

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРИКЛЕЮВАННЯ НАСТИЛОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДО ГНУЧКИХ ОСНОВ

Досліджено міцність склеювання найбільш типових настилових матеріалів (поролон, повсть (войлок), ватин) з гнучкими основами (поролон, картон, покривна тканина) у різному поєднанні. У процесі досліджень також контролювали характер руйнувань клейових з'єднань. Склеювання проводили однокомпонентним клеєм на еластомерній і сільвентній основі DENLAKS SPG 2077. При проведенні основних експериментальних досліджень прийнято ширину зразків підкладки – 50 мм; довжину зразків – 200 мм. Випробування зразків на міцність при склеюванні проводили на розривній машині РМІ-60. Гранично допустиме значення міцності (мінімальне) становить 0,5 кгс. Основними змінними факторами експериментальних досліджень прийнято витрату клею (40-65 г/м² – контролювали ваговим методом) і час відкритої витримки (10-360 с). Для проведення експериментів використали В-план. За отриманими рівняннями регресії 2-го порядку побудували графічні залежності функції від змінних факторів. Максимальної міцності з'єднання в більшості випадків можна досягти при часі відкритої витримки 10 с і витраті клею 65 г/м². Вважаємо, що для виробників м'яких меблів при склеюванні гнучких основ з настиловими матеріалами достатньо дотримуватись витрати клею в межах 40-45 г/м² при часі відкритої витримки 10-100 с. Використання зазначених рекомендацій дасть змогу забезпечити належні показники міцності клейових з'єднань при наклеюванні настилових матеріалів до гнучких основ.

Ключові слова: настилові матеріали, гнучкі основи, клеї, міцність склеювання, витрата клею, час витримки.

Стан питання. В історії людства меблі з'явилися давно і закріпились надзвичайно надійно, перетворюючись з часом у вживані вироби [1-20]. Близько 25-35 % меблевої галузі становлять м'які меблі. Вони є невід'ємною складовою нашого комфортного відпочинку та затишку в наших оселях. Понад 30% свого життя ми проводимо експлуатуючи м'які меблі. Основними складовими елементами, які забезпечують комфорт, є гнучкі основи та настилові матеріали. В процесі експлуатації вони зазнають не лише статичних, але й динамічних навантажень. Довговічність меблів в значній мірі обумовлена способом з'єднання цих матеріалів між собою. Традиційним способом з'єднання є прошивання шпагатом. Однак це малопродуктивний процес, який практично не піддається механізації через велику товщину матеріалів. В сучасних умовах основним способом з'єднання цих матеріалів між собою є склеювання [21, 22]. Тобто міцність клейового шва є одним з визначальних факторів тривалості експлуатації м'яких меблів. Але попри наявність широкого асортименту клеїв, нам практично нічого не відомо про міцність з'єднань, яку вони забезпечують.

¹ 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

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.ilkiw@nltu.edu.ua

³ 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

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

Цілком зрозуміло, що при склеюванні настилових матеріалів з гнучкими основами потрібно застосовувати клеї, які утворюють еластичні клеєві шви. Типовим представником є однокомпонентний клей на еластомерній і сільвентній основі DENLAKS SPG 2077 [24], який відносять до групи синтетичних каучуків. Клей наносять методом пневматичного розпилення (діаметр сопла – від 1,8 мм, при тиску 3-6 бар) на одну поверхню у вигляді тонкої плівки. В технічній характеристиці клеїв виробниками зазначено в'язкість за Брукфільдом 570...630 кПа·с, вміст сухого залишку 38-40 %. При визначенні в'язкості в лабораторних умовах за віскозиметром ВЗ-4 в'язкість клею становила 95 с. В ході робіт корегування складу клеїв не здійснювалось – тому наведені вихідні дані є постійними. Однак в літературі і рекомендаціях виробника відсутні дані про фізико-механічні характеристики клейових з'єднань при склеюванні конкретних матеріалів між собою. В якості гнучких основ використовували поролон марки N2519 (щільність 25 кг/м³, напруження при стисканні 1,9 кПа за DIN 53577) [25], картон технічний [26] та тканину покривну неткану на основі синтетичних волокон [27, 28]. В якості настилових матеріалів використовували поролон марки N2130 (щільність 21 кг/м³, напруження при стисканні 3,0 кПа за DIN 53577) [25], повсть (войлок) [29] та ватин [28].

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження є клей, призначений для склеювання матеріалів у виробництві м'яких меблів. Предметом дослідження є міцність клейового з'єднання для різних матеріалів за різних технологічних умов. Метою роботи було дослідити фізико-механічні параметри клейових з'єднань при склеюванні найбільш типових настилових матеріалів і гнучких основ у виробництві м'яких меблів. Розміри зразків: довжина 200±2 мм; ширина 50±1 мм; товщина поролону 20 мм, ватиліну – 10 мм, картону – 1,5 мм. Густина покривної тканини 170 г/м². Ці фактори є постійними і склеювання проводили в дев'яти комбінаціях «Поролон N2519 – Поролон N2130», «Поролон N2519 – Повсть», «Поролон N2519 – Ватин», «Картон – Поролон N2130», «Картон – Повсть», «Картон – Ватин», «Тканина – Поролон N2130», «Тканина – Повсть», «Тканина – Ватин». Дослідження проводили при температурі повітря 18±2°C та відносній вологості повітря 60 %. Тривалість закритої (технологічної) витримки становить 48 год, як і рекомендовано більшістю виробників клейових композицій.

Для щільного з'єднання матеріалу та підкладки необхідно прикладення зовнішнього тиску на склеюванні деталі. У виробничих умовах складальні одиниці не склеюють з використанням пресів, обмежуючись лише зусиллям притиску робітника. Експериментальним шляхом було визначено, що такий тиск складає 0,1 кг/см², тобто 9,8 кПа. Середнє значення часу протягом якого робітник стискає заготовки дорівнює 5 с. Змінними факторами в ході проведення дослідів будуть тривалість відкритої витримки та витрата клею.

Попередні дослідження впливу технологічних параметрів на міцність склеювання виявили нелінійний характер залежності функції відклику від ряду факторів. Це зумовило проведення експериментів з використанням композиційного В-плану другого порядку [30]. Схему випробування зразків наведено на рис. 1.

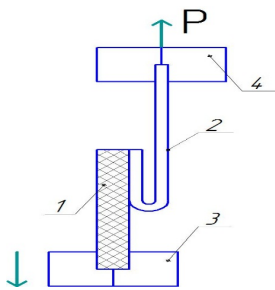


Рис. 1. Схема випробування на міцність склеювання:

1 – гнучка основа; 2 – настиловий матеріал; 3 – рухомий затискач розривної машини; 4 – затискач вимірювального механізму розривної машини

В якості плану експерименту для дослідження впливу технологічних факторів на міцність склеювання був прийнятий дворівневий симетричний план В2. Відповідно до методики проведення [21, 22] та враховуючи високу відтворюваність результатів дослідів кількість спостережень у кожному досліді прийнято рівним 5. Випробування на міцність склеювання проводили на розривній машині РМІ-80 зі шкалою 0...30 кг, ціна поділки 0,1 кг.

Тривалість відкритої витримки відповідно до характеристики клею у виробничих умовах складає 1-6 хв для клею Denlaks SPG 2077. З метою визначення впливу тривалості відкритої витримки на міцність клейового з'єднання було прийнято час відкритої витримки 0,17 хв, 3,08 хв, 6 хв, тобто 10, 185, 360 с. Згідно літературних даних рекомендовано витрату клею в межах 45...60 г/м² [24]. З метою визначення наскільки суттєвою є різниця міцності при різній витраті клею було вирішено наносити клей з витратою 40 г/м², 52,5 г/м² та 65 г/м². Кількість нанесеного клею контролювалась ваговим методом за допомогою електронної ювелірної ваги, що має точ-

ність вимірювання 0,01 г при межах виміру 0,01...200 г. Геометричні розміри зразка вимірювали з точністю до 1 мм лінійкою металевою з ціною поділки 1,0 мм. Всі роботи, пов'язані з обробкою експериментальних даних, проводили з використанням стандартних програм.

Результати та обговорення. Для різних варіантів склеювання гнучких основ і настилових матеріалів отримали рівняння регресії. Графічна інтерпретація для різних видів матеріалів приведена на рис. 2...10.

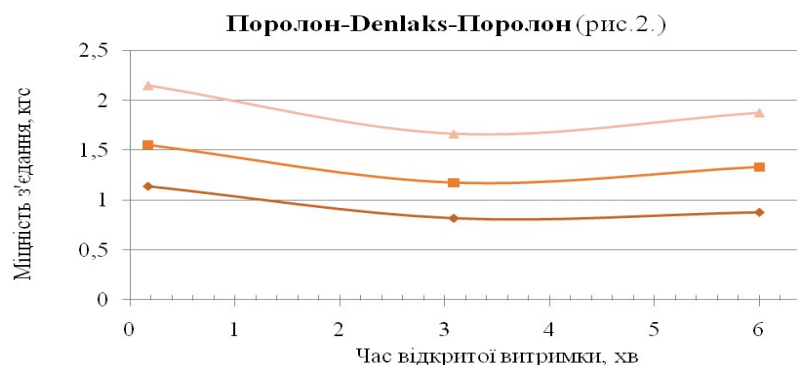


Рис. 2. Залежність міцності склеювання поролону між собою клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Співставляючи графічні залежності на рис. 2, бачимо, що максимальне значення міцності клейового шва досягається при витраті 65 г/м² та часі відкритої витримки 10 с.

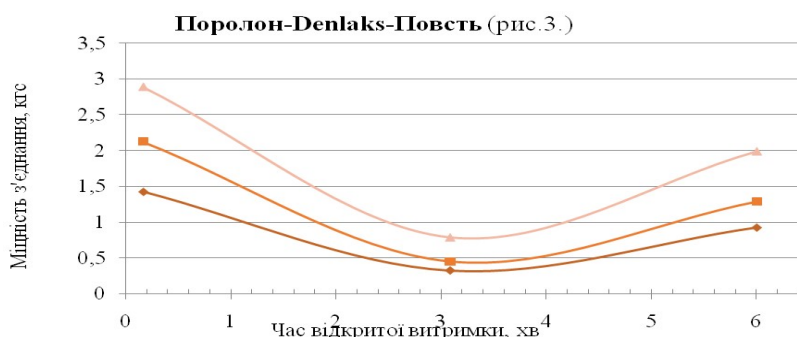


Рис. 3. Залежність міцності склеювання поролону та повісті клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

За середнього значення відкритої витримки міцність з'єднання падає, а при збільшенні – незначно зростає. В цілому зменшення витрати клею веде до зниження міцності.

Відповідно до рис.3., максимального зусилля розриву було докладено при руйнуванні зразків за найменшого часу відкритої витримки та кількості нанесення 65 г/м². При збільшенні часу відкритої витримки міцність з'єднання падає, а подальше збільшення веде до зростання. Тільки в даному випадку перепад складає 3 рази. В цілому зменшення витрати клею веде до зниження міцності.

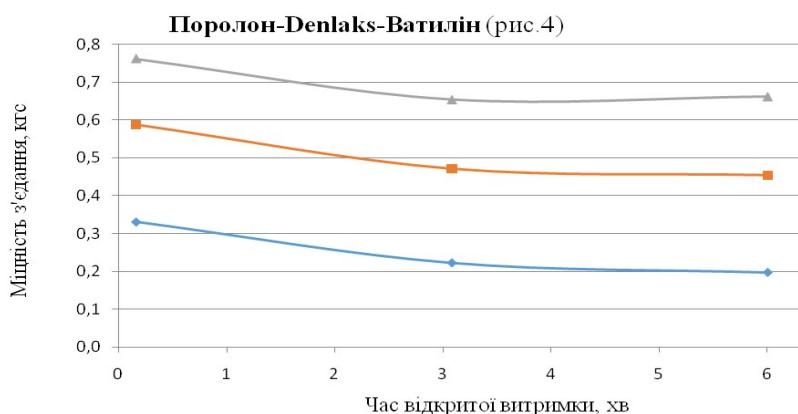


Рис. 4. Залежність міцності склеювання поролону та ватиліну клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

На рис. 4 бачимо таку ж ситуацію, що і при склеюванні поролону з поролоном (рис. 2). Однак абсолютні значення міцності приблизно в три рази менші.

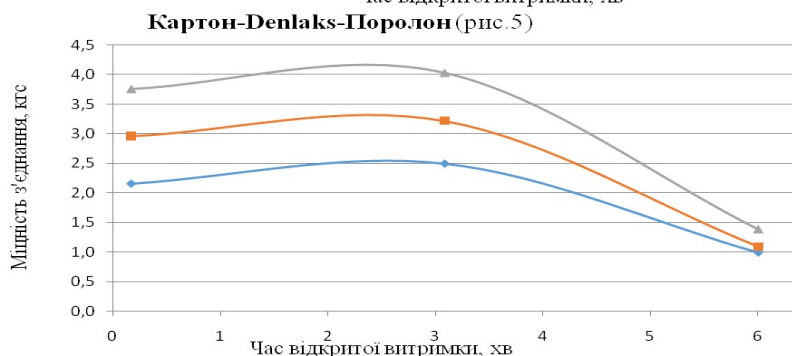


Рис. 5. Залежність міцності склеювання поролону та картону клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Залежність міцності склеювання картону з поролоном має дещо інший вигляд: при мінімальному і середньому часі відкритої витрим-

киклеюміцність є високою і навіть дещо зростає. При максимальному часі витримки міцність зменшується в 2,5...3 рази від початкової.

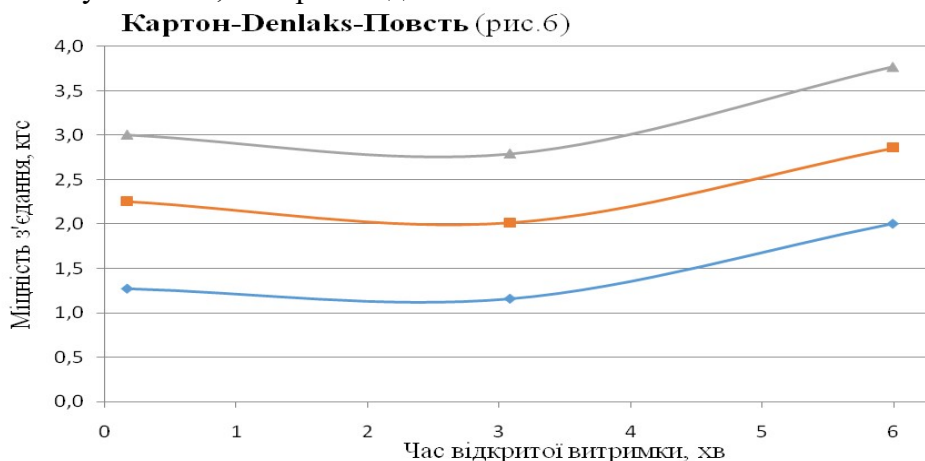


Рис. 6. Залежність міцності склеювання картону та повсті клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Максимальну міцність склеювання картону з повстю також маємо при максимальній витраті клею. Із збільшенням часу відкритої витримки міцність незначно знижується, а потім збільшиться на 20...30 %.

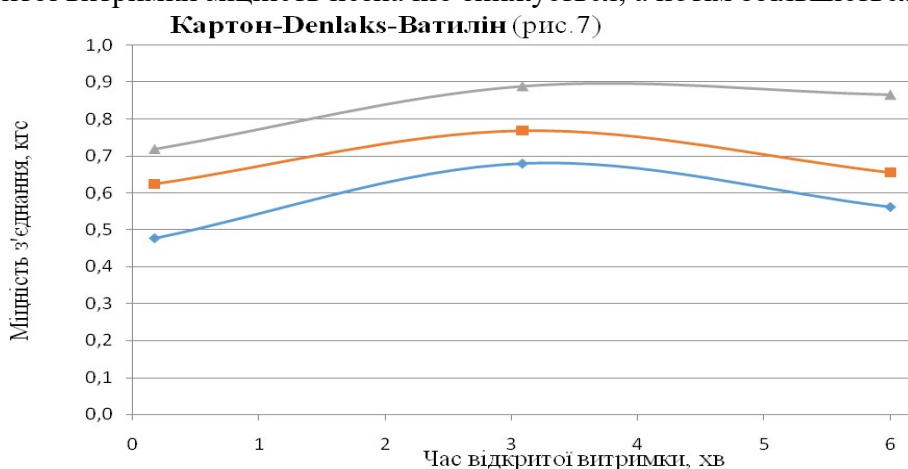


Рис. 7. Залежність міцності склеювання картону та ватиліну клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Відповідно до рис.7 максимальне значення міцності склеювання картону з ватиліном також досягається при максимальній витраті клею при витримці 3,085 хв. Максимальна міцність досягається при часі відкритої витримки 3...6.хв. В цілому абсолютні значення міцності є невеликі.

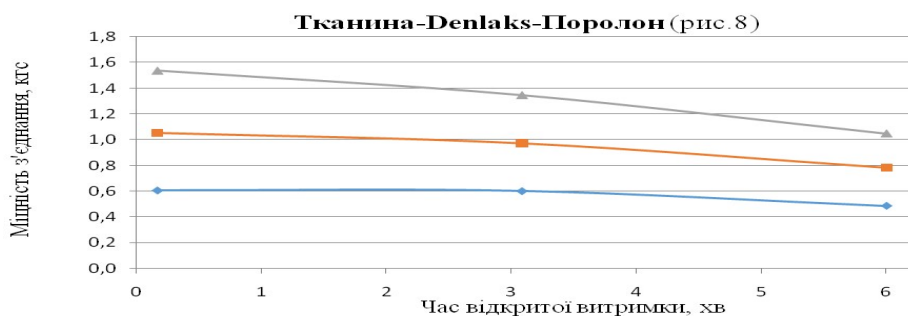


Рис. 8. Залежність міцності склеювання поролону та тканини клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Аналізуючи значення залежності міцності склеювання тканини з поролоном від часу відкритої витримки та витрати клею, видно, що максимальну міцність склеювання маємо при максимальній витраті клею і мінімальному часу відкритої витримки. В цілому із збільшенні часу відкритої витримки міцність знижується – на 20...35 % незалежно від витрати клею.

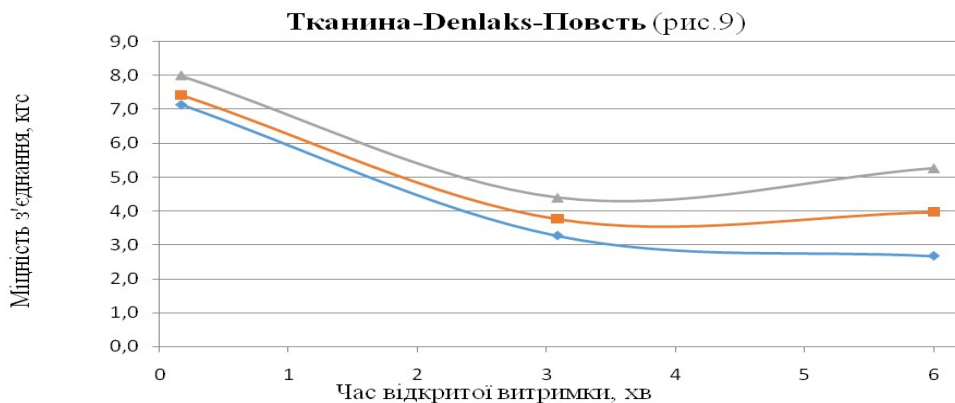


Рис. 9. Залежність міцності склеювання тканини та повсті клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

При склеюванні тканини з повстю, в залежності від часу відкритої витримки, міцність спочатку знижується майже в два рази, а потім стабілізується.

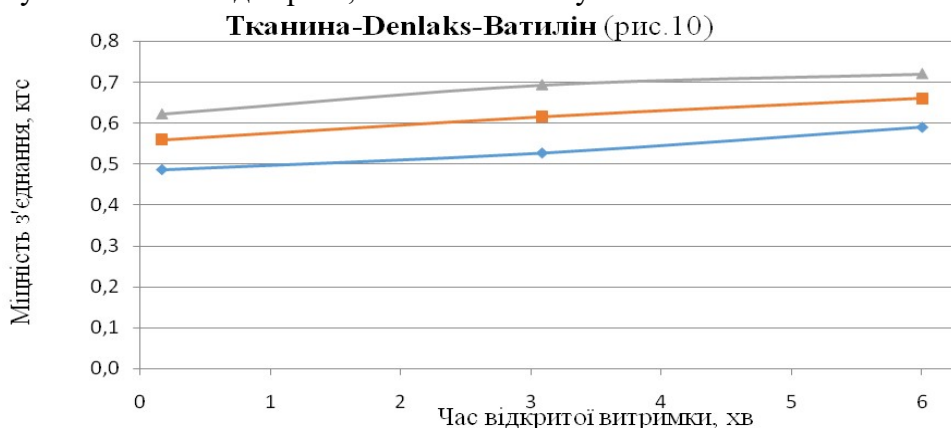


Рис. 10. Залежність міцності склеювання тканини та ватиліну клеєм Denlaks SPG 2077 від часу відкритої витримки

Графічна залежність міцності клейового з'єднання від витрати клею та часу відкритої витримки при склеюванні тканини з ватиліном має спільну тенденцію до зростання міцності зі збільшенням часу між нанесенням клею за з'єднанням поверхонь. Для зручності порівняння приводимо максимальні значення міцності клейових з'єднань для різних варіантів в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння максимальних значень міцності склеювання

Матеріал	Витрата клею, г/м ²	Denlaks PG2077		Матеріал	Витрата клею, г/м ²	Denlaks PG2077	
		Міцність, кгс	Час, с			Міцність, кгс	Час, с
Поролон – Поролон	65	2,15	10	Картон – Ватилін	65	0,88	185
	52,5	1,55			52,5	0,77	
	40	1,14			40	0,68	
Поролон – Повсть	65	2,89	10	Тканина – Поролон	65	1,54	10
	52,5	2,12			52,5	1,05	
	40	1,42			40	0,61	
Поролон – Ватилін	65	0,76	10	Тканина – Повсть	65	8,00	10
	52,5	0,59			52,5	7,43	
	40	0,33			40	7,13	
Картон – Поролон	65	4,03	185	Тканина – Ватилін	65	0,72	360
	52,5	3,21			52,5	0,66	
	40	2,49			40	0,59	
Картон – Повсть	65	3,22	360				
	52,5	2,86					
	40	2,01					

Висновки.

1. Встановлено, що міцність склеювання настилових матеріалів до гнучких основ залежить від виду склеюваних матеріалів, місця їх розташування у виробі та витрати клею.
2. Обґрунтовано, що витрата клею та час витримки забезпечують міцність склеювання настилових матеріалів.
3. Розраховано, що максимальної міцності з'єднання в більшості випадків можна досягти при часі відкритої витримки 10 с і витраті клею 65 г/м².
4. Вважаємо, що для виробників м'яких меблів при склеюванні гнучких основ з настиловими матеріалами достатньо дотримуватись витрати клею в межах 40-45 г/м² при часі відкритої витримки 10-100 с.
5. З'ясовано, що використання зазначених рекомендацій дасть змогу забезпечити належні показники міцності клейових з'єднань при наклеюванні настилових матеріалів до гнучких основ.

Література

1. Gayda S.V. (2000): Матеріали для виготовлення виробів з деревини / *Materialy dlya vyhotovlennya vyrobiv z derevyiny* [Materials for the manufacture of wood products]. – Tutorial. – Lviv: VMS. – 160 p.
2. Gayda S.V. (2007). Проблема деревної сировини у Європі та Україні / *Problema derevnoyi syrovyny u Yevropi ta Ukraini* [A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 33:55-63 (in Ukrainian).
3. Gayda S.V. (2011). Recycled of post-consumer wood is for the production of particleboard in Ukraine / Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 29 – July 01. 2011). TU Zvolen. – P. 108-121.
4. Gayda S.V. (2013). Techniques for utilization of post-consumer wood in the production of fuel pellets and briquettes. Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 23-26. 2013). TU Zvolen, 119-130.
5. 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).
6. Gayda S.V. (2015). Investigation of physical and mechanical properties of post-consumer wood. Actual problems of forest complex 43:175-179, (in Russian).
7. 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).
8. 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).
9. 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 vzhivanoyi derevyiny* [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>
10. Gayda S.V. (2017). Комплексні дослідження зміни пружних властивостей вживаної деревини ялиці з віком / *Kompleksni doslidzhennya zminy pruzhnykh vlastyvostey vzhivanoyi derevyiny 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>
11. 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).
12. Gayda S.V. (2018). Strength of combined blockboard made of post-consumer wood (PCW). Bulletin of KhNTUA 197:3-9, (in Ukrainian).
13. 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>
14. 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).

15. Gayda S.V., Bilyy Ya.M. (2016). The investigation of the shape stability of glued panels made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 42, 69-79. <https://doi.org/10.36930/42164211> (in Ukrainian).
16. Gayda S.V., Dyak T.P. (2011). The analysis of economic efficiency of post-consumer wood use for particleboard manufacture for LLC Swisspan Limited // *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 37.2:129-136. doi: <https://doi.org/10.36930/421137221>
17. Gayda S.V., Kiyko O.A. (2013). Технологія очистки вторично використовуваної деревини іглофре-зерними 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).
18. 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)
19. 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: NLТУ of Ukraine – 53 p. (in Ukrainian).
20. 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.
21. GOST 17317:1988 *Kozha iskusstvennaya. Metod opredeleniya prochnosti mezhdu sloyami* [Artificial leather. Method for determination of interlayer bonding strength]. *Moscow: Publishing house of standards*, (in Russian).
22. GOST 411:1979 *Vyznachennya mitsnosti skleyuvannya pry vidsharuvanni nastylovykh materialiv vid zhorstkoyi osnovy pid kutom 180°* [Determination of bonding strength when peeling of flooring materials from a rigid base at an angle of 180°]. *Moscow: Publishing house of standards*, (in Russian).
23. Grytsak S.A. (2006): *Tekhnolohiya myakyykh meblevykh vyrobiv* [Technology of upholstered furniture]. – Lecture notes. – Lviv: UNFU. – Vol: 1-8.
24. <http://eximtextil.com.ua>
25. <http://www.porolon-eurofoam.com.ua/>
26. <https://matrasy.com.ua/materials-supplies/nonwoven-materials/>
27. <https://prom.ua/ua/p1033592762-karton-prokladochnyj-marki.htm>
28. <https://prom.ua/ua/Vojlok-dlya-mebeli.html>
29. <https://ua.all.biz/uk/spg-2077-g1122692>
30. Pizhurin A.A., Rosenblit M.S. (1984): *Issledovaniya protsessov derevoobrabotki* [Research of woodworking processes]. – Moscow: Lesn. prom. – 232 p.

UDC 674.028.9

*Assoc. prof. S.A. Hrytsak, assist. M.M. Ilkiv, senior teacher
V.R. Solonynka, senior teacher Ya.M. Bilyy – UNFU*

Investigation of the process of bonding interlining materials to flexible bases

The work studies the bonding strength of most typical flooring materials (foam rubber, felt, batting) with flexible bases (foam rubber, cardboard, cover fabric) in different combination. In the process of studies, the nature of destruction of glue joints was also monitored. Bonding of provo-diels with one-component adhesive on the elastomeric and solvent basis of DENLAKS SPG 2077. When conducting basic experimental investigation, the width of the interlining specimen was taken as being 50 mm; the length of the specimens was 200 mm. The threshold value of strength (minimum) was 0,5 kgf. The main variables of the experimental studies were glue spread (40-65 g / m² – controlled by the weight method) and the open time (10-360 s). To carry out experiments, the B-plan was used. Based on the obtained regression equations of the second order, the graphic dependences of the function on variable factors were constructed. In most cases, the maximum strength of the connection can be achieved with an open exposure time of 10 s and an glue spread of 65 g/m². We believe that for upholstered furniture manufacturers, when gluing flexible bases with flooring materials, it is sufficient to adhere to the adhesive consumption in the range of 40-45 g/m² at an open exposure time of 10-100 s. Using these guidelines will help to ensure that the adhesive strength of the adhesive is properly bonded to the flexible substrates.

Keywords: interlining materials, flexible bases, adhesives, bonding strength, glue spread, open time.