

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ ТА ВИДУ ЗАТВЕРДЖУВАЧА НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДОЕМУЛЬСІЙНИХ ЛАКІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Останніми роками, широкого розповсюдження набули водорозчинні, водоемульсійні та інші умовно екологічно безпечні матеріали. І якщо, при виготовленні виробів на підприємствах, споживача менше цікавить тип опоряджувального матеріалу, то є напрямок, який безпосередньо впливає на останнього. Даний напрямок – обладнання дерев'яних покриттів підлог. Оскільки, велика частка таких покриттів монтується в неопорядженому вигляді, то вони потребують подальшого облагородження безпосередньо на місці монтажу. Тому, щоб зменшити негативний вплив на здоров'я споживача, виконання опоряджувальних робіт здійснюють акриловими, акрил-поліуретановими чи поліуретановими водоемульсійними матеріалами. Оскільки, покриття сформовані акриловими емульсіями володіють низькою стійкістю до стирання та впливу води, то вони здебільшого використовуються для виготовлення ґрунтівок. Для виготовлення якісних лаків використовують поліуретанові або поліуретан-акрилові емульсії. Слід зазначити, що за потреби забезпечення високих експлуатаційних показників, перевага надається двокомпонентним композиціям до складу яких входить лак-основа і ізоціанатний затверджувач. Більшість сировини, з якої виробляють двокомпонентні водоемульсійні поліуретанові лаки є імпоротною і доволі дороговартісною. Тому, актуальним завданням є встановлення оптимального співвідношення між його компонентами. Це потрібно, щоб отримати економічно доступні матеріали, які утворюватимуть високоякісні покриття. Таким чином, в даній роботі наведені результати першого етапу досліджень властивостей двокомпонентних водоемульсійних поліуретанових лаків, які розробляються одним з українських підприємств. Наведено результати дослідження твердості захисно-декоративних покриттів, сформованих за допомогою лаків на основі поліуретанових емульсій з додаванням ізоціанатних затверджувачів. Описано залежність технологічних параметрів застосування лаків від виду та вмісту в суміші ізоціанатного затверджувача.

Ключові слова: поліуретан, ізоціанат, емульсія, лак, затверджувач, твердість, в'язкість, життєздатність, захисно-декоративне покриття.

Постановка проблеми. Одними з найдавніших і найбільш розповсюджених матеріалів для формування захисно-декоративних покриттів деревини та деревинно-похідних матеріалів є лаки. У зв'язку з постійним розвитком хімічної промисловості, збільшується і асортимент основ-плівкоутворювачів, з яких можна виготовляти лаки. Одночасно, на формування складу сучасних лаків, а також на напрямки їх використання, впливають зміни оточуючого середовища. Вони спонукають до екологізації всіх сфер людського життя, особливо при використанні меблів, які з часом стають вживаною деревиною [11-34] та вимагають ефективних та роботизованих технологій нанесення [1-10]. Тому і при виготовленні сучасних лаків [38-40] перевага віддається більш екологіч-

¹ Солонинка Василь Романович, старший викладач, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-798-46-78. Email: vasyl.solonynka@nltu.edu.ua

² Ільків Михайло Миколайович, асистент, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-855-25-03. Email: mykhailo.ilkiv@nltu.edu.ua

³ Грицак Степан Андрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри технології меблів і виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-904-20-70. Email: stepan.hrytsak@nltu.edu.ua

⁴ Білий Ярослав Миколайович, старший викладач, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-989-70-77. Email: jaroslav.biluy@nltu.edu.ua

⁵ Горак Данило-Богдан Романович – інженер, тел.: +38-073-072-40-36.

но безпечним та ресурсощадним матеріалам. З огляду на це, останніми роками все більшого розповсюдження набувають матеріали, до складу яких входить вода. Це можуть бути водні розчини, дисперсії, емульсії [35]. Такі матеріали не містять органічних розчинників або їх вміст є мінімальним, що дозволяє наносити їх на деревні підкладки не тільки на виробництві, але і безпосередньо в приміщенні, де вони будуть експлуатуватися [36, 37]. Одними з найбільш розповсюджених матеріалів серед таких лаків є одно- і двокомпонентні емульсії поліуретанів. Через переваги, описані вище, такі лако-фарбові матеріали набули широкого розповсюдження при опорядженні покриттів підлог, адже велика частка з них (паркет, одно- та багатошарова паркетна дошка, тощо) монтується в неопорядженому вигляді, що вимагає подальшого формування захисно-декоративного покриття безпосередньо на місці монтажу.

Слід зазначити, що українські підприємства такі лаки практично не виготовляють. І, навіть, ті, які їх виготовляють, використовують здебільшого зарубіжну сировину. Найбільш перспективними серед таких матеріалів є двокомпонентні матеріали на основі поліуретанових емульсій і ізоціанатних затверджувачів. Покриття, створені ними, володіють високою твердістю, зносостійкістю, стійкістю до впливу вологи та води та ін. Проте, ізоціанатний затверджувач – це дороговартісний компонент, тому перед виробниками лаків постає проблема із визначення оптимального вмісту ізоціанату, при якому робоча суміш володітиме належними властивостями, а утворене нею покриття – високими показниками твердості, зносостійкості, тощо. Тому, предметом дослідження є закономірності впливу вмісту та виду затверджувача на показники лакових сумішей на основі поліуретанових емульсій та сформованих ними захисно-декоративних покриттів.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження з визначення показника умовної в'язкості робочих сумішей лаків виконували за допомогою віскозиметра ВЗ-4 у відповідності до ДСТУ (ГОСТ-8420-74) [2]. Слід зазначити, що в'язкість – це функція, яка залежить від часу, тому вона в усіх дослідах визначалась після 10-ти хвилинного змішування затверджувача з лаком із подальшим 5-ти хвилинним відстоюванням суміші для її стабілізації. Визначення показника твердості сформованих захисно-декоративних покриттів виконували у відповідності до ДСТУ (ГОСТ 5233-89) [1].

За підкладку, для нанесення ЛФМ, було обрано фанеру, зовнішні шари якої личковані шпоном дуба. Підготовлення поверхні до опорядження здійснювали ручною ексцентриковою шліфувальною машинкою в три підходи, абразивними матеріалами зернистістю Р80, Р100 і Р120. Далі для виконання експериментальних досліджень, листи фанери кроїли на взірці розміром 70×70 мм. Оскільки, нанесення лаку на підкладку виконується вручну, то для виконання даної операції було обрано валики з величиною ворсу 8 мм. Витрата лаку для формування першого шару покриття становила 100-120 г/м², для всіх наступних – близько 80 г/м². Загальна кількість шарів лаку становить 3. Час витримки між першим і другим нанесенням становив 2 год, а між другим і третім – 4 год. Перед нанесенням другого шару лаку проводили проміжне шліфування абразивом зернистістю Р150. Перед випробуваннями всі взірці витримували 7 діб, для остаточного твердіння покриття та вирівнювання внутрішніх напружень, за нормальних умов (відносна вологість повітря 65% і температура 20 °С). Всі операції, їх режимні параметри та використовувані матеріали відповідають нормативам. Для виготовлення дослідних взірців лаку за основу було взято: поліуретанову дисперсію (PC/PU) Alberdingk U 9150 з сухим залишком 34-36%, динамічною в'язкістю 20-300 МПа·с та концентрацією водневих іонів рН=8-9 [7]; поліуретан-акрилову дисперсію (PU/AC) PU 147 з сухим залишком 35-36%, динамічною в'язкістю 20-600 МПа·с та концентрацією водневих іонів рН=7,5-8,5 [9]. Для забезпечення процесу твердіння лаків було обрано: гідрофільний аліфатичний поліізоціанат марки BAYHYDUR ultra 305 [8], який доводиться до робочої в'язкості змішуванням із розчинником DMM (Di(propylene glycol) dimethyl ether); гідрофільний

аліфатичний поліізоціанат марки Crosslinker08 [9], який доводиться, (за потреби), до робочої в'язкості змішуванням з розчинником PC (Propylene carbonate).

Для приготування лаку з дисперсій Alberdingk U 9150 і PU 147 використовували рекомендовану рецептуру з ідентичним вмістом основних і допоміжних компонентів. Підготовка компонентів для виготовлення сумішей ЛФМ полягала у їх попередньому зважуванні з точністю до 0,01 г. Для визначення впливу кількісного вмісту та виду затверджувача на властивості лаків та утворених ними покриттів, були використані класичні підходи в плануванні експериментальних досліджень. Варіювання змінного фактору, - вмісту ізоціанатного затверджувача, здійснювали на наступних рівнях: 0,1%, 2,5% і 5%. Отримані результати, також, порівнювались з результатами отриманими на контрольних взірцях, тобто, взірцях, отриманих з сумішей лаків без додавання затверджувачів.

Результати досліджень. За результатами експериментальних досліджень отримано залежність впливу виду та кількісного вмісту ізоціанатного затверджувача в поліуретановій емульсії Alberding U9150 на твердість сформованих на її основі покриттів, яка представлена графічно на рис. 1.

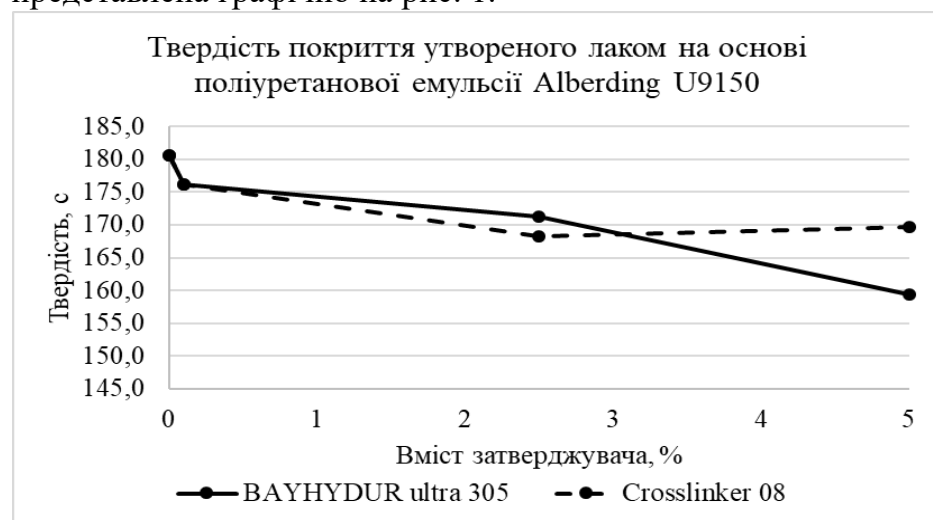


Рис. 1. Твердість покриття сформованого поліуретановим лаком на основі поліуретанової емульсії Alberding U9150 в залежності від відсоткового вмісту в ньому затверджувачів BAYHYDUR ultra 305 або Crosslinker 08.

На основі інтерполяції даних представлених на рис.1 встановлено математичні залежності твердості лакових плівок від кількісного вмісту ізоціанатного затверджувача, які мають наступний вигляд:

- при введенні в лак затверджувача Crosslinker 08:
$$T_1 = 0,9862 \cdot q_1^2 - 6,7347 \cdot q_1 + 178,79 \quad (1)$$

- при введенні в лак затверджувача BAYHYDUR ultra 305:
$$T_1 = -0,3258 \cdot q_2^2 - 2,1911 \cdot q_2 + 178,54 \quad (2)$$

Аналізуючи графічні (рис.1) та отримані на їх основі математичні залежності (1), (2) встановлено, що введення кожного з дослідних затверджувачів в лак на основі поліуретанової емульсії Alberding U9150 зменшує твердість утворених ним захисно-декоративних плівок. Слід зазначити, що збільшення в суміші вмісту затверджувача BAYHYDUR ultra 305 спричиняє поступове зменшення твердості утворюваних плівок в межах цілого діапазону варіювання даного фактору.

Збільшення в суміші вмісту затверджувача Crosslinker 08 спричиняє поступове зменшення твердості утворюваних плівок, стабілізацію її показників в центрі області варіювання даного змінного фактору, та навіть незначне її зростання при досягненні вмісту затверджувача максимального значення. Також, за результатами експериментальних досліджень отримано залежність між видом та кількісним вмістом ізоціанатного затверджувача в поліуретановій емульсії PU 147 та твердістю сформованих на її основі покриттів, яка представлена графічно на рис. 2. На основі інтерполяції даних представлених на рис.2 встановлено математичні залежності твердості лакових плівок від кількісного вмісту ізоціанатного затверджувача, які мають наступний вигляд:

- при введенні в лак затверджувача Crosslinker 08:

$$T_2 = -4,7277 \cdot q_1^2 + 171,42 \quad (3)$$

- при введенні в лак затверджувача BAYHYDUR ultra 305:

$$T_2 = 3,065 \cdot q_2^2 - 15,232 \cdot q_2 + 173,24 \quad (4)$$

Аналізуючи графічні (рис.2) та отримані на їх основі математичні залежності (3), (4) встановлено, що введення в лак на основі поліуретанової емульсії PU 147 затверджувача Crosslinker 08 спричиняє поступове зменшення твердості утворених ним захисно-декоративних плівок. Більше того, за максимального вмісту в лаковій суміші даного затверджувача, фіксувались мінімальні значення показників твердості сформованих плівок в порівнянні з іншими досліджуваними композиціями.

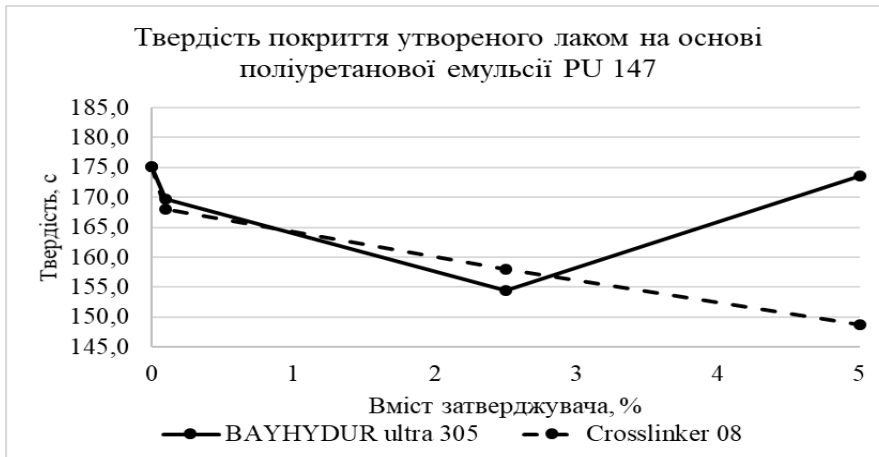


Рис. 2. Твердість покриття сформованого поліуретановим лаком на основі поліуретанової емульсії PU 147 в залежності від відсоткового вмісту в ньому затверджувачів BAYHYDUR ultra 305 або Crosslinker 08

Аналізуючи вплив вмісту затверджувача

BAYHYDUR ultra 305 на твердість плівок утворених лаком на основі поліуретанової емульсії PU 147 встановлено, що поступове його зростання спричиняє зменшення твердості лакових плівок і досягнення мінімальних значень в центрі області експерименту. Подальше збільшення вмісту затверджувача сприяє зворотному нарощуванню значення показника твердості. Оскільки додавання досліджуваних затверджувачів до лакової суміші на основі поліуретанової емульсії Alberding U9150 в будь-яких кількостях негативно впливає на показники твердості утворюваних плівок, то для визначення оптимального вмісту затверджувача, залежності (1) і (2) не беруться до уваги. Аналогічні процеси спостерігаються при введенні в поліуретанову дисперсію PU 147 затверджувача Crosslinker 08, тому, для встановлення співвідношення між затверджувачем та лаком, при якому твердість сформованого покриття буде максимальною, слід розв'язати наступну оптимізаційну задачу:

$$\begin{cases} \frac{dT_2}{dq_2} = 6,13q_2 - 15,232, \\ T_2 \rightarrow \max \end{cases} \quad (5)$$

В результаті розв'язання оптимізаційної задачі (5) встановлено, що максимального значення функція відгуку – твердість покриття, набуватиме при введенні у емульсію PU 147 затверджувача BAYHYDUR ultra 305 в кількості $q_2=5\%$ і становитиме $T_{\max}=173,7\text{с}$. Оскільки, додавання до лаків затверджувача спричиняє зміну не тільки експлуатаційних показників сформованих ними захисно-декоративних плівок, але і впливає на технологічні параметри їх застосування, то також було виконано дослідження впливу виду та кількісного вмісту затверджувача на в'язкість та життєздатність лакової суміші.

За результатами експериментальних досліджень отримано залежність між видом та кількісним вмістом ізоціанатного затверджувача в поліуретановій емульсії Alberding U9150 та в'язкістю лаку, яка представлена графічно на рис. 3. Аналізуючи графічні залежності (рис. 3) встановлено, що зі зростанням вмісту затверджувачів в лаковій суміші на основі поліуретанової емульсії Alberding U9150 відбувається поступове збільшення показників в'язкості. Дещо інший вплив вмісту затверджувачів на в'язкість спостерігається при використанні лакової суміші на основі поліуретанової емульсії PU 147 (рис.

4). Як видно із залежностей (рис. 4) додавання до лаку на основі водної емульсії поліуретанів PU 147 затверджувача BAYHYDUR ultra 305 в'язкість суміші збільшується.

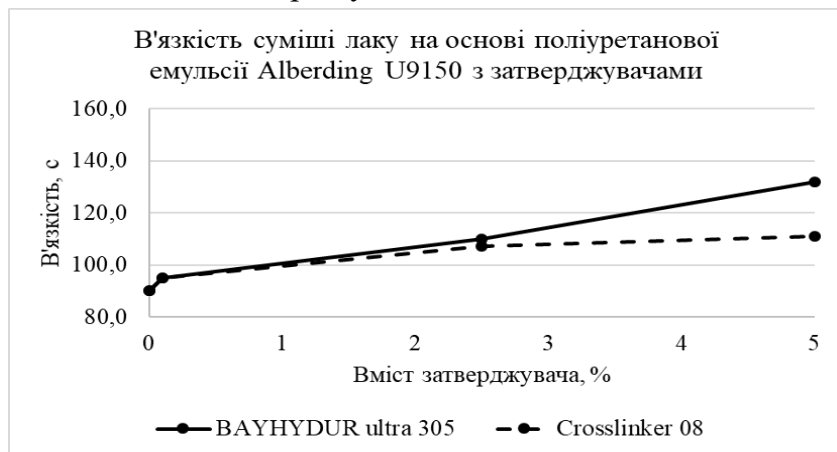


Рис. 3. В'язкість лаку на основі поліуретанової емульсії Alberding U9150 в залежності від відсоткового вмісту в ньому затверджувачів BAYHYDUR ultra 305 або Crosslinker 08.

Разом з тим додавання до цього ж лаку затверджувача Crosslinker 08 – в'язкість суміші зменшується. З практичної точки зору, така властивість лаку-основи дозволяє коригувати в'язкість суміші введенням певного виду затверджувача. На практиці, це дозволить скоригувати даний параметр без додавання розчинників чи розріджувачів. Якщо проаналізувати діапазони варіювання в'язкості робочих сумішей лаків на базі двох дисперсій, слід зазначити, що результати всіх досліджуваних взірців знаходяться в діапазоні показників в'язкості більшості аналогічних імпортованих продуктів, присутніх на ринку України.

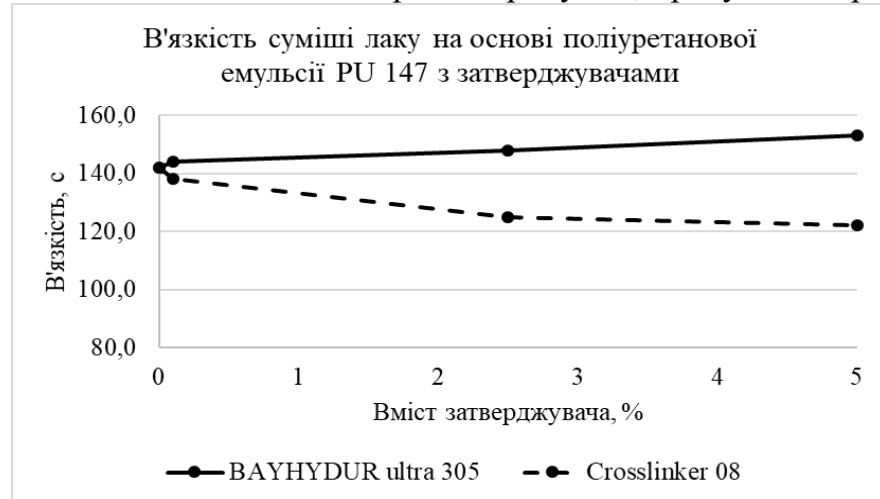


Рис. 4. В'язкість лаку на основі поліуретанової емульсії PU 147 в залежності від відсоткового вмісту в ньому затверджувачів BAYHYDUR ultra 305 або Crosslinker 08

Тому, варіювання в'язкості більше впливатиме на тип інструменту (вид його покриття), а не на спосіб формування захисно-декоративного покриття.

Адже, в своїй більшості, такі матеріали наносяться на покриття підлог валковим методом. Одним з технологічних параметрів, який пов'язаний з в'язкістю, є життєздатність лаку. Слід зазначити, що даний показник є приблизно однаковим для лаків, виготовлених на основі двох досліджуваних емульсій без додавання в них затверджувачів. Якщо аналізувати значення даного параметру для лаків на основі поліуретанової емульсії PU 147, то він має приблизно однакові показники, не залежно від виду та кількості введенного затверджувача. Такі композиції можна використовувати за нормальних умов до 2 год з моменту їх приготування. За даний час не спостерігається утворення в суміші продуктів зшивання у вигляді дрібних м'яких пластинок чи осаду з сироподібною масою. Випадіння в осад м'яких пластинок розпочинається тільки після перевищення зазначеного вище терміну, а коагуляція продуктів реакції зшивання розпочинається через 3-4 год після приготування суміші. Лак на основі емульсії Alberding U9150 більш виразно реагує зміною параметра життєздатності на вид та вміст введенного затверджувача.

При додаванні до нього затверджувача BAYHYDUR ultra 305 в кількості 5% спостерігається зменшення життєздатності отриманої суміші, в результаті чого вже через 1 год і 45 хв спостерігається помутніння суміші за рахунок утворення дрібних м'яких пластинок, а через 2 год – їх випадіння в осад. Тому, термін «безпечного» використання го-

тової суміші при її нанесенні на дерев'яні покриття підлог не повинен перевищувати 1 год і 30 хв. Додавання до лаку-основи затверджувача Crosslinker 08 в кількості 5%, вже через 1 год і 15 хв призводить до помутніння суміші за рахунок утворення дрібних м'яких пластинок, а через 1 год і 30 хв – їх випадіння в осад. Через 2 год від моменту приготування суміші спостерігається коагуляція продуктів реакцій зшивання.

Отже, можна підсумувати, що додавання до лаків на основі поліуретанових емульсій ізоціанатних затверджувачів, спричиняє суттєву зміну не тільки експлуатаційних показників сформованих ними захисно-декоративних показників, але і параметрів застосування самого лаку, життєздатності, в'язкості та ін.

Висновки: Встановлено, що додавання до лаку на основі поліуретанової дисперсії Alberding U9150 ізоціанатних затверджувачів Crosslinker 08 і BAYHYDUR ultra 305 негативно впливає на показник твердості сформованої ним захисно-декоративної плівки в порівнянні з композицією без введеного затверджувача. При додаванні до лаку на основі поліуретанової дисперсії PU147 затверджувача Crosslinker 08 також спостерігається зменшення показника твердості сформованої ним захисно-декоративної плівки.

Позитивний ефект зі збільшення твердості захисної плівки має введення затверджувача BAYHYDUR ultra 305 в кількості 5% в лак на основі емульсії PU147. Слід зазначити, що для того, щоб остаточно встановити яким чином на довговічність експлуатації сформованого захисно-декоративного покриття впливатиме зміна його твердості, необхідно виконати додаткові дослідження, наприклад, стійкості до стирання. Це пов'язано з тим, що надмірна твердість покриття, може призводити і до його крихкості. Тому, визначення інших експлуатаційних показників захисно-декоративних покриттів сформованих двокомпонентними лаками на основі поліуретанових емульсій, будуть предметами наших досліджень в майбутньому. Окрім того, встановлено, що вид поліуретанової емульсії, а також вид та кількість введеного ізоціанатного затверджувача, впливають на технологічні параметри їх практичного застосування. В даній роботі проведено дослідження з визначення такого впливу на життєздатність та в'язкість. Оскільки дані параметри не можуть повністю описати процес нанесення лаку на деревинні підкладки, то в подальших дослідженнях планується встановити і інші.

Література

1. **Gayda S.V.** (1998). Основи створення гнучких автоматизованих виробництв [Basics of creating flexible automated production]. – Lviv. – 149 p. (in Ukrainian).
2. **Gayda S.V.** (1999). Проблеми та перспективи роботизації меблевої промисловості [Problems and prospects of robotics in the furniture industry]. Scientific Bulletin of UNFU 9.5:192-195. (in Ukrainian).
3. **Gayda S.V.** (2000). Визначення стійкості та міцності вертикальних стінок корпусних меблевих виробів [Determination of stability and strength of vertical walls of case furniture products]. Scientific Bulletin of UNFU 10.3:127-129. (in Ukrainian).
4. **Gayda S.V.** (2000). Матеріали для виготовлення виробів з деревини / *Materialy dlya vyhotovlennya vyrobiv z derevyiny* / Materials for the Production of wood Productss. – Lviv: BMC. – 160 p., (in Ukrainian).
5. **Gayda S.V.** (2000). Особливості розрахунку корпусних виробів на міцність [Peculiarities of strength calculation of hull products]. Scientific Bulletin of UNFU 10.2:150-154. (in Ukrainian).
6. **Gayda S.V.** (2001). Раціональне конструювання виробів з деревини / *Ratsional'ne konstruyuvannya vyrobiv z derevyiny* [Rational constructing of wood Productss]. Lviv: BMC. – 93 p., (in Ukrainian).
7. **Gayda S.V.** (2002). Особливості та перспективи роботизації меблевої промисловості України [Peculiarities and prospects of robotization of the furniture industry of Ukraine]. Scientific Bulletin of UNFU 12.5:38-40. (in Ukrainian).
8. **Gayda S.V.** (2003). Гнучкі виробничі модулі для виготовлення ґратчастих меблевих виробів [Flexible production modules for the production of lattice furniture products]. Scientific Bulletin of UNFU 13.2:120-122. (in Ukrainian).
9. **Gayda S.V.** (2004). Інтегровані технології меблевого виробництва [Integrated technologies of furniture production]. Scientific Bulletin of UNFU 14.4:118-121. (in Ukrainian).
10. **Gayda S.V.** (2007). Дослідження концентрації операцій у сучасному меблевому виробництві / *Doslidzhennya kontsentratsiyi operatsiy u suchasnomu meblevomu vyrobnytstvi* [Research of concentration of

operations is in modern furniture Production]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 33:73-79 (in Ukrainian).

11. **Gayda S.V.** (2013). The technological solutions for recycling of post-consumer wood. *Proceedings of I International Interdisciplinary Scientific Conference Formation of stable outlook as the basis of sustainable development* (Ukraine, Lviv, 14-16 March 2013) UNFU: Lviv, 5-11.

12. **Gayda S.V.** (2013). Розроблення технології виробництва паливних гранул на основі енергетичного потенціалу вживаної деревини [Development of technology for the production of fuel pellets based on the energy potential of used wood]. *Scientific Bulletin of UNFU* 23.14:83-93. (in Ukrainian).

13. **Gayda S.V.** (2014). *Sposoby podgotovki k pererabotke vtorichno ispol'zuyemoy drevesiny iglofrezernymi i shchotochnymi stankami* [Preparation methods for processing of post-consumer wood (PCW) needle-milling and brushing machines]. *Actual problems of forest complex* 40:65-69 (in Russian).

14. **Gayda S.V.** (2015). Investigation of physical and mechanical properties of post-consumer wood. *Actual problems of forest complex* 43:175-179, (in Russian).

15. **Gayda S.V.** (2015). *Tekhnologii i fiziko-mekhanichni vlastivosti stolyarnikh plit iz vzhivanoї derevini* [Technology and physical and mechanical properties blockboard made of post-consumer wood]. *Technical service of agriculture, forestry and transport systems* 3(1).145-152 (in Ukrainian).

16. **Gayda S.V.** (2016). *Formoustoychivost' stolyarnykh plit iz vtorichno ispol'zuemoy drevesin* [A form of stability of blockboards made of post-consumer wood]. *Actual problems of forest complex* 46:148-153, (in Russian).

17. **Gayda S.V.** (2017). *Tekhnologiya i svoystva mebel'nogo shchita iz vtorichno ispol'zuemoy drevesiny* [A technology and properties of furniture board made of post-consumer wood]. *Actual problems of forest complex* 48:34-38, (in Russian).

18. **Gayda S.V.** (2017). Використання нечітких експертних систем для підтримки прийняття рішень в процесі сортування вживаної деревини / *Vykorystannya nechitkykh ekspertnykh system dlya pidtrymky pryynyattya rishen' v protsesi sortuvannya vzhivanoї derevyny* [Using fuzzy expert systems for decision support in the process of post-consumer wood sorting]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 43:5-20 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174301>

19. **Gayda S.V.** (2017). Комплексні дослідження зміни пружних властивостей вживаної деревини ялиці з віком / *Kompleksni doslidzhennya zminy pruzhnykh vlastyvostey vzhivanoї derevyny yalytsi z vikom* [The complex studies on the change of elastic properties of post-consumer fir wood with age]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 43:58-72 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174308>

20. **Gayda S.V.** (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402> (in Ukrainian).

21. **Gayda S.V.** (2018). Strength of combined blockboard made of post-consumer wood (PCW). *Bulletin of KhNTUA* 197:3-9, (in Ukrainian).

22. **Gayda S.V.** (2018). Технологія МДФ-фасадів / *Tekhnolohiyi MDF-Fasadiv* [MDF Facade Technologies]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 44:70-83 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184410>

23. **Gayda S.V.** (2019). Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23. – Lviv: UNFU. – 465 (in Ukrainian).

24. **Gayda S.V., Bilyy Ya.M.** (2019). Дослідження технологічних процесів виготовлення ліжок двоспальних різних конструкцій / *Doslidzhennya tekhnolohichnykh protsesiv vyhotovlennya lizhok dvospal'nykh riznykh konstruktсий* [A investigation of technological processes of making beds of double different designs]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 45:21-31 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42194504>

25. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2013). Технология очистки вторично используемой древесины иглофрезерными станками [The technology of cleaning recycled wood with needle milling machines] // *Actual problems and prospects of the development of LPK: materials II NTK.*, September 9-11, 2013 – Kostroma. – P. 36-39. (in Russian).

26. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2018). Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 17, 185-192. <https://doi.org/10.15421/411834> (in Ukrainian)

27. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2020). Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1(107)), 89-97. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>.

28. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2020). The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. *Poznan : Drewno*, 63(206), 77-102. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>.

29. Gayda S.V., Kshyvetsky B.Ya. (1999). Техніко-економічні характеристики деревообробної фабрики майбутнього [Technical and economic characteristics of the woodworking factory of the future]. Scientific Bulletin of UNFU 9.3:83-85. (in Ukrainian).

30. Gayda S.V., Kshyvetsky B.Ya., Voytovych I.G., Prokopovych B.V. (2002). Тлумачний словник з деревооброблення / *Tlumachnyy slovnyk z derevoobroblennya* [Explanatory dictionary from Woodworking]. – Lviv: UNFU. – 280 p. (in Ukrainian).

31. Gayda S.V., Lesiv L.E. (2019). Визначення та порівняння властивостей вживаної деревини основних хвойних порід / *Vyznachennya ta porivnyannya vlastyvostry vzhyvanoyi derevyyny osnovnykh khvoynykh porid* [A determination and comparison of properties of post-consumer wood of the basic conifers]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 45:39-46 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42194506>

32. Gayda S.V., Maksimiv V.M., Kiyko O.A., Ferenc O.B. (2013). Залишки деревини та деревина після споживання. Класифікація. Терміни та визначення [Wood residues and post-consumer wood. Classification. Terms and definitions] / Agreement No. 08.24-11-1: draft international standard ISO. – Lviv: NLTU of Ukraine – 53 p. (in Ukrainian).

33. Gayda S.V., Nikityuk L.O. (1998). До питання застосування екстрагованої деревини для плитного виробництва [On the issue of using extracted wood for slab production]. Scientific Bulletin of UNFU 8:75-77. (in Ukrainian).

34. Gayda S.V., Voronovich V.V. (2011). Investigation of the features of bending of post-consumer wood // Proceedings of the Conference, Mari State University. – 190-192 (in Russian).

35. GOST 5233-89. (1989). Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости по маятниковому прибору [Paint materials. Method for determination of coating hardness with pendulum instrument]. – Moscow: Publishing house of standards. – 7 p., (in Russian).

36. GOST 8420-74. (1974). Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости / *Materialy lakokrasochnyye. Metody opredeleniya uslovnoy vyazkosti* [Paint and Lacquer Materials. Method for determination of relative viscosity]. – Moscow: Publishing house of standards. – 7 p., (in Russian).

37. Voytovych I.G. (2010). Основи технології виробів з деревини / *Osnovy tekhnolohiyi vyrobiv z derevyyny* (Fundamentals of wood products technology). – Lviv: Country of Angels, 305 p. (in Ukrainian).

38. Офіційний сайт Alberdingk. [Alberdingk official site]. – Доступний з / Available at <http://www.alberdingk-boley.de/>.

39. Офіційний сайт Covestro. [Covestro official site]. – Доступний з / Available at <https://solutions.covestro.com/>.

40. Офіційний сайт Lamberti. [Lamberti official site]. – Доступний з / Available at <http://www.lamberti.ru/>.

UDC 674.07:674.213 **Assoc. prof. S.A. Hrytsak, assist. M.M. Ilkiv, senior teacher V.R. Solonynka, senior teacher Ya.M. Bilyy – UNFU; engineer B-D.R. Gorak – Lviv**
Research of the influence of quantitative content and type of hardener on the properties of water-emulsion varnishes of domestic production

In recent years, water-soluble, water-emulsion and other relatively environmentally friendly materials have become widespread. In the manufacture of products in enterprises, the consumer is less interested in the type of finishing material, but there is a direction associated with the finishing processes that directly affect the final consumer. This direction is the equipment of wooden floor coverings. Since most of these floor coverings are installed without finishing, they need further finishing directly on the installation site. Therefore, in order to reduce the negative impact on the health of the consumer, finishing works are carried out with acrylic, acrylic-polyurethane or polyurethane water-emulsion materials. Since the coatings formed by acrylic emulsions have low resistance to abrasion and water, they are mostly used for the manufacture of primers. Polyurethane or polyurethane-acrylic emulsions are used to make high-quality varnishes. It should be noted that in order to ensure high performance indicators, preference is given to two-component compositions which include a varnish-base and an isocyanate hardener. Most of the raw materials for manufacturing of two-component water-emulsion polyurethane varnishes are imported and quite expensive. Therefore, the urgent task is to establish the optimal ratio between its components. This is necessary to obtain cost-effective materials that will form high-quality coatings. So, this paper presents the results of the first stage of research on the properties of two-component water-emulsion polyurethane varnishes, which are being developed by one of the Ukrainian enterprise. The results of research of hardness of the protective and decorative coverings formed by varnishes on the basis of polyurethane emulsions with addition of isocyanate hardeners are resulted. The dependence of technological parameters of varnish application on the type and quantitative content of isocyanate hardener is described.

Key words: polyurethane, isocyanate, emulsion, varnish, hardener, hardness, viscosity, viability, protective and decorative coating.