр) Шора модель 5610D, шкала 0 - 100: веб-сайт. URL: <https://thermolab.net.ua/ua/p800743010-tsifrovoj-tverdomer-durometr.html> (дата звернення: 20.05.2025).

26. Буйських Н.В., Морокова Д.В. Дослідження та оцінка твердості лакофарбових покриттів на штучно зістарених зразках. *Вісник НУБІП*. 2015. Вип. 219. С. 266-269.

27. ДСТУ ISO 2409:2019 Фарби та лаки. Випробування методом решітчастих надрізів (ISO 2409:2013, IDT). *БУДСТАНДАРТ Online – нормативні документи будівельної галузі України*: веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85321 (дата звернення: 23.05.2025).

28. Буйських Н.В., Зелінський Ю.В. Визначення адгезії лакофарбових покриттів на деревних підкладках Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків : ХНТУ сільського господарства імені Петра Василенка. 2016. Вип. 169. С. 7–11.

29. Повноцінне керівництво з методів випробування УФ-старіння фарб і лаків – ChiuVention. *ChiuVention*: веб-сайт. URL: <https://chiuventionclimatechamber.com/uk/blog/the-ultimate-guide-for-uv-aging-test-methods-for-paints-and-varnishes> (дата звернення: 23.05.2025).

30. WOODCITY: веб-сайт. URL: <https://woodcity.ua/shchilnist-derevyny?srsId=AfmBOoq19rcskn9I4A1r2TfK7LgF12bNvwgvIkC32V5Ca5pk2UFtnhj>. (дата звернення: 10.04.2025).

31. Дверний довідник: веб-сайт. URL: <https://dverzamok.com/ua/room-doors/plontost-wood.html> (дата звернення: 10.04.2025).

32. Мармоза А.Т. Практикум з теорії статистики і сільськогосподарської статистики: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 120 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Статистичні розрахунки твердості покриттів

Назва Лакофарб ового матеріалу	Варіація виміру	Порода	Твердість за шкалою Шор D, од															Середнє арифметичне, x	Дисперсія, D	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка середнього, Δ	Коефіцієнт варіації Коефіцієнт	Показник точності дослідів, P	Необхідна кількість вимірювання, n
			Номер вимірювання																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
Kolorit Panel Lacquer	Твердість без покриття	Сосна	45	40	51	64	45	37	54	34	77	56	59	64	75	70	49	54,67	161,98	12,73	3,29	23,28	6,01	14,87
		Вільха	48	45	60	58	59	60	56	57	53	55	54	53	59	57	58	55,47	13,62	3,69	0,95	6,65	1,72	13,46
		Дуб	55	53	67	71	50	60	69	60	57	56	69	66	70	51	75	61,93	57,71	7,60	1,96	12,27	3,17	14,55
	Твердість з покриттям	Сосна	49	60	44	58	36	48	69	67	62	58	67	41	73	70	48	56,67	122,18	11,05	2,85	19,51	5,04	14,82
		Вільха	60	60	64	58	59	60	61	56	52	55	54	62	63	59	66	59,27	13,62	3,69	0,95	6,23	1,61	13,25
		Дуб	67	71	57	66	57	61	65	68	58	81	67	67	62	76	76	66,60	47,96	6,93	1,79	10,40	2,68	14,37
Ірком ІР- 11	Твердість без покриття	Сосна	54	44	75	54	52	73	55	72	56	35	62	45	55	50	64	56,40	117,70	10,85	2,80	19,24	4,97	14,82
		Вільха	52	59	54	63	56	58	54	60	55	56	57	47	51	60	59	56,07	14,49	3,81	0,98	6,79	1,75	13,52
		Дуб	66	77	75	70	63	70	59	70	72	53	60	74	60	77	76	68,13	53,13	7,29	1,88	10,70	2,76	14,41
	Твердість з покриттям	Сосна	63	72	49	43	60	63	59	56	61	56	48	38	68	69	53	57,20	84,97	9,22	2,38	16,12	4,16	14,74
		Вільха	54	59	61	61	63	60	63	57	53	52	51	57	62	61	62	58,40	14,60	3,82	0,99	6,54	1,69	13,41
		Дуб	57	65	68	64	72	54	77	74	59	76	73	75	75	67	67	68,20	40,71	6,38	1,65	9,36	2,42	14,22