



<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.36930/412622>
Article received 2025.10.02
Article revised 2025.02.25
Article accepted 2026.04.16
Article published 2026.05.22

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Larysa Yaremchuk
l.yaremchuk@nltu.edu.ua
103 General Chuprynka St.,
Lviv, 79057, Ukraine

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



УДК 684:674.059

Особливості змочування деревинної підкладки модифікованою лляною олією

Л.А. Яремчук¹, Л.В. Чорнобай²

Досліджено фізичні основи утворення захисно-декоративних покриттів на основі модифікованої лляної олії. Вивчено змочування лляною олією підкладки деревини, порівняно з алкідним лаком як таким, що найбільше використовується для створення захисно-декоративних покриттів столярно-будівельних виробів.

Для дослідження використовували модифіковану каніфоллю лляну олію. Вміст каніфолі змінювали від 1,0 до 3,0 масових частин (м.ч.). Попередніми дослідженнями встановлено, що каніфоль покращує якісні характеристики покриттів, створених на основі олійних матеріалів. Модифікована каніфоллю олія підвищує твердість плівки та зменшує здатність олії дифундувати у деревинну підкладку, а, відповідно, збільшується товщина захисно-декоративної плівки.

Змочування та розтікання лакофарбового матеріалу по поверхні деревини – необхідна умова утворення рівномірного покриття. Від того, наскільки добре лакофарбовий матеріал змочує підкладку і розтікається на ній, значною мірою залежать зовнішній вигляд, міцність, адгезія і захисна здатність покриттів. Визначення поверхневого натягу проводили за допомогою приладу академіка Ребіндера методом найбільшого тиску відриву бульбашки повітря у досліджуваному матеріалі.

Дослідження модифікованої каніфоллю лляної олії засвідчують, що введення каніфолі, як модифікатора, до трьох масових частин суттєво не підвищує поверхневого натягу композиції порівняно з алкідним лаком. Результати досліджень проникності модифікованої олії у підкладку деревини показали, що із збільшенням вмісту каніфолі в лляній олії глибина проникнення зменшується.

Ключові слова: *деревина; кут змочування; каніфоль; алкідний лак; поверхневий натяг; опорядження деревини.*

¹ Яремчук Лариса Анатоліївна – доктор технічних наук, професор кафедри технології меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: l.yaremchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1056-8882>

² Чорнобай Любов Василівна – аспірант, асистент кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів, заступник директора з виховної роботи. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: chornobai_liubov@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8745-6408>

Вступ (Introduction).

На сьогодні дуже актуальною проблемою створення захисно-декоративних покриттів є використання технологій і матеріалів, які мінімально впливають на довкілля. До сучасних екологічно чистих оздоблювальних матеріалів відносять олії. Відомо, що низка провідних фірм з виробництва лакофарбових матеріалів (ЛФМ) пропонують виробникам продукції з деревини оздоблювальні матеріали на основі модифікованих олій. Для опорядження столярно-будівельних виробів, що зазнають найбільшого атмосферного впливу, покриття на основі олійних лакофарбових матеріалів можуть бути ефективною альтернативою органорозчинним матеріалам (Prieto & Kiene, 2018; Krendlinger & Wolfmeier, 2022).

У технології створення захисно-декоративних покриттів питання збереження довкілля є особливо актуальним, оскільки більшість ЛФМ у своєму складі містять леткі органічні сполуки (ЛОС), які забруднюють навколишнє середовище. Більшість світових виробників і споживачів ЛФМ на сьогодні починають використовувати опоряджувальні матеріали з мінімальним вмістом ЛОС (Vidholdová & Slabejová, 2018). Однак тепер на ринку лакофарбової продукції використання таких матеріалів є доволі обмеженим через їхнє імпорتنе походження та високу вартість. Проте Україна має достатньо сировинних ресурсів для виготовлення власної екологічно безпечної лакофарбової продукції, одним із видів якої можуть бути висихаючі олії (Яремчук, Хмарик, 2013).

Отже, дослідження композицій на основі висихаючих олій для опорядження виробів із деревини є актуальним і необхідним завданням з метою розроблення технологічного процесу формування покриттів на деревині.

Каніфоль розчиняється в органічних розчинниках (спирті, ефірі, хлороформі, бензолі), але не розчиняється у воді. Температури розм'якшення і плавлення залежать від складу (джерела) і змінюються в межах 50-70°C та 100-120°C відповідно. У складі каніфолі переважають смоляні кислоти (80-95%), основним компонентом яких є абієтинова кислота (ДСТУ EN ISO 19334:2022).

Окрім смоляних кислот, каніфоль містить незначну кількість вуглеводнів загального складу $C_{20}H_{32}$, вищих жирних карбонових кислот та складних ефірів вищих жирних і карбонових кислот. Завдяки значній полярності карбоксильної групи (COOH), смоляні кислоти мають більшу адгезію до поверхні деревини, ніж жирні кислоти лляного масла, карбоксильна група яких задіяна на утворення складноефірного зв'язку з гліцеринном. Натомість низька полярність вугле-

водневої частини молекул смоляних кислот зумовлює їхню високу розчинність у рослинних оліях. Отже, додавання каніфолі до рослинної олії повинно зумовити збільшення адгезії утвореної суміші до деревини (Яцимарський, 2007; Волошинець, 2017; Яремчук, Поберейко, 2015).

Проте введення каніфолі може підвищувати в'язкість олійної системи, а, отже, погіршувати здатність до змочування поверхні деревини, тобто здатність до розтікання олійної системи на деревній підкладці (Яремчук, Хмарик, 2013; Yaremchuk et al., 2023). Тому напрям досліджень, пов'язаний зі створенням захисно-декоративних покриттів із модифікованих олій, є дуже актуальним з технологічного погляду, насамперед – через сприяння впровадження екологобезпечних технологій у деревообробній і меблевій галузях.

Змочування та розтікання лакофарбового матеріалу по поверхні деревини є необхідною умовою для утворення рівномірного покриття. Відомо, що від того, наскільки добре лакофарбовий матеріал змочує підкладку і розтікається на ній, значною мірою залежать зовнішній вигляд, міцність, адгезійна і захисна здатність покриттів (Birdi, 2016; Da Silva, 2012). Змочування залежить від виду підкладки, лакофарбового матеріалу та їхнього стану, а також від умов довкілля (Brock et al., 2015).

Мета роботи полягає у дослідженні здатності олійними екологічно-безпечними матеріалами змочувати деревинну підкладку порівняно з алкідними лаками.

Об'єкти і методика дослідження (Objects and methods).

Об'єкт дослідження – здатність модифікованою каніфоллю лляної олії змочувати деревинну підкладку під час формування захисно-декоративних покриттів деревини. *Предмет дослідження* – залежність поверхневого натягу, крайового кута змочування від вмісту каніфолі у лляній олії.

Для дослідження використовували такі матеріали: зразки деревини дуба, бука та ясена (40 × 30 × 8 мм) (ДСТУ 7016:2018; ДСТУ EN 1316-1:2019; ДСТУ EN 1316-2:2005); алкідний лак ПФ-231 (ДСТУ EN 927-1:2019), лляну натуральну оліфу (ДСТУ EN ISO 150:2022), лляну олію (ДСТУ EN ISO 150:2022), каніфоль (ДСТУ EN ISO 19334:2022), сикатив свинцево-марганцевий СШ-7-78.

Під час експериментальних досліджень проводили вимірювання крайового кута змочування із алкідного лаку (ПФ-231), лляної олії, оліфи (полімеризована лляна олія) та модифікованої каніфоллю олії на зразках із деревини

дуба, бука та ясена. Вимірювання виконували у приміщенні лабораторії опорядження за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості 70% (Волошинець, 2017; Коваленко та ін., 2015; Чумак та ін., 2017).

Для визначення товщини лакофарбових та олійних покриттів на зразки деревини наносили лак та олійні композиції за допомогою аплікатора. Витрата на одношарове покриття лаку ПФ-231 становила 60-65 г/м², витрата олійних матеріалів на одношарове покриття – 30-35 г/м².

Вміст сикативу (каталізатора) у лляній олії для всіх робочих сумішах складав 2,0 масових частин. Вміст каніфолі (модифікатора) змінювався для кожної окремої суміші: на 100 м.ч. лляної олії вводили 1,0; 2,0; 3,0 м.ч. каніфолі (Яремчук, Хмарик, 2013; Яремчук та ін., 2015).

Для оцінювання крайового кута змочування досліджувані матеріали наносили на зразки деревини у вигляді краплі, яку проєктували на екран за допомогою проєкційного ліхтаря. На проєкції вимірювали висоту (h) і радіус (r) краплі лакофарбового матеріалу.

Косинус крайового кута змочування визначали за формулою:

$$\cos \theta = \frac{(r^2 - h^2)}{(r^2 + h^2)}. \quad (1)$$

За таблицею тригонометричних функцій знаходили кут θ . Для кожного матеріалу косинус визначали як середнє арифметичне не менше ніж за трьома вимірами (Kúdela et al., 2023; Брускова та ін., 2020; Самойленко та ін., 2020).

Визначення поверхневого натягу проводили за методикою Ребіндера – найбільшого тиску відриву бульбашки повітря в досліджуваному матеріалі (Коваленко та ін., 2015; Яцков та ін., 2016). Для оцінювання величини поверхневого натягу, як структурованої (бінгамівської) рідини, його зіставляли зі значенням дистильованої води як неструктурованою ньютонівською рідиною.

Тиск відриву бульбашки повітря пропорційний до поверхневого натягу рідини:

$$\sigma = k \cdot p, \quad (2)$$

де σ – поверхневий натяг лакофарбового матеріалу, Н/м; k – коефіцієнт, що залежить від радіусу капіляра; p – тиск відриву бульбашки повітря, Н/м.

Для визначення коефіцієнта k користуються рідиною з відомим поверхневим натягом (дистильована вода):

$$K = \sigma_{p-g} / P_b \quad (3)$$

де σ_{p-g} – поверхневий натяг дистильованої води за температури проведення експерименту, Н/м. Показник σ_b визначали за формулою:

$$\sigma_{p-g} = [72,75 + 0,15/(20 - T)] \cdot 10^3, \text{ Н/м} \quad (4)$$

де P_b – тиск, що визначається мікроманометром в момент відриву бульбашки повітря у дистильованій воді, Н/м.

Для встановлення поверхневого натягу лакофарбових матеріалів використовували вираз:

$$\sigma_{p-g \text{ лфм}} = \sigma_b \cdot P_b / P_{\text{лфм}} \quad (5)$$

де $P_{\text{лфм}}$ – висота стовпчика рідини за шкалою мікроманометра в момент відриву бульбашки повітря у лакофарбовому матеріалі, що досліджується; P_b – висота стовпчика рідини за шкалою мікроманометра в момент відриву бульбашки повітря у дистильованій воді (Kúdela et al., 2023; Wake, 2012; Некрасов, Веретенченко, 2018).

Результати (Results).

Досліджували фізичні основи утворення захисно-декоративних покриттів на основі модифікованої лляної олії. Встановлювали змочування лляною олією підкладки деревини порівняно з алкідним лаком, який найчастіше використовують для створення захисно-декоративних покриттів столярно-будівельних виробів. Для проведення експерименту лляну олію модифікували каніфоллю в кількості від 1,0 до 3,0 м.ч. Для визначення поверхневого натягу досліджуваних композицій використана установка акад. Ребіндера.

За отриманими результатами, збільшення вмісту каніфолі у лляній олії призводить до підвищення поверхневого натягу композиції, що може погіршити змочування деревної підкладки (рис. 1). Модифікована олія з вмістом каніфолі в кількості 3,0 м.ч. має більший поверхневий натяг, ніж у лляної олії, але менший, ніж в алкідного лаку. Отже каніфоль, як модифікатор, не погіршує поверхневий натяг лляних олій, якщо її вміст у композиції не перевищує 3,0 масових часток.

Для визначення крайового кута змочування матеріали наносили на підкладки різних сортів деревини. Дерев'яні підкладки перед нанесенням на них досліджуваних композицій шліфували та висушували. Шорсткість поверхні за ДСТУ 7016:2018 становила $Rz_{\max} \leq 16$ мкм. Краплі ЛКМ наносили однакові за обсягом та вимірювали через однаковий проміжок часу. За отриманими даними побудовано відповідні діаграми (рис. 2). За результатами досліджень, на деревних підкладках дуба та ясеня модифікована олія з кількістю 1,0-3,0 масових часток каніфолі погіршує змочування, проте кут змочування не є критичним і таку лакофарбову композицію

можна використовувати для формування захисно-декоративних покриттів деревини. Порівнюючи крайові кути змочування алкідного лаку і лляної оліфи з модифікованою каніфоллю олією, можна відзначити, що змочування деревних підкладок модифікованою каніфоллю олією є найкращим. На всіх підкладках кут змочування для алкідного лаку має максимальне значення, тобто більше від максимального значення кута змочування за вмісту каніфолі у лляній олії до 3,0 масових часток (див. рис. 2). Введення каніфолі до лляної олії знижує

проникність (дифузію) композиції у деревинну підкладку та збільшує товщину захисно-декоративної плівки. З метою підтвердження факту стосовно зменшення проникності модифікованої композиції у деревинну підкладку, були здійснені дослідження щодо визначення товщини плівки та глибини проникнення композиції від вмісту каніфолі.

Для визначення глибини проникнення опоряджувальних матеріалів (лак ПФ-231, лляна натуральна оліфа, лляна натуральна олія, модифікована лляна олія з вмістом каніфолі від

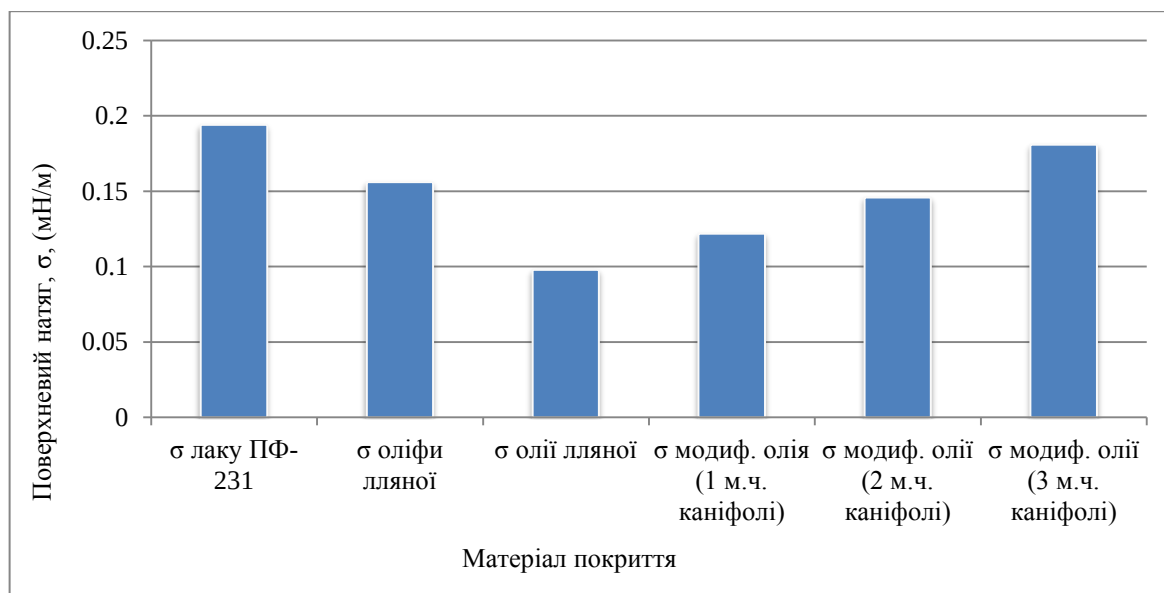


Рис. 1. Поверхневий натяг лакофарбових матеріалів
Fig. 1. Surface tension paint-and-varnish coating materials

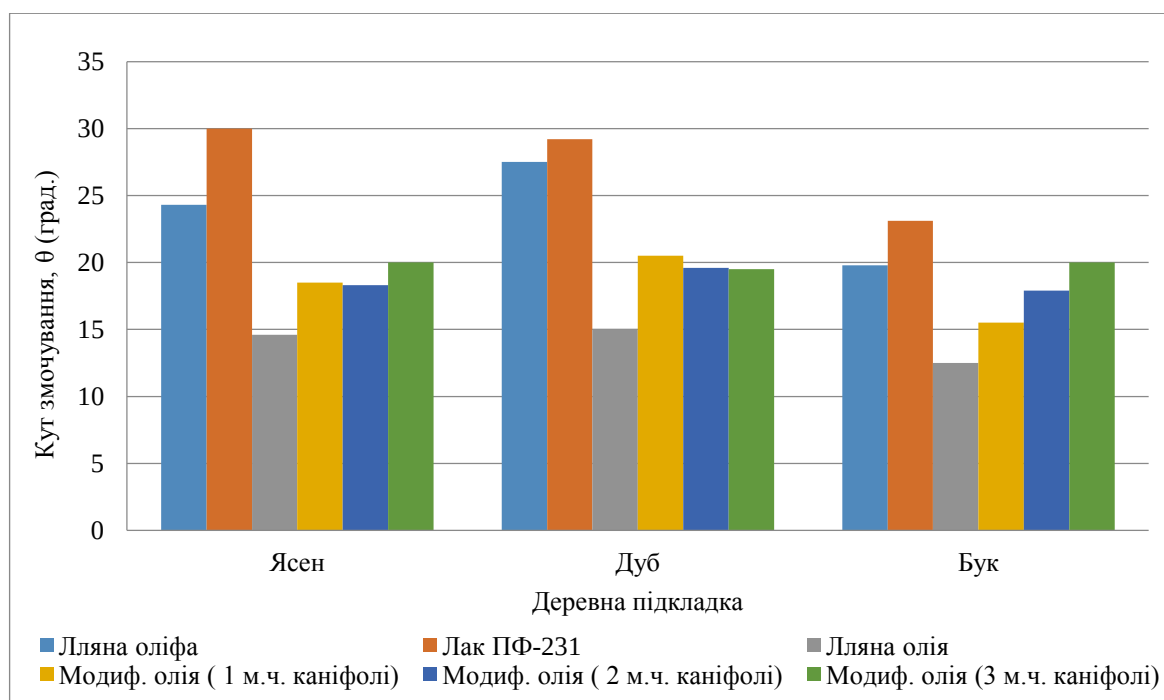


Рис. 2. Зміна кута змочування олійних композицій на різних деревних підкладках
Fig. 2. Change in the contact angle of oil-based compositions on different wood substrates

1 до 3 м.ч. та 2,0 м.ч. сикативу), використовували зразки деревних підкладок дуба. За допомогою мікроскопа МІС-11 визначали товщину покриття і глибину проникнення опоряджувального матеріалу в пори дубової підкладки. Вимірювання проводили після кожного нанесення композицій у кількості 60-70 г/м² за

один прохід. Загальна витрата композиції на поверхню підкладки складала приблизно 120 г/м². Сушіння опоряджувальних матеріалів проводили за температури 18-20°С у приміщенні лабораторії. Визначення товщини і глибини проникнення вимірювали після двох нанесень опоряджувальних матеріалів (табл.).

Таблиця. Результати визначення товщини покриття і глибини проникнення опоряджувального матеріалу у деревинну підкладку

Table. Results of determining the coating thickness and penetration depth of the finishing material into the wood substrate

Вид опоряджувального матеріалу	Товщина покриття, мкм	Глибина проникнення в пори, мкм	Товщина зовні, мкм
Олія ляна	86,13	57,90	28,23
Оліфа ляна	81,23	44,65	36,58
Лак ПФ231	88,13	15,02	73,13
Модиф. олія (1,0 м.ч. каніф)	91,60	49,26	42,35
Модиф. олія (2,0 м.ч. каніф)	93,93	48,11	45,80
Модиф. олія (3,0 м.ч. каніф)	91,92	45,51	46,38

Дослідження показали, що залежно від загальної товщини опоряджувальної плівки, найбільшу проникаючу здатність має ляна олія та ляна оліфа. Із збільшенням вмісту каніфолі у ляній олії глибина проникнення зменшується. Порівняно із алкідним лаком, в якого глибина проникнення складає лише 9% від загальної товщини плівки, модифікована олія за вмісту каніфолі у кількості 2,0 м.ч. зменшує проникність у деревинну підкладку на 16% порівняно із натуральною ляною олією.

Дискусія (Discussion).

Досліджено дію лакофарбових композицій, модифікованих каніфоллю в кількості від 1,0 до 3,0 м.ч. на основу ляної олії. З метою визначення можливості створювати рівномірне лакофарбове покриття і при цьому зменшувати здатність просочення олійної композиції у деревину, було визначено красві кути змочування, які відповідають за здатність матеріалу розлитися по поверхні підкладки. Крім того, для кращої наочності та порівняльного аналізу з існуючими матеріалами для опорядження виробів із деревини красві кути змочування порівнювали із чистою ляною композицією та алкідним лаком, який використовують для опорядження меблів і столярно-будівельних конструкцій (Cirule et al., 2024). За результатами досліджень, модифікована каніфоллю олія підвищує твердість плівки та зменшує здатність олії дифундувати у деревинну підкладку, що забезпечує збільшення товщини захисно-

декоративної плівки (ДСТУ EN ISO 150:2022). За результатами попередніх досліджень (Cirule et al., 2024; Sharan et al., 2025; Яремчук, Хмарик, 2013; Яремчук та ін., 2015) було встановлено, що каніфоль покращує якісні характеристики покриттів, створених на основі олійних матеріалів.

Модифікована олія краще змочує деревину порівняно з алкідними лаками. При цьому введення каніфолі від 1,0 до 3,0 масових частин суттєво не підвищує поверхневий натяг. Також варто відзначити, що вміст каніфолі у ляній олії зменшує її проникність у деревинну підкладку, і, відповідно, збільшується загальна товщина захисно декоративного покриття.

Отримані дані (Яремчук та ін., 2015) підтверджують результати досліджень іноземних науковців у тій частині, що натуральні олії мають надмірну проникну здатність у деревину (Arminger et al., 2020; Žlahtić et al., 2017). Проте за результатами досліджень цієї роботи модифікована каніфоллю ляна олія дає змогу збалансувати цей показник.

Дослідники, які вивчають процеси змочування деревинних підкладок, часто використовують синтетичні добавки для регулювання змочуваності (Miklečić, 2022; Redzuan et al., 2019; Yu et al., 2023). Наші дослідження засвідчують, що використання каніфолі (природної смоли) дає змогу досягнути подібних або кращих показників розтікання без втрати екологічності (Яремчук, Хмарик, 2013, Яремчук, Поберейко, 2015).

Висновки (Conclusions).

1. Введення каніфолі як модифікатора в кількості від 1,0 до 3,0 масових частин суттєво не впливає на поверхневий натяг композиції. При цьому модифікована лляна олія демонструє кращі показники змочування дерев'яних підкладок порівняно з алкідним лаком, що забезпечує формування якісного та рівномірного покриття.

2. Модифікація лляної олії каніфоллю дає змогу зменшити її проникність у структуру

деревини. Такий захід сприяє збільшенню загальної товщини захисно-декоративної плівки на поверхні підкладки, що позитивно впливає на фізико-механічні та експлуатаційні властивості покриття.

3. Завдяки зменшенню проникності у деревинну підкладку формується щільніша плівка захисно-декоративного покриття, що покращує декоративні властивості виробів та забезпечує надійний захист деревини.

Список літератури (References)

- Arminger, B., Jaxel, J., Bacher, M., Gindl-Altmutter, W., & Hansmann, C. (2020). On the drying behavior of natural oils used for solid wood finishing. *Progress in Organic Coatings*, 148, 105831. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105831>
- Birdi K., (2016) Introduction to Surface and Colloid Chemistry: Recent Advances and General Remarks. <https://doi.org/10.1201/b18633-2>
- Brock, T., Groteclaus, M., & Mischke, P. (2015). *European guide to paints and coatings*. Paint-Media. <https://www.european-coatings.com/product/european-coatings-handbook/>
- Bruskova, D.-M. Ya., Kushchevska, N. F., & Malyshev, V. V. (2020). *Physical and Colloid Chemistry*. Kyiv: Open International University of Human Development "Ukraine". <https://ru.scribd.com/document/732665493>
- [Брускова, Д.-М. Я., Кушевська, Н. Ф., Малишев, В. В. (2020). *Фізична та колоїдна хімія*. Київ: відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». 530 с.] (in Ukrainian)
- Chumak, V. L., Ivanov, S. V., & Maksymiuk, M. R. (2017). *Colloidal chemistry*. Kyiv: National Aviation University. [Чумак, В. Л., Іванов, С. В., Максимюк, М. Р. *Колоїдна хімія*. Київ: НАУ. 456 с.] (in Ukrainian)
- Da Silva, L. F. M., Dillard, D. A., Blackman, B., & Adams, R. D. (2012). Testing adhesive joints: Best practices. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9783527647026>
- Cirule, D., Andersone, I., Kuka, E., & Andersons, B. (2024). Recent Research on Linseed Oil Use in Wood Protection – A Review. *Sci*, 6(3), 54. <https://doi.org/10.3390/sci6030054>
- DSTU 7016:2018 Wood products and wood-based materials. Surface roughness parameters (2018). Effective from January 01, 2019. Official edition. Kyiv: SE "Ukrmetrteststandart". Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80087 [ДСТУ 7016:2018
- Вироби з деревини та деревних матеріалів. Параметри шорсткості поверхні. Чинний від 2019-01-01. Вид. офіційне. Київ: ДП "Укрметртестстандарт"] (in Ukrainian)
- DSTU EN 1316-1:2019 (EN 1316-1:2012, IDT) (2019). Round timber. Qualitative classification. Part 1: Oak and beech. Effective from January 01, 2020. Official edition. Kyiv: SE "Ukrmetrteststandart". Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88040 [ДСТУ EN 1316-1:2019 Лісоматеріали круглі. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіційне. Київ: ДП "Укрметртестстандарт"] (in Ukrainian)
- DSTU EN 1316-2:2005 (EN 1316-2:1997, IDT) (2005). Round timber. Qualitative classification. Part 2: Ash, and maple and sycamore. Effective from July 01, 2006. Official edition. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52450 [ДСТУ EN 1316-2:2005 Лісоматеріали круглі. Класифікація за якістю. Частина 2. Ясен, клен та явір. Чинний від 2006-07-01. Вид. офіційне. Київ: Держспоживстандарт України] (in Ukrainian)
- DSTU EN ISO 150:2022 (EN ISO 150:2018, IDT; ISO 150:2018, IDT) (2022). Raw, refined and boiled linseed oil for paints and varnishes. Specifications and methods of test. Effective from December 01, 2022. Official edition. Kyiv: SE "UkrNDNC". Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=105977 [ДСТУ EN ISO 150:2022 Олія лляна сира, рафінована і полімеризована для фарб і лаків. Специфікації та методи випробувань. Чинний від 2022-12-01. Вид. офіційне. Київ: ДП "УкрНДНЦ"] (in Ukrainian)
- DSTU EN ISO 19334:2022 (EN ISO 19334:2011, IDT; ISO 19334:2010, IDT) (2022). Binders for paints and varnishes. Gum rosin. Gas-chromatographic analysis. Effective from January 01, 2023. Official edition. Kyiv: SE "UkrNDNC". Retrieved from

- https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=115192 [ДСТУ EN ISO 19334:2022 Плівкоутворювачі для фарб і лаків. Живична каніфоль. Газохроматографічний аналіз. Чинний від 2023-01-01. Вид. офіційне. Київ: ДП "УкрНДНЦ"] (in Ukrainian)
- DSTU EN 927-1:2019 Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood. Part 1. Classification and selection (2019). Effective from January 01, 2020. Official edition. Kyiv: SE "UkrNDNC". Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84931 [ДСТУ EN 927-1:2019 Фарби та лаки. Лакофарбові матеріали та системи покриттів для дерев'яних поверхонь зовнішнього застосування. Частина 1. Класифікація та вибір (EN 927-1:2013, IDT)] (in Ukrainian)
- Kovalenko, V. S., Pliasovska, K. A., Stets, O. S., & Tarasova, L. P. (2015). *Study guide for the course "Colloidal chemistry"*. Dnipropetrovsk: Oles Honchar Dnipro National University. [Коваленко, В. С., Плясовська, К. А., Стець, О. С., Тарасова, Л. П. (2015). *Посібник до вивчення дисципліни «Колоїдна хімія»*. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ. 48 с.] (in Ukrainian)
- Krendlinger, E. J., & Wolfmeier, U. H. (2022). Natural and synthetic waxes: Origin, production, technology, and applications. Wiley-VCH. <https://doi.org/10.1002/9783527807758>
- Kúdela, J., Sikora, A., & Gondáš, L. (2023). Wood Surface Finishing with Transparent Lacquers Intended for Indoor Use, and the Colour Resistance of These Surfaces during Accelerated Aging. *Polymers*, 15(3), 747. <https://doi.org/10.3390/polym15030747>
- Miklečić, J., Lončarić, A., Veselić, N., & Jirouš-Rajković, V. (2022). Influence of wood surface preparation on roughness, wettability and coating adhesion of unmodified and thermally modified wood. *Drvna industrija*, 73(3), 261–269. <https://doi.org/10.5552/drvind.2022.0016>
- Nekrasov, O. P., & Veretenchenko, B. A. (2018). *Surface Phenomena and Disperse Systems*. Kharkiv: NTU "KhPI" [Некрасов, О. П., Веретенченко, Б. А. (2018). *Поверхневі явища і дисперсні системи*. Харків: НТУ "ХПІ". 125 с.] (in Ukrainian)
- Prieto, J., & Kiene, J. (2018). *Wood coatings*. Hanover: Vincentz Network (European Coatings Library). <https://doi.org/10.1515/9783748600381>
- Redzuan, M. S. J., Paridah, M. T., Anwar, U. M. K., Juliana, A. H., Lee, S. H., & Norwahyuni, M. Y. (2019). Effects of surface pretreatment on wettability of Acacia mangium wood. *Journal of Tropical Forest Science*, 31(2), 249–258. <https://doi.org/10.26525/jtfs2019.31.2.249258>
- Samoilenko, S. O., Otroshko, N. O., Aksonova, O. F., & Dobrovolska, V. O. (2020). *Physical and Colloid Chemistry*. Kharkiv: Svit Knyh [Самойленко, С. О., Отрошко, Н. О., Аксьонова, О. Ф., Добровольська, В. О. (2020). *Фізична та колоїдна хімія*. Харків: Світ книг. 340 с.] (in Ukrainian)
- Sharan, P., Shoaie, A. S., Wittmann, M., & Simmchen, J. (2025). Diffusion of colloids at liquid–liquid interfaces. *Colloid and Polymer Science*, 304, 727–734. <https://doi.org/10.1007/s00396-025-05474-9>
- Vidholdová, Z., & Slabejová, G. (2018). Ecological assessment of selected transparent wood coatings from the viewpoint of fungal resistance. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 60(1), 75–83. <https://doi.org/10.17423/afx.2018.60.1.08>
- Voloshynets, V. A. (2017). *Physical and Colloid Chemistry. Physical Chemistry of Disperse Systems and Polymers*. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. [Волошинець, В. А. (2017). *Фізична та колоїдна хімія. Фізико-хімія дисперсних систем та полімерів*. Львів: Львівська політехніка. 200 с.] (in Ukrainian)
- Wake, W. C. (Ed.). (2012). *Textile reinforcement of elastomers*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-9746-5>
- Yaremchuk, L. A., & Khmaryk, L. V. (2013). Investigation of physical and mechanical properties of protective and decorative coatings based on modified oils. *Scientific Edition of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*, 143, 119–125. <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/6d9865f8-39b3-4fd8-9f6c-ec3c8167afe0/content> [Яремчук, Л. А., Хмарик, Л. В. (2013). Дослідження фізико-механічних властивостей захисно-декоративних покриттів на основі модифікованих олій. *Наукові видання ХНТУ СГ ім. Василенка*, 143, 119–125] (in Ukrainian)
- Yaremchuk, L. A., & Pobereiko, B. P. (2015). Mathematical model of adhesion of oil compositions on wood. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(10), 269–274. <https://doi.org/10.15421/40251041> [Яремчук

- Л. А., Поберейко, Б. П. (2015). Математична модель роботи адгезії олійних композицій на деревині. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(10), 269–274] (in Ukrainian)
- Yaremchuk, L., Hogaboam, L., Sedláčik, J., & Slabejová, G. (2023). Comparative analysis of the quality properties of oil-based and alkyd paint and varnish materials. *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 65(1), 63–71. <https://doi.org/10.17423/afx.2023.65.1.06>
- Yaremchuk, L. A., Bilei, P. V., & Maksymiv, V. M. (2015). Physical characteristics of diffusion of linseed oil-based compositions in wood. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 229, 367–373. [Яремчук, Л. А., Білей, П. В., Максимів, В. М. (2015). Фізичні особливості дифузії композицій на основі лляної олії в деревину. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 229, 367–373.]
- Yatsymarskyi, V. (2007). *Physical Chemistry*. Kyiv: Perun. [Яцимарський, В. (2007). *Фізична хімія*. Київ: Перун. 512 с.] (in Ukrainian)
- Yu, Q., Pan, X., Yang, Z., Zhang, L., & Cao, J. (2023). Effects of the surface roughness of six wood species on wettability and bonding quality of coating. *Forests*, 14(5), 96. <https://doi.org/10.3390/f14050996>
- Yatskov, M. V., Budenkova, N. M., & Mysina, O. I. (2016). *Physical and Colloid Chemistry*. Rivne: The National University of Water and Environmental Engineering. [Яцков, М. В., Буденкова, Н. М., Мисина, О. І. (2016). *Фізична та колоїдна хімія*. Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування. 164 с.] (in Ukrainian)
- Žlahtić, M., Mikas, U., Serša, I., Merela, M., & Humar, M. (2017). Distribution and penetration of tung oil in wood studied by magnetic resonance microscopy. *Industrial Crops and Products*, 96, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.049>

Features of creating edge corners by wetting a wooden substrate with modified linseed oil

L. Yaremchuk¹, L. Chornobai²

The physical principles underlying the formation of protective and decorative coatings based on modified linseed oil have been investigated. The wetting behavior of wood substrates with linseed oil was investigated in comparison with that of an alkyd varnish. The latter is widely used to create protective and decorative coatings for joinery.

Linseed oil modified with rosin was used in the study. Previous studies have demonstrated that rosin improves the performance characteristics of coatings made from oil-based materials. The investigations showed that rosin-modified oil increases the film hardness and reduces the ability of the oil to diffuse into the wood substrate. Consequently, the thickness of the protective and decorative film increases.

The wetting and spreading of a coating material over the wood surface is a prerequisite for the

formation of a uniform coating. It is well known that the ability of coating materials to wet wood substrates and spread evenly over their surfaces plays a crucial role in determining the appearance, mechanical strength, adhesion, and protective properties of protective and decorative coatings.

The surface tension was determined using a Rebinder apparatus. It is based on the maximum bubble pressure method, the maximum pressure required to detach an air bubble from the test material. For a comparative evaluation of the surface tension of rosin-modified linseed oil with varying rosin contents and alkyd varnish as structured (Bingham) fluids, their surface tension values were compared with that of distilled water as an (unstructured) Newtonian fluid. The surface

¹ Larysa Yaremchuk – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Furniture Production Techniques and Wood Products Technology Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: l.yaremchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1056-8882>

² Liubov Chornobai – PhD Student, Assistant Lecturer at the Department of Technologies for Sawmilling, Carpentry and Wooden Construction Products, Deputy Director for Educational Work Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: chornobai_liubov@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8745-6408>

tension value also significantly affects the ability of coating compositions to spread across the substrate surface.

In order to conduct experiments aimed at determining the surface tension of oil compositions and alkyd varnish, the contact angle, and the penetration depth of the aforementioned materials into the wood substrate of English oak, European beech, and European ash, linseed oil was modified with rosin in amounts ranging from 1.0 to 3.0 parts by weight. The studies were carried out at a temperature of $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of 70%.

According to the results of the study, rosin-modified linseed oil can be used for the formation of protective and decorative wood coatings. The introduction of rosin as a modifier in amounts up to 3.0 parts by weight does not significantly increase the surface tension of the composition. However, when determining the surface tension, the lowest values were demonstrated by the modified linseed oil within the range of 1.0-2.0 parts by weight,

which is a positive aspect. The wetting behavior of wood substrates with coating and oil compositions is influenced to a greater extent by the type of wood substrate than by the surface tension of the coating material. In the study of wetting wood substrates with modified oil compositions and alkyd varnish, the best indicators of the coating material's ability to spread over the substrate surface were found for European beech. Rosin-modified linseed oil provides better wetting of wood substrates compared to alkyd varnish. The results of the study on the penetration of rosin-modified linseed oil into wood substrates indicated that increasing the rosin content decreases the penetration depth while correspondingly increasing the thickness of the resulting coating. The penetration depth of the modified oil exhibits a 16% lower penetrating capability compared to natural oil.

Key words: protective and decorative coatings; wood finishing; rosin; alkyd varnish; surface tension; diffusion; contact angle.