

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ДЕРЕВООБРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ДИЗАЙНУ

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та
безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка

до диплому/роботи магістра

на тему: «ВПЛИВ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ФОРМУВАННЯ

МІЦНОСТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПАРКЕТНОЇ ДОШКИ.»»

Виконав: студент II курсу, групи ТВД-61м
Спеціальності 187 «Деревообробні та
меблеві технології»

Берега М.Р. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник проф. Кшивецький Б.Я.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Львів 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут деревообробних технологій і дизайну

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки життєдіяльності

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСДБЖД

проф. Кшивецький Б. Я. _____

“ _____ ” _____ 2024року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Береза Максим Романович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Вплив режимних параметрів на формування міцності при виготовленні паркетної дошки.»

керівник роботи Кшивецький Богдан Ярославович, доктор техн. наук, професор,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) Методика затверджені наказом по університету від “ _____ ” _____ 2023року №..._____.

2. Строк подання студентом роботи _____ до 10 січня 2024

3. Вихідні дані до роботи Вихідними даними для роботи є масивна деревина та клейові з'єднання на її основі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Літературний огляд.

2. Методика досліджень.

3. Теоретичний розділ.

3. Результати досліджень.

4. Розділ з охорони праці.

5. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Соколовський І.А.		

7. Дата видачі завдання _____ 16 червня 2023 року

Керівник проекту _____ проф. Кшивецький Б.Я.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд	до 01.10.23	
2.	Методика досліджень	до 15.10.23	
3.	Теоретичний розділ.	до 01.11.23	
4.	Результати досліджень.	до 20.11.23	
5.	Розділ з охорони праці.	до 15.12.23	
	Висновки.	до 01.01.24	
	Оформлення роботи	до 15.01.24	

Студент _____ Береза М. Р.

Керівник проекту _____ проф. Кшивецький Б.Я.

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота: пояснювальна записка: 60 стор., 22 рис., 3 таблиць, 28 джерел. В даній роботі досліджено режимні параметри склеювання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці полівінілацетатним клеєм. Здійснено аналіз зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці від витрати клею, питомого тиску пресування та тривалості пресування.

Ключові слова: паркетна дошка, режимні параметри, клеї, клейові з'єднання, деревина, склеювання, полівінілацетатні клеї.

ABSTRACT

Master's thesis: explanatory note: 60 pages, 22 figures, 3 tables, 28 sources. In this work, the regime parameters of gluing the top layer in a three-layer parquet board with polyvinyl acetate glue are investigated. An analysis of the change in the strength of the adhesive bond of the top layer in a three-layer parquet board from the glue consumption, specific pressing pressure and pressing duration is carried out.

Key words: parquet board, regime parameters, adhesives, adhesives, wood, gluing, polyvinyl acetate adhesives.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Дослідити вплив режимних параметрів на формування міцності клейового з'єднання при виготовленні паркетної дошки. Для цього необхідно:

1. Вивчити стан питання щодо підлогового покриття, його конструкції, та режимні параметри склеювання, їх вплив на міцність та формостійкість паркетної дошки як під час її виготовлення так і експлуатації.

2. Проаналізувати механізми формування міцності та формостійкості тришарової паркетної дошки як під час технологічного процесу склеювання, так і під час експлуатації. Вивчити вплив вологості і температури на міцність паркетної дошки..

3. Підібрати методику для проведення експериментальних досліджень з визначення впливу режимних параметрів на міцність склеювання верхнього шару тришарової паркетної дошки та методику статистичної обробки їх результатів.

4. Проаналізувати результати експериментальних досліджень щодо впливу режимних параметрів тришарової паркетної дошки на міцність клейового з'єднання тришарової паркетної дошки під час її виготовлення. Побудувати графічні залежностей зміни міцності клейових з'єднань деревини у тришаровій паркетній дошці та здійснити їх аналіз.

5. Зробити висновки по проведеній роботі.

Зміст

Вступ.....	6
1. Аналіз літературних джерел.....	8
1.1. Загальні відомості про підлогове покриття	8
1.2. Аналіз клеїв для виготовлення паркетної дошки.....	11
1.3. Технологічний процес склеювання паркетної дошки	14
1.4. Аналіз методик визначення якості паркетної дошки	17
1.5. Висновки з розділу і завдання роботи.....	21
2. Теоретичний розділ.....	24
2.1. Формування адгезійної і когезійної міцності у паркетній дошці	24
2.2. Вплив режимних параметрів на механізм формування тришарової паркетної дошки	27
2.3. Висновки з розділу.....	29
3. Методика досліджень.....	31
3.1. Планування експериментальних досліджень.....	31
3.2. Виготовлення паркетної дошки.....	32
3.3. Визначення міцності паркетної дошки.....	34
3.4. Статистична обробка	36
4. Експериментальні дослідження.....	38
4.1. Результати досліджень впливу режимних параметрів на міцності верхнього шару у тришаровій паркетній дошці.....	38
4.2. Побудова регресійної моделі.....	39
4.3. Побудова графічних залежностей та їх аналіз	42
4.3. Висновки з розділу.....	49
5. Охорона праці.....	51
5.1. Екологічна безпека використання паркетних дошок.....	51
5.2. Охорона праці при роботі в лабораторії.....	53
Висновки по роботі	55
Список використаної літератури	57

ВСТУП

У сучасному будинкобудуванні для формування підлогового покриття використовують різні натуральні та синтетичні матеріали, серед яких поштучний паркет, різного роду ламінатні матеріали, лінолеум, паркетну дошку, тощо. Всі вони створюють комфорт і надають житлу гарних естетичних властивостей. Разом з тим, вони мають свою вартість, впливають на навколишнє середовище, є зручними або незручними у прибиранні, тощо. Тому вибір підлогового покриття є надзвичайно важливо при облаштуванні жилих та адміністративних приміщень.

Великою популярністю на сьогоднішній день користується підлогове покриття із натуральної деревини, таке як поштучний паркет та паркетна дошка, оскільки це матеріали природнього походження, що створюють комфорт та затишок у приміщеннях, є екологічно безпечними матеріалами. Дані матеріали використовують досить давно, а на даному етапі розвитку покращують свої конструктивні, екологічні та експлуатаційні властивості.

Разом з тим, технологічний процес їх виготовлення вимагає додаткової уваги, оскільки під час склеювання паркетних дошок формуються експлуатаційні характеристики, які визначатимуть довговічність конструкції під час її експлуатації. Особливу увагу необхідно приділяти вибору конструкційних матеріалів та клею, для формування паркетної дошки. Тому що, при її виготовленні необхідно враховувати технологічні, економічні, експлуатаційні та екологічні умови. Це досить складна задача, яка має враховувати багато факторів, які впливатимуть на ці процеси.

Серед основних вимог, є формування у паркетній дошці належної адгезійної і когезійної міцності, як піл час її виготовлення, так і експлуатації. Окрім того необхідно враховувати і екологічні вимоги щодо клеїв та клейових з'єднань, оскільки паркетна дошка експлуатується у середині приміщення і знаходиться в зоні безпосереднього контакту людини. Тому потрібно правильно підібрати клейові матеріали для її склеювання, тобто,

щоб вони відповідали умовам експлуатації та не були шкідливими для навколишнього середовища і людей, які там проживають.

Серед клеїв які можуть забезпечити належні технологічні, експлуатаційні та екологічні умови є термопластичні полівінілацетатні клеї. Дані матеріали на сьогоднішній день широко використовуються для склеювання деревини, оскільки мають хороші адгезійні властивості до деревини, є екологічно безпечними та формують клейове з'єднання з підвищеною водостійкістю і вологостійкість.

РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Загальні відомості про підлогове покриття

Підлогове покриття у різних періодах існування людства змінювало свій естетичний вигляд, матеріали для його виготовлення, конструкцію, тощо. Тобто, в залежності від історичного розвитку людства у моді був певний вигляд підлогового покриття. А все починалось від використання радіальних або тангентальних дощок, які масово використовувались у житлових приміщеннях і відповідали багатьом умовам експлуатації та естетичності. Для прикладу на рис. 1.1. наведено підлогове покриття із масивної деревини – сосни.



Рис. 1.1 Вигляд підлоги із масивної дошки.

Як видно із рис. 1.1. для виготовлення такого підлогового покриття використовували дошки із хвойних порід деревини, які перед укладанням стругали в розмір за товщиною. Часто таке покриття просочували різними опоряджувальними матеріалами натурального походження. Пізніше, для опорядження, почали використовувати лаки або фарби. Таке покриття було довговічним, створювало певний естетичний вигляд у приміщеннях, але вимагало покращення його естетичного вигляду, оскільки масивна дошка часто включала різного роду вади, такі як тріщини, сучки та інші дефекти. Тому, це вимагало певних технологічних рішень для покращення зовнішнього вигляду підлогового покриття.

Тоді появилось підлогове покриття виготовлене із поштучного паркету. Це покриття виготовлялось із твердолистяних порід деревини, які мало

гарний естетичний вигляд і добре сприймається людським оком. Для цього використовували деревину породи дуба, бука, ясена, акації та інших цінних порід деревини. На рис. 1.2. наведено підлогове покриття виготовлене із поштучного паркету.



Рис. 1.2. Підлогове покриття із поштучного паркету.

Підлогове покриття у вигляді поштучного паркету також ще використовується і сьогодні, але значно менше, оскільки на сучасному етапі розвитку людства широко починає використовуватися паркетна дошка.

Паркетна дошка – відноситься до окремого різнову дерев'яного підлогового покриття і виготовляється із ламелей деревини різних порід, що склеюються за допомогою клею.

Конструкцію паркетної дошки розробив Юхан Чер. Це власних шведської компанії з виготовлення дверей, а пізніше і паркетної дошки. Народився і проживав шведському містечку Ньюбро. У 1919 році він винайшов новий метод, що дозволяє збирати двері із ламелей, які склеювали між собою, а 1941-му році технологію переніс на виготовлення підлогового покриття. Покривали паркетну дошку шаром лаку. Це ним було запатентовано у 1958-му році. [7].

З часом паркетну дошку почали широко застосовувати у жили та адміністративних приміщеннях. На сьогодні, така паркетна дошка змінює свої розміри, форму, шаруватість з метою отримання якісного та естетичного покриття на підлогу. Сучасні конструкції паркетної дошки наведено на рис. 1.3.

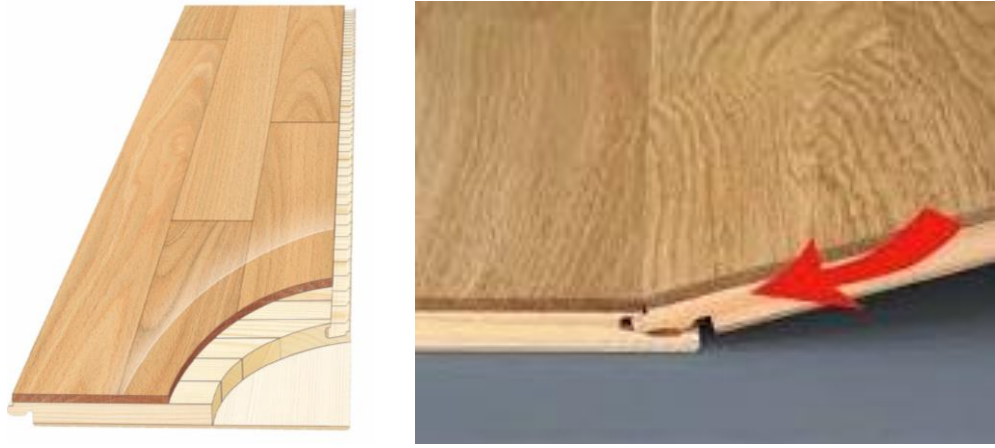


Рис 1.3. Сучасна паркетна дошка

Як видно із рис. 1.3 сучасна паркетна дошка не є такою простою конструкцією, яка була на початкових етапах. Вона складається з декількох шарів, у більшості випадків із трьох шарів та покрита лаковим або олійним покриттям. Усі шари розташовуються перпендикулярно один іншому, що надає паркетній дошці значну міцність і стійкість до перепадів температурних режимів і вологи.

Верхній шар виготовляється з твердолистяних цінних порід деревини товщиною - від 0,5 до 6 міліметрів. Середній шар виготовляється з рейок деревини хвойних порід (сосни або ялини), який укладається перпендикулярно до верхнього і нижнього шару. Товщиною шару до 9 міліметрів. Замість хвойних порід можуть використовувати деревину породи тополя, або інші м'яколистяних породи деревини. Нижній шар виготовляється однорідним. Для нього використовують деревину сосни, ялини або листові матеріали. Товщина шару 1,5 міліметра.

Розміщенні перпендикулярно шари деревини один відносно іншого роблять паркетну дошку дуже стійкою до перепадів температури, вологостійкою, надають ударної міцності та несхильної до сколювання. Крім того така дошка є готова до монтажу, без циклювання, шліфування, шпаклювання та лакування. Тому, таке підлогове покриття є міцне і практичне, довговічне і легко піддається прибиранню. Розміри паркетної

дошки можуть коливатися в межах від 180 см до 250 см., за довжиною; - від 14 см до 20 см - за шириною та від 1,4 см до 2,2 см - за товщиною.

Паркетні дошки поділяються за кількістю шарів на одношарову, двошарову та трьох шарову. Найбільшого використання набули трьох шарові паркетні дошки, які складаються із верхнього, середнього і нижнього шарів, які між собою склеєні за допомогою клею. Серед недоліків трьохшарової паркетної дошки є відшаровування верхнього шару..

1.2. Аналіз клеїв для виготовлення паркетної дошки

При виготовленні паркетної дошки використовують як терморезистивні так і термопластичні клеї. Від правильного вибору клею, для склеювання, буде залежати міцність і довговічність, як клеєних з'єднань, так і паркетної конструкції. Окрім того це ще впливатиме на собівартість паркетної дошки.

Для клеїв, що використовуються для склеювання паркетної дошки ставляться наступні вимоги: вони повинні забезпечувати конструкції цілісність та формостійкість, як в період її виготовлення так і експлуатації, бути технологічними, екологічно безпечними, дешевими і не дефіцитними [1].

На сьогодні немає клею, щоб забезпечив всі вимоги одночасно. Тому підбір клею здійснюється за найбільш вагомими вимогами, які ставляться до паркетної дошки. Клеї поділяються на водостійкі (феноло-формальдегідні, резорцино-формальдегідні), середньої водостійкості (карбамідні), і неводостійкі (полівінілацетатні). За відношенням до дії атмосферних факторів на погоду стійкі і вологостійкі. А за відношенням до кип'ятіння на ті, що витримують кип'ятіння і ті, що не витримують кип'ятіння.

Для склеювання ламелей при виготовленні паркетної дошки використовують фенолоформальдегідні, карбамідоформальдегідні та полівінілацетатні клеї. Проаналізуємо більш детально дані клеї, які використовуються при виготовленні паркетної дошки.

Клеї на основі феноло-формальдегідних смол [1], являють собою однойменних клеїв, які є продуктом поліконденсації фенолу з формальдегідом у присутності кислих або лужних каталізаторів.

Для їх виготовлення, в основному, використовують резольні смоли, як затвердівають у декілька стадій. На I стадії формується резолом. Нагріванням переводять його в II стадію, яка називається резитол. Подальше нагрівання резитолу переходить у III стадію — резит. Затвердіння таких клеїв може відбуватись за підвищеної температури без додавання затверджувачів і при нормальній температурі із додаванням затверджувача [1].

Як наповнювачі для даних клеїв використовують деревинну муку, азбест, мелену шкаралупу горіхів і фруктових кісточок. Феноло-формальдегідні клеї та з'єднання їх основи є водостійкими і теплостійкими. Разом з тим ці клеї в процесі приготування і склеювання виділяють вільний формальдегід, який є токсичною речовиною. З'єднання деревини на феноло-формальдегідних клеях утворюють крихкі прошарки, що мають 6—8% усадки. Такі прошарки розтріскуються із-за появи в них внутрішніх напружень. З'єднання на клеях гарячого затвердіння більш стійкими до коливань температури і довговічні [1].

Карбамідо-формальдегідні клеї це смоли на основі карбамідо-формальдегіду, які отримують під час реакцій поліконденсації між сечовиною і формальдегідом із виділенням води і газоподібних продуктів. Карбамід - це світла сироподібна рідина, що має запах формальдегіду. Процес затвердіння карбамідоформальдегідних клеїв може бути гарячим, холодним і теплим [1].

Для затвердіння цих смол використовують сульфат амонію, фосфат амонію для холодного затвердіння, мурашину, щавлеву, молочну, оцтову, лимонну для гарячого затвердіння і сульфат і тіосульфат натрію, гідрат окислу магнію, а також аміак, Уротропін та сечовину для гарячого затвердіння. Затверджувачі застосовують у вигляді водних розчинів, що

додаються в клей з розрахунку 0,5—2% концентрованої речовини до ваги смоли.

Клеї на основі полівінілацетату відносяться до термопластичних. Основою таких клеїв є полівінілацетат. Це безбарвний, прозорий еластичний полімер. Це продукт полімеризації вінілацетату, отриманого при взаємодії ацетилену з оцтовою кислотою. Полівінілацетат розчиняється в спиртах, кетонах, ефірах оцтової кислоти.

На рис. 1.4. наведено клеї на основі полівінілацетату.



Рис. 1.4. Полівінілацетатні клеї.

Полівінілацетатні клеї виготовляють у вигляді водної дисперсії, або емульсії. Емульсія це молочно-біла сметаноподібна рідина із слабким запахом оцтової кислоти, що містить 50—60% сухих речовин. Розмір часток емульсії складає не більше 2 мк [1]. Тривалість зберігатися рік і більш. Перед використанням емульсію перемішують, а інколи і розбавляють водою до потрібної в'язкості. Використовують декілька видів полівінілацетатних клеїв, які відрізняються між собою складом і ступенем довговічності D1, D2, D3 D4.

Для склеювання паркетної дошки використовують клеї із ступенем довговічності D3 і D4. Дані клеї характеризуються високою адгезією до

різних порід деревини та деревних матеріалів, теплостійкістю і морозостійкістю.

Масова доля сухого залишку таких клеїв становить 50-60%. Це є позитивно, оскільки забезпечує надійніше і рівномірне нанесення клею. Масову долю сухого залишку клеїв визначають прямим або непрямим способом вимірювання. У першому випадку використовують зважування і висушування, у другому за допомогою рефрактометра.

Для термопластичних клеїв, які тверднуть холодним або теплим способом, замість часу затвердіння вказують мінімальний час пресування, протягом якого клейовий шов набирає міцності, достатню для закінчення процесу пресування клеєної продукції (зазвичай 50-70% від кінцевої міцності).

Основний показник якості клею це його здатність склеювати. Оцінюється за міцністю клейового з'єднання на зразках різних форм і з різних деревних матеріалів.

1.3. Технологічний процес склеювання паркетної дошки

Технологічний процес склеювання, при виготовленні паркетної дошки, є надзвичайно важливим, оскільки правильне формування клейового з'єднання є запорукою якісного виробу. Тому, склеювання є одним із ефективних способів з'єднання сучасних конструкційних матеріалів. Його переваги в тому, що воно дозволяє отримувати клейову конструкцію з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Для склеювання клейових конструкцій, включаючи і паркетну дошку, використовують синтетичних клеїв. Це дозволяє не тільки економити деревинні матеріалів, але й отримувати конструкції складної форми із заданими механічними властивостями. На технологічний процес склеювання деревини впливає багато факторів, серед яких підготовка матеріалів, режимні параметри склеювання, температура й вологість повітря в цеху, тощо.

Для прикладу підготовка матеріалів включає підготовку клею та деревини. Поверхня деревини повинна забезпечувати відповідну шорсткість, не мати дефектних місць, поверхня повинна бути чистою, тощо. Наступним важливим фактором впливу на міцність клейових з'єднань має вологість деревини при склеюванні. Вона повинна не перевищувати 12%. Завищена вологість не дає можливості отримати якісне клейове з'єднання. Можна перераховувати і інші фактори, але вони повинні бути забезпечені режимними параметрами технологічного процесу склеювання.

Технологічний процес склеювання при виготовленні клейових деревинних конструкцій включає такі технологічні операції:

- підготовка деталей до склеювання;
- підготовка клейового матеріалу;
- нанесення клею на поверхню деревини;
- пресування заготовок;
- технологічна витримка;

Міцність клейових деревинних конструкцій буде залежати від рівномірного нанесення клею на поверхню, що склеюється, щільності прилягання склеюваних поверхонь, якості клею, тощо. Якість клейового з'єднання деревини буде визначатися характером його руйнування. Розрізняють чотири види руйнування клейових з'єднань деревини, а саме по деревині, по клею та по деревині і клею.

Якщо руйнування відбувається по деревині, то це означає, що клейовий шов міцніший, ніж деревина. Руйнування по деревині і клею, також свідчить про високу міцність клейового шва. Руйнування на межі деревина і клей, свідчить про низьку міцність клейового шва. Розкол по клею свідчить про низьку міцність клейового з'єднання. Тому використовувати такий клей для склеювання деревини не рекомендовано.

Виробництво паркетної дошки - результат високих технологій. При її виготовленні використовуються самі новітні технології і сучасне верстатне обладнання.

Щодо виготовлення паркетної дошки, то воно починається із підготовки деревинних матеріалів. Спочатку необхідно здійснити вибір породи деревини, здійснити розпилення колоди на пиломатеріали і видалити дефектні місця. Після цього здійснюють технологічний процес сушіння пиломатеріалів. Це важливий процес, оскільки від правильно підібраного технологічного режиму сушіння залежатиме якість ламелей, які будуть склеюватися, та сам технологічний процес склеювання. Після сушіння здійснюється технологічний процес формування ламелей, тобто поперечний розкрій і поздовжній розкрій, формування ламелей в розмір за довжиною і шириною. Даний процес проводиться для підготовки всіх трьох шарів паркетної дошки.

Верхній шар паркетної дошки виготовляється із цінних порід деревини, для надання їй естетичних властивостей. Тобто, здійснюється підбір за кольором, строкатістю, текстурою, наявністю сучків, світлих і темних ділянок, тощо. Клей наноситься на середній шар сандвічу. Після цього відбувається нанесення клею та формування пакету. Далі здійснюється технологічний процес склеювання та формування замків для з'єднання паркетної дошки під час монтажу підлогового покриття.

При формування шарів паркетної дошки технологічний процес здійснюється так, щоб верхні і нижні шари були спрямовані уздовж довгої сторони паркетної дошки, а середній шар – перпендикулярно до них. Таке формування паркетної дошки запобігає її жолобленню під час експлуатації.

Важливим етапом для сучасної паркетної дошки є формування замкових з'єднань на бічних крайках та торцях паркетної дошки. Від точності їх формування буде залежати якість їх укладання. Після цього готова дошка піддається шліфуванню та опорядженню лаками або оліями. На рис. 1.6. наведено процес укладання паркетної дошки.

Як видно із рис. 1.5. процес складання паркетної дошки у підлогове покриття є простим і не потребує додаткових технологічних операцій із

підгонки, шліфування та опорядження та не займає багато часу на їх укладання.



Рис. 1.5. Процес складання паркетної дошки.

1.5. Аналіз методів визначення якості паркетної дошки

Якість паркетної дошки буде залежати від тих факторів, які наведені у даному розділі вище. Щодо методів визначення якості, то їх є декілька. Серед основних, яким визначається якість паркетної дошки, то це її міцність клейових з'єднань та формостійкість під час виготовлення та експлуатації.

Міцність клейових з'єднань характеризується адгезійною та когезійною міцністю та способом його руйнування. Міцність клейового з'єднання є важливою характеристикою, оскільки визначає якість та довговічність готових виробів.

Формостійкість паркетної дошки це здатність клейової конструкції зберігати її розміри та форму в змінних температурно вологісних кліматичних умовах. Зміна зазначених показників паркетної дошки залежатиме від швидкості зміни вологості деревини, її набрякання, тощо.

Оскільки паркетна дошка, це конструкція, яка складається із деревини і клею, тому її формостійкість буде визначатись якістю клейового з'єднання, тобто адгезійною і когезійною міцністю, її пружно деформаційним станом та механізмом формування та руйнування клейового з'єднання. Саме зміна пружно деформаційного стану призводить до зміни формостійкості паркетної дошки.

Відомо, що клейові з'єднання відрізняються нерівномірним розподілом напружень по площі склеювання. Єдиний випадок, коли концентрація напруження відсутня, то це при склеювання деревини вздовж волокон. Наявність концентрації напружень призводить до перерозподілу напружень в часі.

Максимальні напруження, що концентрується на клейових з'єднаннях, матиме вплив на міцність та процеси руйнування клейового з'єднання. Теоретично і експериментально встановлено, що процеси руйнування клейових з'єднань починається із напружень, які виникають по краях клейового з'єднання.

Концентрація напружень в зразку у цілісній деревині при сколюванні вперше була дослідив Знаменським Е.М. Ним виведена емпірична формула для розрахунку напружень із врахуванням геометрія зразка. Було встановлено, що залежно від відношення l/e , тобто відстань між зусиллями і площиною сколювання - концентрація дотичного напруження $K=\tau/\tau_{cp}$ буде рівна $l/e=10$ і $K=2$ при $l/e=2$ [3]. Ці виводи підтвержені і іншими вченими.

Міцність клейові з'єднання деревини при склеюванні по пласті на гладку фугу визначається випробовуються на розтягування. Тобто, напрям зовнішніх зусиль відбувається перпендикулярно до площі склеювання. Це призводить до утворення неоднорідного напруженого стану через це, що деформації для клейового шва і деревини будуть відрізнятися. При такому методі визначення міцності величина та концентрація напружень буде визначатися відношенням коефіцієнта Пуассона до модуля пружності [3].

Для інших видів з'єднання розподіл напружень, які будуть виникати між деревиною і клейовим швом відбуватимуться дещо по іншому. Наприклад для торцевих з'єднань на зубчастий шип міцність клейового з'єднання формально не буде відрізняється від зазначеного вище з'єднання, але вона буде дещо вищою і залежатиме від міцності клею. Оскільки міцність склеювання вздовж волокон деревини перевищує когезійну міцність клею. Тому, площа склеювання буде відбуватися під певним кутом до зони розтягу.

У таких клейових з'єднаннях окрім виникнення нормальних дотичних напружень, ще буде відбуватися їх концентрація у певних зонах розтягу зразка.

На рис. 1.6. наведено можливі варіанти руйнування клейового з'єднання деревини на розтяг.

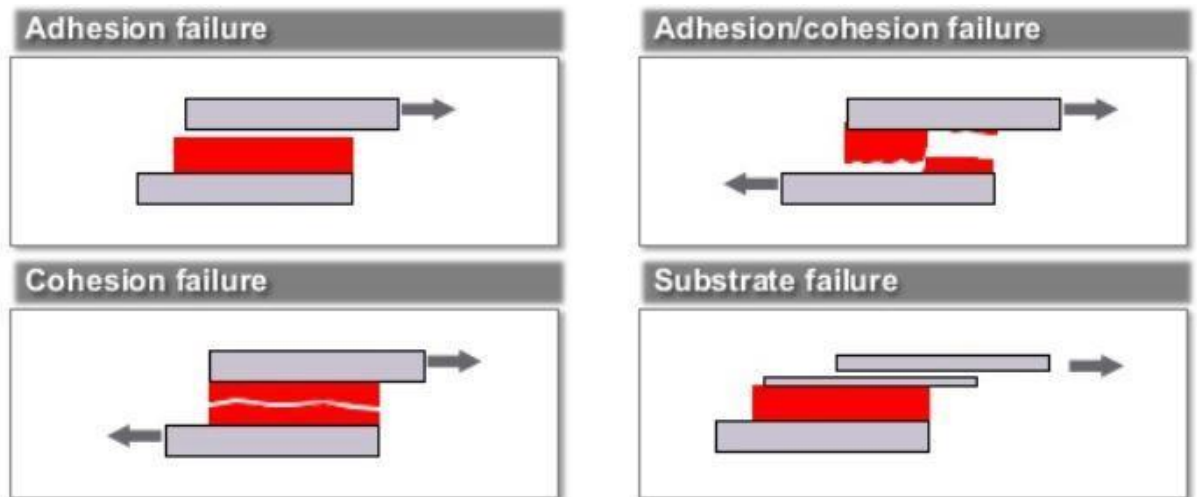


Рис.1.6. Варіанти руйнування клейових з'єднань деревини при розтягу

Для розрахунку клейових з'єднань на зубчастих шип використовують оптико-поляризаційний метод, який дозволяє вивчати напруження у різних точках клейового з'єднання. А саме такі напруження як σ_x σ_y τ_{xy} , виникають у клейових з'єднаннях, але розподіляються нерівномірно. У зоні мікрошипа та напруження також розподіляються рівномірно, а їх максимальне навантаження не перевищує 3,8 МПа [3].

При прогнозуванні міцності різних клейових з'єднань необхідно ще також враховувати напруження усадки клею, які виникають із-за зміни температури та вологості під час експлуатації, що матиме вплив на формостійкість клеєних конструкцій.

Як зазначалося вище для склеювання паркетної дошки використовують термореактивних клеї, а саме клеїв на основі карбамідо-формальдегідних смол. Ці клеї мають переваги серед інших клеїв, як було зазначено у розд. 1.2, але формують тверде і крихке клейове з'єднання з деревиною. Таке з'єднання погано витримує лінійні розширення, які виникають між деревною

і клеєм під час дії змінних температуро вологісних навантажень. Це супроводжуються значними внутрішніми напруженнями. Крім того такі клеї є токсичними.

Крихкість та пружно деформаційні властивості клейових з'єднань деревини на основі карбамідоформальдегідних клеїв будуть залежати від кількості зшивок, що утворюються у процесі твердіння клейового шва. Окрім того значний вплив на пружно-деформаційні властивості клейових з'єднань матиме регулярність їхнього розташування та довжина зшивок макромолекул. Нерегулярність зшивок макромолекул, невідповідність довжини макромолекул між собою, зсідання клейової композиції під час твердіння, тощо. Все це призводять до виникнення значних внутрішніх напружень у клейовому шві, а довготривала їх дія, і до руйнування паркетної дошки. Разом з тим, карбамідоформальдегідні клеї відносяться до гетеро ланцюгових полімерів, які як відомо за певних умов можуть легко піддаватись хімічній деструкції[11].

Окрім того, карбамідоформальдегідні клеї відносяться до екологічно небезпечних, оскільки виділяють у навколишнє середовище вільний формальдегід, як під час їх виготовлення, так і під час експлуатації. Разом з тим, екологічність паркетної дошки на сьогодні є актуальним питанням.

На заміну карбамідоформальдегідним клеям, сьогодні широко використовуються термопластичні клеї на основі полівінілацетату. Дані клеї добре зарекомендували себе під час експлуатації за зміни вологості та температури. Окрім того дані клеї вирішують екологічну проблему, оскільки матеріали, з яких вони виготовленні не мають обмежень із санітарно-технологічних норм. Разом з тим, такі клеї відповідають ступеню довговічності D4 і забезпечують добру водостійкість клейовому з'єднанню.

До основних недоліками полівінілацетатних клеїв відносять їх невисоку теплостійкість та повзучість клейового шва, які можуть виникати при статичних навантаженнях та при підвищених температурах, оскільки

основний компонент клею, а саме полівінілацетат не стійкий за температури вище за 60 °С.

1.5. Висновки з розділу і завдання роботи

Проаналізувавши літературні джерела та враховуючи тему моєї дисертаційної роботи я можу зробити наступні висновки:

1. Для підлогового покриття використовують різні матеріали, як натурального, так і синтетичного походження. На сьогоднішній день переваги надаються підлоговим покриттям на натуральній основі, тобто деревині. Для цього, у більшості випадків, використовують поштучний паркет або паркетну дошку. Відповідно до сучасних вимог, більшу перспективу для укладання підлогового покриття має паркетна дошка, оскільки добре забезпечує експлуатаційні та екологічні вимоги, які до них ставляться. Більш масовим є використання тришарової паркетної дошки, яка виготовлена із верхнього лицевого шару, середнього шару та нижнього.

2. Для склеювання тришарової паркетної дошки використовують термореактивні карбамідоформальдегідні та термопластичні полівінілацетатні клеї. Перші формують міцне водостійке та теплостійке клейове з'єднання, але клейовий шов є крихким та екологічно небезпечним. Другі формують еластичне клейове з'єднання, з підвищеною водостійкістю клейового шва, є екологічно безпечними, які під час технологічного процесу склеювання так і під час експлуатації. Разом з тим такі клейові з'єднання при підвищених температурах робляться м'якими та текучими.

3. Важливим для отримання якісної клейової конструкції є режимні параметри технологічного процесу склеювання. Від правильно підібраних режимних параметрів склеювання та їх дотримання залежатиме міцність та довговічність клейової паркетної дошки. Серед основних режимних параметрів під час виготовлення паркетної дошки є витрата клею, тривалість пресування та питомий тиск пресування.

4. Під час експлуатації на паркетну дошку впливає багато зовнішніх факторів, які своєю дією призводять до зміни пружно деформаційних процесів, які у свою чергу призводять до зміни її формостійкості. Якість паркетної дошки визначається зміною її лінійних розмірів та форми під час дії змінних температурно вологісних навантажень.

5. При виготовленні паркетної дошки основним конструкційним матеріалом є деревина, яка має певні властивості, яких не мають інші матеріали. Недоліками деревини є її гігроскопічність та анізотропність. Ці властивості впливатимуть на зміну пружно деформаційного стану паркетної дошки, що погіршують експлуатаційні характеристики конструкцій.

Виходячи із висновків **метою роботи** є дослідити вплив режимних параметрів на формування міцності клейового з'єднання при виготовленні паркетної дошки..

Об'єктом дослідження є тришарова паркетна дошка склеєна термопластичними полівінілацетатними клеями

Предметом дослідження є режимні параметри склеювання при виготовленні тришарової паркетної дошки.

Завдання роботи:

➤ Вивчити стан питання щодо підлогового покриття, його конструкції, та режимні параметри склеювання, їх вплив на міцність та формостійкість паркетної дошки як під час її виготовлення так і експлуатації.

➤ Теоретично проаналізувати механізми формування міцності та формостійкості тришарової паркетної дошки як під час технологічного процесу склеювання, так і під час експлуатації. Вивчити вплив вологості і температури на міцність паркетної дошки..

➤ Підібрати методику для проведення експериментальних досліджень з визначення впливу режимних параметрів на міцність склеювання верхнього шару тришарової паркетної дошки та методику статистичної обробки їх результатів.

- Проаналізувати результати експериментальних досліджень щодо впливу режимних параметрів тришарової паркетної дошки на міцність клейового з'єднання тришарової паркетної дошки під час її виготовлення. Побудувати графічні залежностей зміни міцності клейових з'єднань деревини у тришаровій паркетній дошці та здійснити їх аналіз.
- Зробити висновки по проведеній роботі.

2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Формування адгезійної і когезійної міцності у паркетній дошці

При виготовленні тришарової паркетної дошки формування клейового з'єднання відбувається для верхнього, середнього та нижнього шару. Склеюються шарів відбувається між собою один відносно одного. Для склеювання використовують однокомпонентний полівінілацетатний клей із ступенем довговічності D4. Дана клейова композиція має хороші адгезійні властивості до деревини та деревинних матеріалів і формує міцні адгезійні зв'язки у середині клейової конструкції. Тому, важливо теоретично дослідити формування адгезійної і когезійної міцності між елементами тришарової паркетної дошки під час склеювання.

Формування адгезійної міцності між деревиною породи сосни, деревиною породи дуба та іншими породами деревини або деревинних матеріалів, які використовуються при виготовленні тришарової паркетної дошки є важливо. Як зазначалося у розд. 1 полівінілацетатна клейова композиція має хорошу адгезію до деревини та деревинних матеріалів. Тобто володіє липкістю до даних матеріалів. Така здатність клейового матеріалу називається адгезією.

Теоретично, адгезію необхідно розуміти як виникнення різного роду хімічних зв'язки між різними породами деревини та клеєм. Утворення зв'язків між поверхнями що склеюються, відбувається в часі і визначається механізмом адгезії. У процесі склеювання двох поверхонь відбувається збільшення поверхні контакту і кількості хімічних зв'язків, що з'єднують дані поверхні. Формування зв'язків, можуть відбуватися за допомогою міжмолекулярної взаємодії, або за допомогою хімічних валентностей. [13]

Когезійна міцність визначається силами міжмолекулярної взаємодії між компонентами полівінілацетатної клейової композиції. Чим сильніша така взаємодія, тим когезійна міцність буде вищою і руйнування клейового з'єднання буде відбуватися або по деревині, або на межі розподілу фаз клей

деревина. Тому, чим когезійна міцність вища, тим міцність клейового з'єднання буде кращою.

Формування адгезійної і когезійної міцності відбувається після притискання двох поверхонь що склеюються одне до одного. Після контакту двох поверхонь відбуваються наступні процеси. А саме, збільшується площа поверхонь, що контактують, підвищується дифузія молекул клейової композиції у деревину і навпаки, та формуються адгезійні зв'язки. Окрім хімічної взаємодії між матеріалами, що склеюються відбуватиметься і механічна взаємодія, оскільки деревина це пористий матеріал, що має неоднорідну структуру. Також можуть відбуватися хімічні взаємодії між компонентами клейової композиції та складовими компонентами деревини. Всі ці процеси теоретично можна обґрунтувати існуючими на сьогоднішній день теоріями склеювання.

Щодо теорій, якими можна описати процес формування полівінілацетатних клейових з'єднань деревини у тришаровій паркетній дошці то їх є декілька. У більшості із них процес формування клейового з'єднання відбувається шляхом утворенням адгезійних зв'язків. Але немає єдиної теорії, яка б пояснила процес формування полівінілацетатних клейових з'єднань деревини. Тому, кожна теорія описує одне із явищ склеювання. Щодо теорій, якими можна описати процес формування термопластичних полівінілацетатних клейових з'єднань деревини, то на мою думку, це можна зробити за допомогою механічної, адсорбційної, дифузійної та хімічної теорій склеювання.

Механічною теорією можна описати механізм формування адгезійної міцності практично для всіх клейових з'єднань на основі як термореактивних так і термопластичних клеїв. Оскільки деревина це пористий матеріал, пори якого заповнюються клейовим матеріалом на будь якій основі. Дана теорія розглядає системи формування клейового з'єднання із будь-яким механічними зачепленнями. Звичайно, вона для кожної породи деревини можуть дещо відрізнятися, але основний принцип її формування описується

одними і тими ж фізико-хімічними процесами. На дану теорію склеювання припадає чи не основний відсоток при формуванні клейових з'єднань із масивної деревини. Тому даною теорією можна описати механізм формування будь якого клейового з'єднання, що склеюються при виготовленні виробів з деревини.

На рис. 2.1 наведено теорії склеювання, якими можна описати механізм формування полівінілацетатних клейових з'єднань.

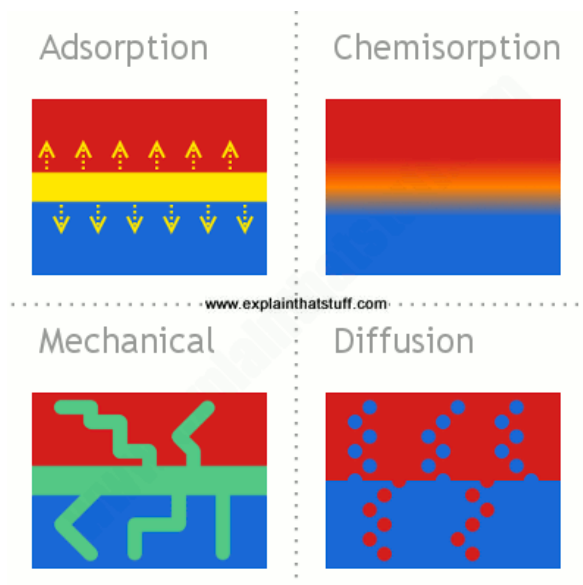


Рис. 2.1 Теорії формування полівінілацетатних клейових з'єднань

Механізм формування клейового з'єднання за допомогою адсорбційної теорії склеювання відбувається у два етапи. На першому етапі відбувається перехід молекул клею до поверхні деревини. На другому етапі - формування міжмолекулярних зв'язків між деревиною та клеєм. Для даної теорії важливе значення має в'язкість клейової композиції, оскільки чим в'язкість нижча, тим дифузійні процеси проходять краще, а також підвищується робота адгезії. Чим вища робота адгезії, тим адгезійна міцність вища. При використанні полівінілацетатних клеїв робота адгезії буде визначатися кількістю міжмолекулярних зв'язків між матеріалами, що склеюються та їх енергією. Тому, із збільшенням міжмолекулярних зв'язків зростає їх енергія. Необхідно відзначити, що зв'язки між клеєм та деревиною можуть бути хімічні і міжмолекулярні.

Формування певних хімічних зв'язків буде залежати від складових компонентів клею та деревини, режимних параметрів технологічного процесу склеювання, тощо. Оскільки паркетна дошка склеєна полівінілацетатними клеями, то формування адгезійної і когезійної міцності буде відбуватися за допомогою міжмолекулярних, ковалентних та водневих зв'язків. Це впливає із хімічного складу полівінілацетатної клейової композиції та деревини.

Щодо дифузійної теорії формування адгезійної і когезійної міцності, то вона практично доповнює адсорбційну. Саме за допомогою дифузії, ланцюги макромолекул можуть змінювати свою конфігурацію при тепловому русі. При цьому відбувається проникнення макромолекул клею у деревину, або навпаки, що призводить до підвищення площі міжмолекулярного контакту.

Щодо хімічної теорії то вона характеризується можливістю утворювати міжфазні зв'язки. Енергія хімічного зв'язку в середньому становить 80 ккал/моль, а енергія вандерваальсової взаємодії лише 2,5 ккал/моль. Тому хімічні зв'язки мають більший вплив на адгезійну міцність, тобто призводить до збільшення адгезійної міцності. Дослідженнями встановлено, що хімічні зв'язки у 35 раз збільшують адгезійну міцність в порівнянні із вандерваальсовою взаємодією.

Важливе значення для полівінілацетатних клейових з'єднань деревини має когезія, тобто взаємодія між макромолекулами у середині клейової композиції. Когезійні зв'язки виникають за допомогою сил міжмолекулярної взаємодії. Кількісною характеристикою когезійних зв'язків є енергія когезії, яка дорівнює роботі віддалення зв'язаних частинок у клейовій композиції.

Когезія полівінілацетатної клейової композиції буде залежати від хімічних властивостей складових компонентів, оскільки клейова композиція на 90 % складають полівінілацетату та полівінілового спирту. Важливе значення на когезійну міцність має вплив температури та вологості та їх тривалість. Підвищена температура різко знижує когезію полівінілацетатних клейових з'єднань. Когезію буде визначати форма і довжина молекул, структура адгезиву, сили внутрішньо молекулярного зчеплення, тощо.

Особливістю термопластичних полімерів з високою молекулярною вагою є їх висока когезійна міцність. Це додає плівці твердості, але знижує її адгезію до гладких поверхонь. Збільшення адгезії плівки досягається додаванням до плівкоутворювача пластифікаторів і інших смолоподібних речовин з низькою молекулярною вагою.

Для склеювання елементів паркетної дошки необхідно враховувати поєднання адгезії і когезії. Тому, для забезпечення високої адгезійної і когезійної міцності клейового з'єднання при виготовленні тришарової паркетної дошки необхідно враховувати стан поверхонь деревини, що склеюються.

2.2. Вплив режимних параметрів на механізм формування тришарової паркетної дошки

Механізм формування термопластичних клейових з'єднань деревини при виготовленні тришарової паркетної дошки наведено у розд 1.1. У даному розділі будемо досліджувати вплив режимних параметрів склеювання на механізм руйнування клейових з'єднань деревини. Для початку необхідно відзначити, що при формуванні клейових з'єднань термопластичними клеями відбувається перехід адгезиву із рідкого у в'язкотекучий та твердий стан. На першому етапі клей із рідкого та в'язкотекучого стану перетворюється у твердий стан. На другому етапі при сорбуванні деревиною розчинника із клейового шару та його випаровування, відбувається перехід у твердий стан. Цей процес відбувається за кімнатної температури. І на третьому етапі відбувається твердіння мономеру з полімером.

Кожний етап відіграє певну роль у технологічному процесі формування клейового з'єднання. Спочатку відбувається формування високої міцності, оскільки при плавленні і твердінні полівінілацетатних клеїв нелеткі речовини не виділяються, що не супроводжується утворенням напружень у клейовому шві. Тому, правильний вибір розчинника має важливе значення, оскільки дозволяє отримати клейовий шар потрібної товщини при однократному

нанесенні. Розчин повинен бути низьков'язким та володіти великою швидкістю випаровування.

Для зменшення напружень у клейових з'єднаннях для кожного клею існує оптимальна тривалість відкритої витримки, яка повинна бути в певних межах, оскільки порушення цих меж призводить до того, що клей втрачає початкову адгезію, із можливістю формувати тверду плівку.

При кімнатній температурі відбувається повільне твердіння полімерної суміші, що призводить до неповної полімеризації мономером. Така система для полівінілацетатних клейових з'єднань є бажаною, оскільки приводить до мінімальної усадки клею, без виділення летких речовин.

Після контакту полівінілацетатної клейової композиції із деревиною при зовнішньому тиску відбуваються процеси із наростанням міцності клейового з'єднання. Таке збільшення може відбуватися з різною швидкістю. Все буде залежати від режиму склеювання, чи це буде холодне, тепле чи гаряче склеювання.

Вивчення характеру збільшення міцності полівінілацетатних клейових з'єднань з деревини буде залежати від багатьох факторів. А саме від складу клею, властивостей матеріалів, температури, тощо. Це має важливе значення для практичного використання цих клеїв.

Окрім того, важливе значення для формування міцності клейових з'єднань деревини полівінілацетатними клеями має витрата клею. Для забезпечення якісного клейового з'єднання витрата клею повинна бути оптимальною, оскільки мала кількість клею призводить до некісного клейового з'єднання, а зavelика витрата до перевитрати клею та погіршення якості склеювання. Тому, витрата клею для полівінілацетатних клейових з'єднань деревини повинна відповідати режимним параметрам склеювання (див. розд. 3.).

Також важливе значення для склеювання має технологічна витримка після склеювання. Цей режимний параметр дозволяє забезпечити клейовому з'єднанню кінцеве формування клейового шва, оскільки при холодному

затвердінні полівінілацетатних клейових з'єднань деревини, тривалість повного твердіння клейового шва, згідно характеристики клею становить сорок вісім годин. Тому, режимні параметри мають важливе значення при формуванні полівінілацетатних клейових з'єднань при виготовленні тришарової паркетної дошки.

Разом з тим необхідно враховувати і енергоємність технологічного процесу склеювання. Тому, при склеюванні необхідно враховувати щоб тривалість циклу пресування, оскільки від цього залежить продуктивність устаткування і загальна ефективність прийнятого технологічного процесу склеювання, була оптимальною. Разом з тим необхідно забезпечити з'єднанням належну міцність.

При холодному склеюванні деревини досягнення кінцевої міцності буде залежати від температури приміщення де буде відбуватися технологічний процес склеювання. Встановлено, що зменшення або збільшення температури у приміщення де проходить технологічний процес склеювання на 2—4°C призводить до збільшення або скорочення тривалості витримки під тиском в середньому на 10—15%., що не можна сказати про технологічний процес гарячого склеювання.

2.3. Висновки з розділу

1) Технологічний процес склеювання тришарової паркетної дошки здійснюється за допомогою полівінілацетатних клейових матеріалів, які формують адгезійну і когезійну міцність за механізмом, який є відмінний від механізму формування міцності у термореактивних клеях. Це відбувається, завдяки тому, що дані клеї формують рідкосітчасту структуру клейового шва, який є еластичний. Тому для теоретичного опису формування адгезійної і когезійної міцності можна використати механічну, адсорбційну, дифузійну та хімічну теорії склеювання

2) Важливе значення при формуванні полівінілацетатного клейового з'єднання деревини мають режимні параметри технологічного процесу

склеювання, які здатні забезпечити клейовому з'єднанню належні експлуатаційні показники. Теоретично описано вплив режимних параметрів на механізм формування клейового з'єднання при виготовленні тришарової паркетної дошки.

3) Важливе значення при формуванні полівінілацетатного клейового з'єднання при виготовленні тришарової паркетної дошки має температура формування клейового з'єднання. Вона впливає на тривалість склеювання та тривалість технологічної витримки після склеювання з метою отримання якісного клейового з'єднання.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Планування експериментальних досліджень

Для планування наукового експерименту необхідно правильно підібрати методику його планування та здійснити підготовку всіх матеріалів та устаткування до його проведення. Тому, для наших експериментальних досліджень було обрано тришарову паркетну дошку. Верхній шар якої виготовлений із листяної породи деревини дуба, товщиною 5 мм. Середній шар паркетної планки виготовляли із деревини хвойної породи, а саме сосни. Розміри рейок, з якого виготовлявся середній шар становив 26x9 мм. Відхилення по ширині складало до 1 мм, а зазор між рейками становив не більше 3мм. Нижній шар паркетної дошки виготовляють із фанери. Всі шари у паркетній дошці бути розміщені взаємно перпендикулярно один відносно одного.

Розміри зразків паркетної дошки були наступними: довжина – 250 мм, ширина 95 мм, товщина – 18 мм. Вологість паркетних дощок визначаємо за допомогою вологоміра. Експериментальний зразок паркетної дошки наведено на рис. 3.1.



Рис.3.1. Зразок паркетної дошки

При дослідженні визначали вплив режимних параметрів, а саме: витрату клею (x_1), час пресування(x_2) і тиск пресування (x_3).

Використали регресійну другого порядку:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j, \quad (3.1)$$

де y - значення відгуку;

b - коефіцієнти регресії;

x - незалежні змінні.

Змінні фактори: верхній рівень (+), нижній (-) і основний (0).

Формула переходу із нормалізованих у натуральні значення:

$$x_i = (X_i - X_i^{(0)}) / \Delta_i, \quad (3.2)$$

де X_i, X_i – значення нормалізоване, натуральне;

$X_i^{(0)}$ - основний рівень;

Δ_i - інтервал змінювання фактора.

Кількість дослідів:

$$N = 2^m + 2 \cdot m, \quad (3.3)$$

де m — кількість факторів.

$$N = 2^3 + 2 \cdot 3 = 14.$$

Матриця планування

Таблиця 3.1

№ досліду	Значення факторів					
	Натуральні позначення			Кодовані позначення		
	Витрата клею $Q, \text{г/м}^2$	Тривалість пресування $\tau, \text{хв}$	Тиск пресування $P, \text{кгс/см}^2$	x_1	x_2	x_3
1	120	40	100	-1	-1	-1
2	160	40	100	1	-1	-1
3	120	60	100	-1	1	-1
4	160	60	100	1	1	-1
5	120	40	160	-1	-1	1
6	160	40	160	1	-1	1
7	120	60	160	-1	1	1
8	160	60	160	1	1	1
9	120	50	130	-1	0	0
10	160	50	130	1	0	0
11	140	40	130	0	-1	0
12	140	60	130	0	1	0
13	140	50	100	0	0	-1
14	140	50	160	0	0	1

3.2. Виготовлення паркетної дошки

Спочатку готували із заготовок ламелі. Для верхнього шару ламелі виготовляли із деревини породи дуб товщиною 5 мм. Для середнього із деревини сосни товщиною також 5 мм. Для нижнього шару використовували

фанеру товщиною 4 мм. Розкрій всіх заготовок на ламелі здійснювали на круглопилковому верстаті. Після випилювання в розмір за довжиною, шириною та товщиною проводили калібрування заготовок, для отримання однакової товщини кожної ламелі. Готові ламелі розрізали на рейки відповідної ширини, а саме 26 мм. Розміри ламелі відповідали 15x26x9 мм. Готові ламелі піддавали склеюванню.

Для склеювання використовували полівінілацетатний клей на основі із ступенем довговічності D4. Підготовку клею здійснювали відповідно до характеристики. Клей за допомогою пензля наносимо рівномірним шаром на кожну пласть ламелі, яку необхідно склеювати. Нанесення було однобічним. Витрата клею відповідала матриці планування експерименту. Витрату клею контролювали методом зважування, за допомогою електронної ваги «Pocket scale MH-200 200g/0.01g» (точність: 0,01 г). Відкрита витримка ламелі із нанесеним клеєм становила 5хв. Сформований із ламелей пакет паркетної дошки піддавали пресуванню. На рис.3.2 наведено прес для пресування паркетної дошки.



Рис.3.2. Прес

Технологічна витримка пресованих зразків становила 48 год. Завершальним етапом було формування паркетної дошки за необхідними розмірами: L - 250 мм, В - 95 мм, Н – 18 мм.

3.3. Визначення міцності паркетної дошки

Визначення міцності паркетної дошки проводили згідно із матрицею планування експерименту. Підготовку зразків для контролю міцності верхнього шару проводили згідно вимог. Для цього у верхньому шарі ламелі за допомогою круглопилкового верстату здійснювали поздовжній пропили товщиною 5 мм. Тобто формували зону у верхньому шарі для її відриву з метою визначення зусилля руйнування клейового з'єднання. З нелицевого боку формували отвори для надання зусиль для відриву сформованого у верхньому шарі елемента з визначення міцності. Отвори формували за допомогою вертикального свердлильного верстата. Діаметр отворів становив 16 мм. Схема формування зразків для визначення міцності тришарової паркетної дошки наведена на рис.3.3.

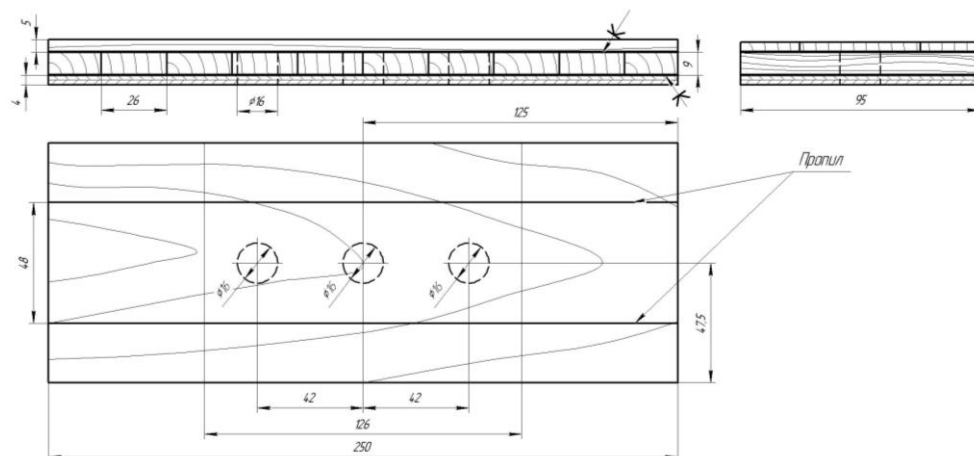


Рис.3.3. Зразок для визначення формостійкості паркетної дошки

Як видно із форми взірця для визначення міцності верхнього шару тришарової паркетної дошки необхідне відповідне пристосування, яке дозволить його зруйнувати. Дане пристосування виготовлено з металу і

призначена для визначення міцності верхнього шару тришарової паркетної дошки.



Рис. 3.4. Приспосіблення для визначення верхнього шару тришарової паркетної дошки.

Руйнування зразків проводили за допомогою випробувальної машини і переміщуємо з постійною швидкістю 8-10 мм/хв до руйнування взірця.

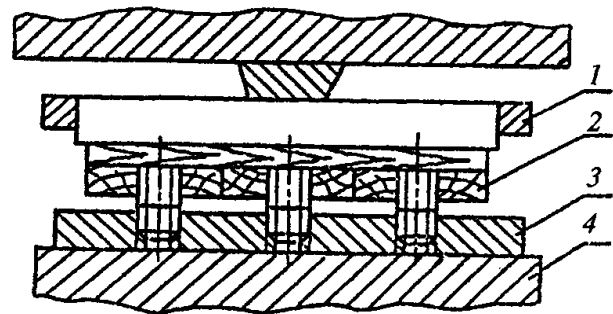


Рис.3.5. Випробування взірця

1 – опорна планка, 2- зразок, 3 – вилка, 4 – опорна площадка
випробувальної машини

Навантаження в кгс., при якому відбувався процес руйнування, фіксувалось на шкалі випробувальної машини. Міцності клеєного з'єднання на відрив визначаємо за формулою:

$$\sigma = \frac{P_{\text{макс}}}{l \cdot b - \frac{3 \cdot \pi d^2}{4}}, \text{ МПа} \quad (3.4)$$

де $P_{\text{макс}}$ – руйнуюче навантаження, Н;

l – довжина взірця, м;

b – ширина площі відриву, м;

d – діаметр отвору, м.

3.4. Статистична обробка

Для статистично обробки експериментальних даних необхідно визначити: середнє арифметичне значення $Y_{\text{ср}}$; дисперсію S^2 ; середнє квадратичне відхилення S ; коефіцієнт варіації V ; середню помилку середнього значення S_y ; показник точності досліду P .

Середнє значення

$$Y_{\text{ср}} = \frac{(y_1 + y_2 + \dots + y_N)}{N}, \quad (3.5)$$

де y_1, y_2, \dots, y_N - значення вибірки;

N - кількість спостережень.

Дисперсія

$$S^2 = \frac{(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_N - \bar{y})^2}{N - 1}, \quad (3.6)$$

де y_i - значення дослідів;

N - дубльовані число.

Середнє квадратичне відхилення

Середнє квадратичне відхилення визначається за формулою:

$$S = \sqrt{S^2} \quad (3.7)$$

Коефіцієнт варіації

$$V = \frac{S}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

Середня похибка

$$S_y = \pm \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (3.9)$$

Показник точності

$$P = \frac{S_y}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

Критерію Стюдента.

$$t_{розр} = \frac{y_i - \bar{y}}{S^2}. \quad (3.11)$$

Кількість дубльованих спостережень:

$$n \geq \frac{V^2 \cdot t_{(q,f)}^2}{P_{дон}^2}, \quad (3.12)$$

Критерій Кохрена:

$$G_{розр} = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}, \quad (3.13)$$

де S_{\max}^2 - найбільша з дисперсій, що розглядаються;

$\sum_{j=1}^N S_j^2$ - сума всіх дисперсій.

Перевірка адекватності:

$$F_{розр} = \frac{S_{ад}^2}{S^2\{y\}}, \quad (3.14)$$

де $S_{ад}^2$ - оцінка дисперсії адекватності;

$S^2\{y\}$ - оцінка дисперсії відтворюваності.

Дисперсія відтворюваності:

$$S^2\{y\} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}. \quad (3.15)$$

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1. Результати досліджень впливу режимних параметрів на міцності верхнього шару у тришаровій паркетній дошці

Згідно з матрицею планування експерименту, яка наведена у розд. 3.1. проведено експериментальні дослідження впливу режимних параметрів на міцність клейових з'єднань верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатними клеями із ступенем довговічності D4. Кількість дубльованих спостережень під час досліджень було чотири. Матриця планування експерименту у натуральних показниках подано у табл. 3.1.

Як видно із матриці планування експерименту витрата клею становила від 120 до 160 г/м², тривалість пресування від 40 до 60 хв. та питомий тиск пресування від 100 до 160 кгс/см². Для досліджень використали В-план. Кількість дубльованих спостережень у кожному досліді становила чотири. Результати досліджень міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки наведено у табл. 4.1.

Результати досліджень

Таблиця 4.1.

№ досліді	Міцність з'єднання, МПа			
	№ зразка			
	1	2	3	4
1	0.346	0.363	0.355	0.344
2	0.495	0.495	0.636	0.588
3	0.752	0.713	0.716	0.839
4	0.822	0.822	0.703	0.774
5	0.313	0.322	0.432	0.363
6	0.588	0.588	0.551	0.504
7	0.582	0.411	0.381	0.350
8	0.478	0.504	0.506	0.486
9	0.564	0.679	0.608	0.612
10	0.698	0.724	0.711	0.696
11	0.584	0.608	0.601	0.588
12	0.608	0.629	0.709	0.651
13	0.597	0.629	0.664	0.640
14	0.638	0.631	0.670	0.642

4.2. Побудова регресійної моделі

Для побудови регресійної моделі міцності клейових з'єднань верхнього шару тришарової паркетної дошки використано В-план. Кількість дослідів для трьох змінних факторів складала $N=2^3+2 \cdot 3=14$.

Грубі промахи, які були у вибірці видалені, а їх результати замінено на середнє значення у даній серії отриманої вибірки. Після заміни грубих промахів, обсяг вибірки залишився таким самим як і до їх заміни. Після цього здійснювали статистичну обробку отриманих результатів дослідження, де знаходили всі необхідні показники згідно методики, яка наведена у розд 3.4. А саме, середнє значення вибірки, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, та всі інші дані, які необхідні при статистичній обробці результатів експериментальних досліджень. Результати розрахунків наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Результати розрахунків при статистичній обробці

№ дослідю	Фактори			Результати граничної міцності клейового з'єднання паркетної дошки, МПа				Середнє значення в j-ій вибірці U_j	Дисперсія j-ій вибірці S^2_j
	x1	x2	x3	y1j	y2j	y3j	y4j		
1	-1	-1	-1	0.346	0.363	0.355	0.344	0.352	0.0000791
2	1	-1	-1	0.495	0.495	0.636	0.588	0.553	0.0049201
3	-1	1	-1	0.752	0.713	0.716	0.839	0.755	0.0034381
4	1	1	-1	0.822	0.822	0.703	0.774	0.780	0.0031577
5	-1	-1	1	0.313	0.322	0.432	0.363	0.358	0.0029430
6	1	-1	1	0.588	0.588	0.551	0.504	0.558	0.0015985
7	-1	1	1	0.582	0.411	0.381	0.350	0.431	0.0107170
8	1	1	1	0.478	0.504	0.506	0.486	0.493	0.0001850
9	-1	0	0	0.564	0.679	0.608	0.612	0.616	0.0022384
10	1	0	0	0.698	0.724	0.711	0.696	0.707	0.0001694
11	0	-1	0	0.584	0.608	0.601	0.588	0.595	0.0001227
12	0	1	0	0.608	0.629	0.709	0.651	0.649	0.0019113
13	0	0	-1	0.597	0.629	0.664	0.640	0.632	0.0007743
14	0	0	1	0.638	0.631	0.670	0.642	0.645	0.0002945
Сума:									0.0325491

Наступним етапом була побудова регресійної моделі для визначення міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склесної полівінілацетатними клеями. Регресійна модель другого порядку матиме наступний вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (4.1)$$

Коефіцієнти регресійної моделі визначали за формулами:

$$b_0 = T_1(0y) - T_2 \sum_{i=1}^k (i iy) \quad (4.2)$$

$$(0y) = \sum_{j=1}^N y_j \quad (4.3)$$

$$b_i = T_3(iy) \quad (4.4)$$

$$(i iy) = \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 y_j \quad (4.5)$$

$$b_{ii} = T_4(i iy) + T_5 \sum_{i=1}^k (i iy) - T_2(0y) \quad (4.6)$$

$$(iy) = \sum_{j=1}^N x_{ij} y_j \quad (4.7)$$

$$b_{iu} = T_6(i iuy) \quad (4.8)$$

$$(i iuy) = \sum_{j=1}^N x_{ij} x_{uj} y_j \quad (4.9)$$

де b_0 – вільний член;

b_i – лінійні коефіцієнти;

b_{ii} – квадратичні коефіцієнти;

b_{iu} – коефіцієнти при парних взаємодіях;

Розраховані коефіцієнти рівняння регресії наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Коефіцієнти рівняння регресії

Коефіцієнти b_i	
b_0	0.694
b_1	0.058
b_2	0.069

b3	-0.059
b11	-0.032
b22	-0.072
b33	-0.055
b12	-0.039
b13	0.005
b23	-0.078

З даних розрахунків одержано наступне рівняння регресії:

$$y=0,624+0,058x_1+0,069x_2-0,59x_3-0,032x_1^2-0,032x_2^2-0,055x_3^2-0,039x_1x_2+0,005x_1x_3-0,078x_2x_3$$

Натуральні значення рівні: $Q=160 \text{ г/м}^2$, $\tau=60 \text{ хв}$, $P=145 \text{ кгс/см}^2$. Для визначення коефіцієнтів рівняння у натуральному виразі скористаємось формулами кодування факторів, які підставимо у кодоване рівняння:

Тоді регресійна модель матиме наступний вигляд

$$y=0,624+0,058x_1+0,069x_2-0,59x_3-0,032x_1^2-0,032x_2^2-0,055x_3^2-0,039x_1x_2+0,005x_1x_3-0,078x_2x_3 \rightarrow 0,600 \text{ МПа}$$

Для визначення функції мети необхідно задатися її ціллю, яка полягає у тому, щоб отримати максимальне значення міцності при заданих режимних параметрах. Отже, основна мета досягнена – функція мети набуває значення на даному проміжку змінних факторів. Кодовані значення лежать в полі проведення експерименту, тож перетворюючи їх в натуральні значення отримаємо наступні числові значення режимних параметрів склеювання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці:

$$Q = 160 \text{ г/м}^2;$$

$$\tau = 60 \text{ хв.};$$

$$P = 145 \text{ кгс/см}^2$$

4.3 Побудова графічних залежностей та їх аналіз

Відповідно до отриманого рівняння регресійної, розрахунку його коефіцієнтів побудовано графічні залежності впливу режимних параметрів

технологічного процесу на міцність верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатними клеями із ступенем довговічності D4. Графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання режимних параметрів склеювання, а саме витрати клею, тривалості пресування та питомого тиску пресування. Зміна міцності від отриманих режимних параметрів склеювання наведено на графічних залежностях, які наведено на рис. 4.1. – 4.9. Поетапно проаналізуємо ці залежності, з метою отримання оптимальних режимних параметрів. Це дозволить удосконалити технологічний процес з виготовлення тришарової паркетної дошки у виробничих умовах.

На рис. 4.1. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності D4, при тиску пресування 100 кгс/см^2

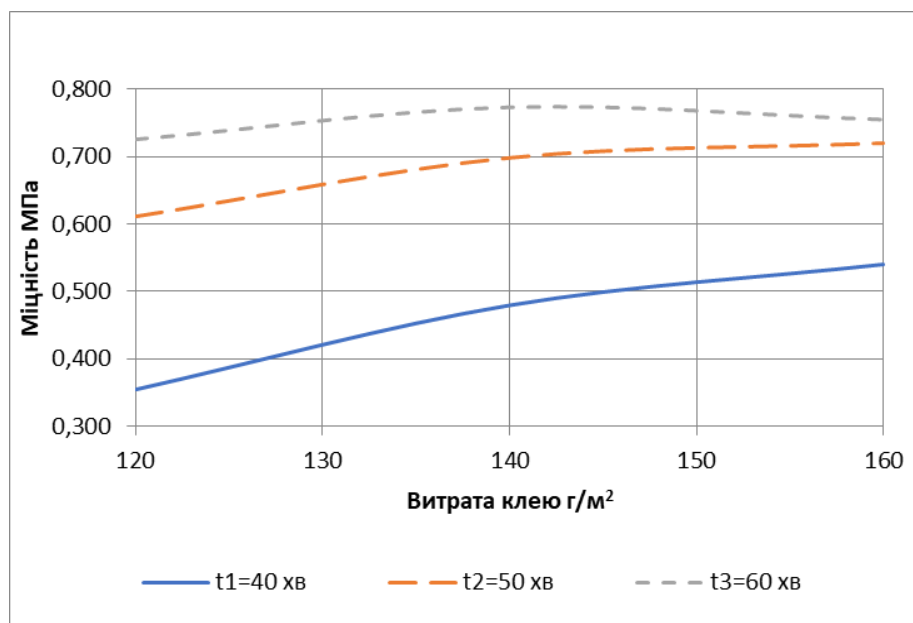


Рис. 4.1. Зміна міцності $P=100 \text{ кгс/см}^2$

На рис. 4.2. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності D4, при тиску пресування 130 кгс/см^2

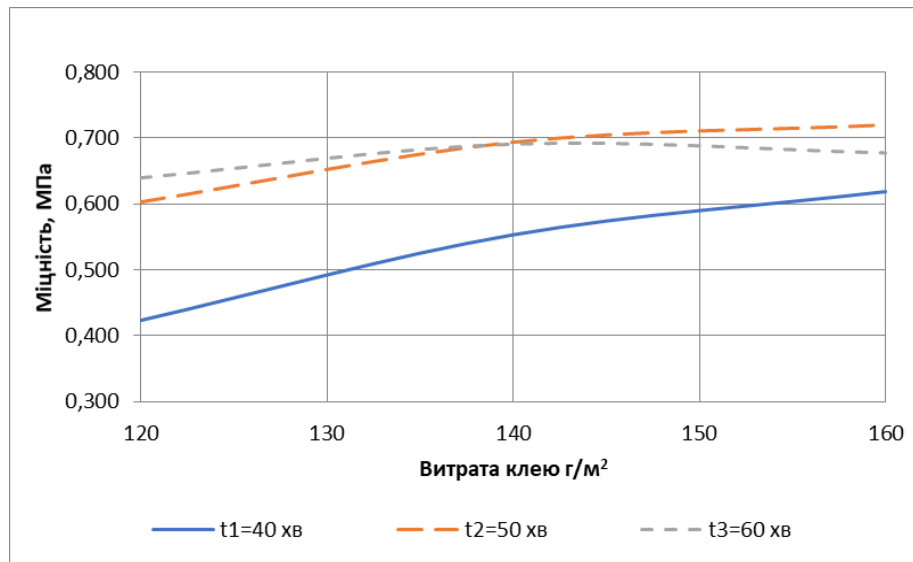


Рис. 4.2. Зміна міцності $P=130 \text{ кгс/см}^2$

На рис. 4.3. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склесної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності Д4, при тиску пресування 160 кгс/см^2 .

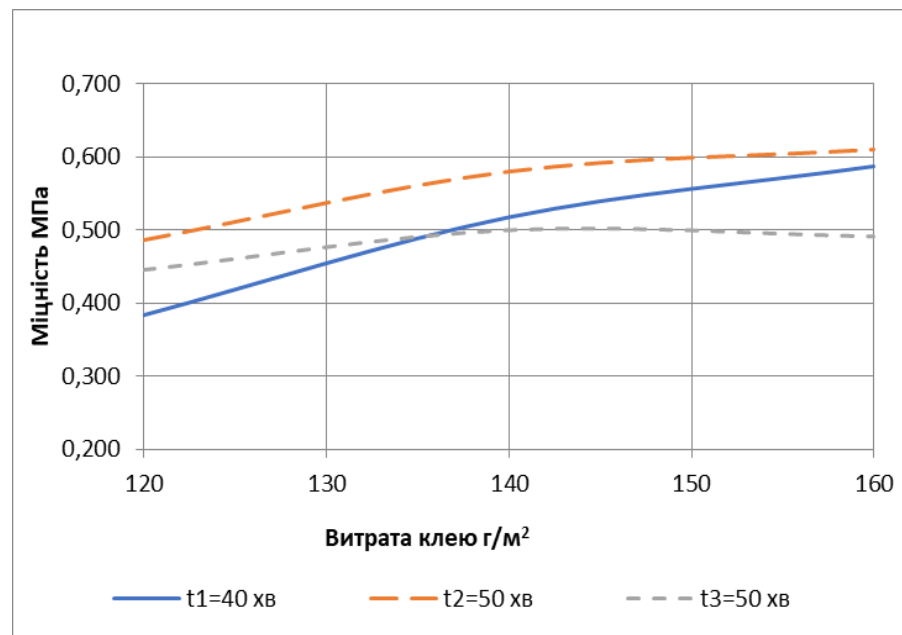


Рис. 4.3. Зміна міцності $P=160 \text{ кгс/см}^2$

Як видно із графічних залежностей, вплив тиску пресування має важливе значення для формування міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної. На всіх трьох графічних залежностях із

збільшенням питомого тиску пресування міцність зростає. Це передбачено нашими теоретичними дослідженнями, які наведено у розд.3.

Найбільше зростання міцності на початкових етапах спостерігається при витраті клею 100 г/см^2 , але до певної межі зростання питомого тиску пресування. При збільшенні тиску пресування до 160 кгс/см^2 міцність починає зменшуватися. Аналогічна картину ми спостерігаємо і на рис. 4.2. та 4.3. навіть при зростанні витрати клею. Це також підтверджує наші теоретичні передбачення щодо впливу витрати клею на зміну міцності клейового з'єднання.

У загальному, необхідно відзначити, що міцність клейового з'єднання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці змінюється за параболічною залежністю. Мінімальне значення міцності буде при $0,350 \text{ МПа}$, при витраті клею 100 г/м^2 , питомому тиску пресування 100 кгс/см^2 та тривалості пресування 40 хв . Максимальне значення міцності $0,750 \text{ МПа}$ буде витраті клею 140 г/м^2 , тиску пресування до 100 кгс/см^2 та тривалості пресування 60 хв .

На рис. 4.4. наведено зміну міцності клейового з'єднання верхнього шару склеєного полівінілацетатним клеєм при витраті клею 120 г/м^2

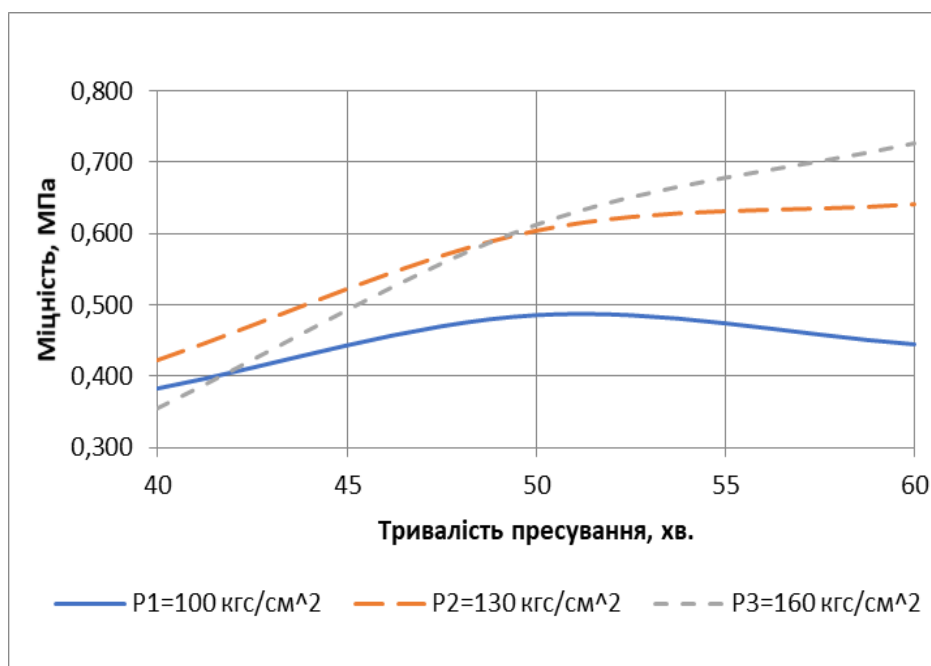


Рис. 4.4. Зміна міцності при $Q=120 \text{ кгс/см}^2$

На рис. 4.5. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склесної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності D4, при витраті клею 140 г/м²

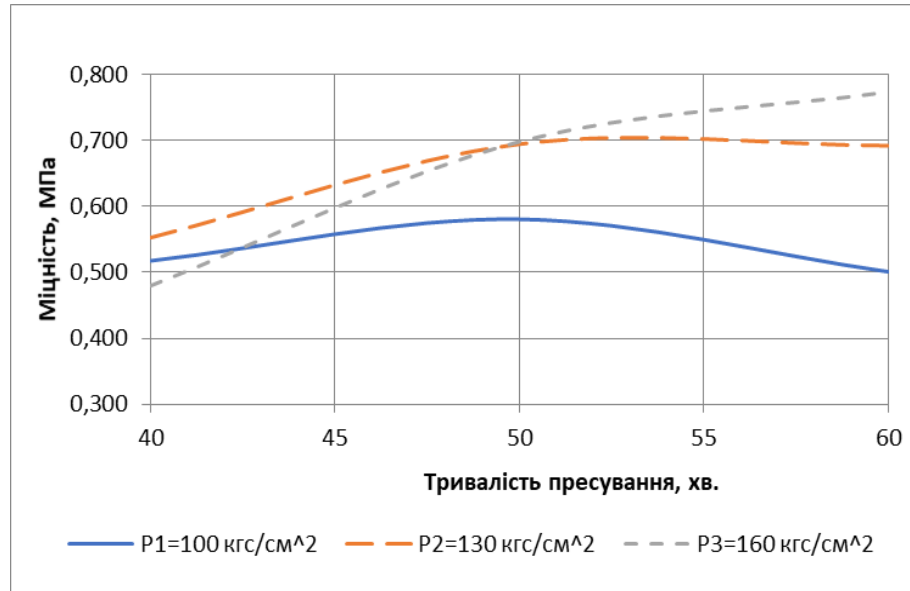


Рис. 4.5. Зміна міцності при Q=140 кгс/см²

На рис. 4.6. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склесної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності D4, при витраті клею 160 г/м²

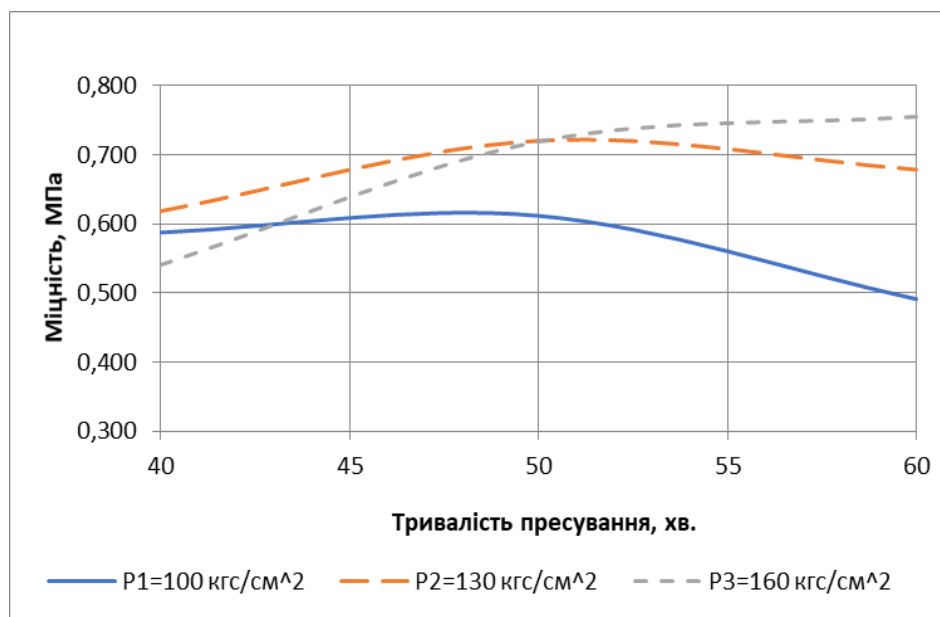


Рис. 4.6. Зміна міцності при Q=160 кгс/см²

Як видно із даних графічних залежностей максимальне значення міцності досягається 0,780 МПа при витраті клею 140 кгс/см², питомому тиску пресування 160 кгс/см² та тривалості пресування 60 хв.

На рис. 4.7. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання при тривалості пресування 40 хв.

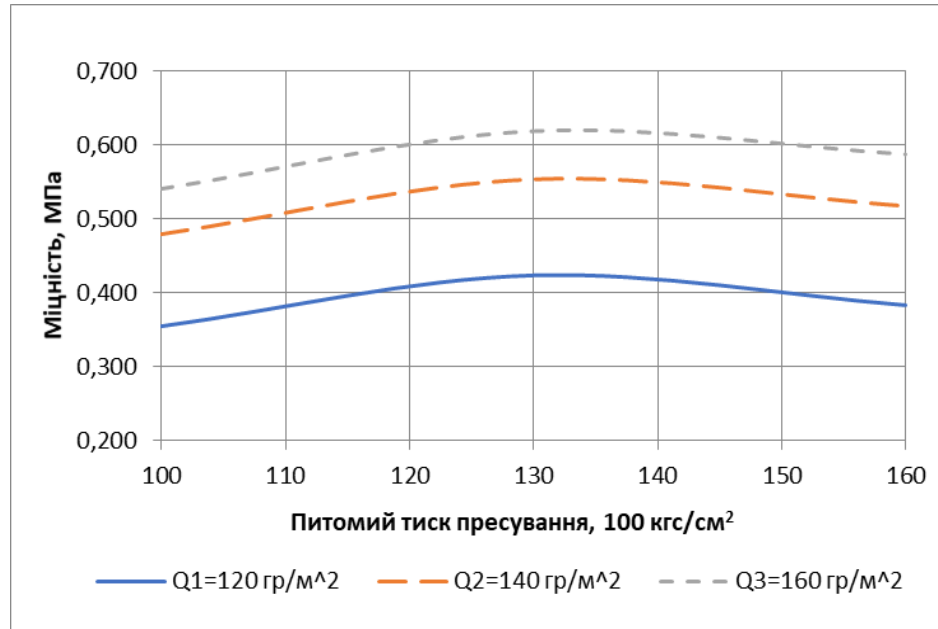


Рис. 4.7. Зміна міцності при тривалості пресування 40 хв.

На рис. 4.8. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатним клеєм при тривалості пресування 50 хв.

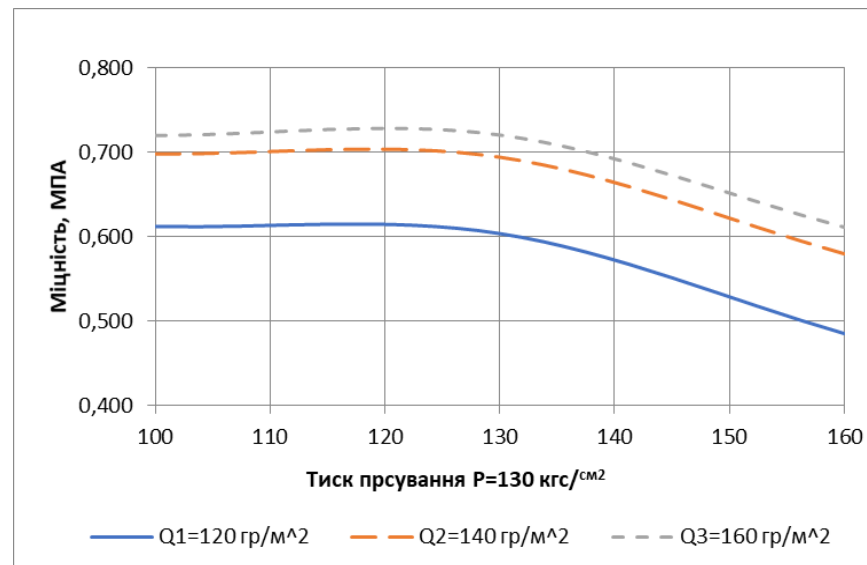


Рис. 4.8. Зміна міцності при тривалості пресування 50 хв.

На рис. 4.9. наведено графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатним клеєм із ступенем довговічності D4, при тривалості пресування 60 хв.

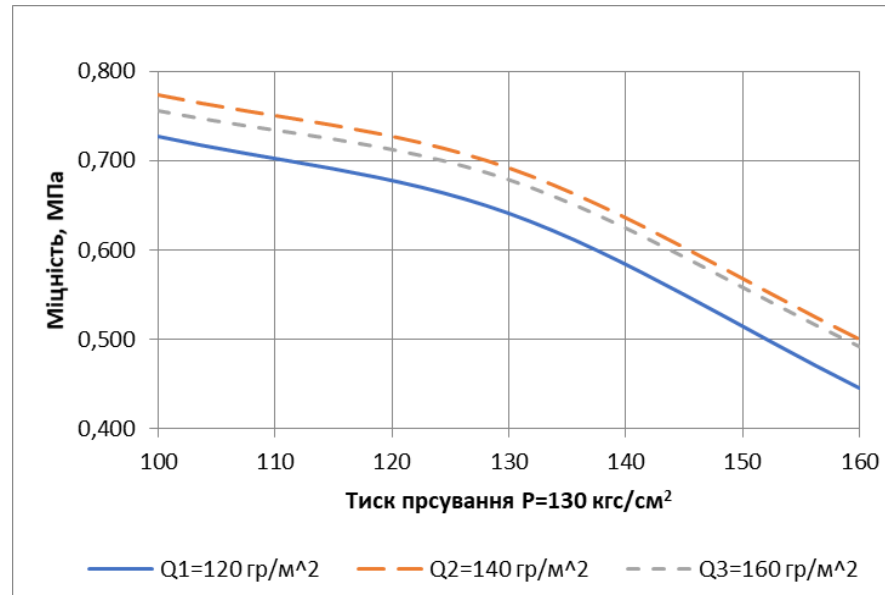


Рис. 4.9. Зміна міцності при тривалості пресування 60 хв.

Як видно із даних отриманих залежностей характер міцність змінюється за дещо іншою залежністю. Якщо у наведених вище на рис. 4.1.- 4.6 графічні залежності міцність змінювались за параболічною кривою, які мають зростаючий характер, то у залежностях, які наведено на граф. 4.7-4.9 дані залежності мають спадаючий характер. Найбільша міцність клейового з'єднання спостерігається при співвідношенню витрати клею 140 г/м², питомого тиску пресування 100 кгс/см² та тривалості пресування 60 хв. становить 780 МПа.

Підсумовуючи отримані результати із графічних залежностей, можна відзначити, що витрата клею, питомий тиск пресування та тривалість пресування мають значний, але неоднозначний вплив на зміну міцності верхнього шару тришарової паркетної дошки склеєної полівінілацетатними клеями із ступенем довговічності D4. Оскільки функція нашої мети прямує до отримання оптимального значення режимних параметрів при склеювання

паркетної дошки, то вони будуть становити наступні числові значення: витрата клею – 130 г/см^2 , питомий тиск пресування 140 кгс/см^2 та 50 хв.

4.5. Висновки з розділу

На основі отриманих результатів досліджень зміни міцності склеювання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці склеєній термопластичним полівінілацетатними клеями із ступенем довговічності D4 можна зробити наступні висновки:

1. Отримано результати режимних параметрів верхнього шару у тришаровій паркетній дошці, склеєна полівінілацетатним клеєм та здійснено їх статистичну обробку. Розраховано всі необхідні параметри статистичної обробки.

2. На основі статистичної обробки результатів експериментальних досліджень побудовано регресійну модель другого порядку і розраховано коефіцієнти рівняння регресії для отриманої моделі.

3. На основі побудованої регресійної моделі здійснено графічну інтерпретацію результатів досліджень. Побудовано графічні залежності зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці від витрати клею, тривалості пресування та питомого тиску пресування.

4. Здійснено аналіз зміни міцності клейового з'єднання верхнього шару у тришаровій паркетній дошці від витрати клею, питомого тиску пресування та тривалості пресування, на основі якої встановлено:

- Із збільшенням витрати клею міцність клеєного з'єднання змінюється параболічною залежністю, .
- Із збільшенням тривалості пресування міцність клейового з'єднання також змінюється за параболічною залежністю, але із дещо меншою зростаючою дією.
- При максимальних значеннях тиску пресування міцність клеєного з'єднання зменшується, тобто при виборі параметрів режиму

склеювання потрібно вибирати оптимальне значення тиску пресування, яке може дати оптимальну міцність з'єднання.

Функція мети прямує до отримання оптимального значення режимних параметрів при склеювання паркетної дошки, то вони будуть становити наступні числові значення: витрата клею – 130 г/см^2 , питомий тиск пресування 140 кгс/см^2 та 50 хв.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Екологічна безпека використання паркетних дошок

Використання екологічно безпечних матеріалів як під час технологічного процесу виготовлення так і під час експлуатації готових виробів є необхідною умовою сучасного життя людини. Тому, для дотримання безпекових заходів необхідно впроваджувати екологічно чисте виробництво продукції з деревини у повсякденне життя. Не виключенням є і виробництво покриття на підлогу, оскільки воно на сьогоднішній день широко використовується як у житлових приміщеннях так і адміністративних будівлях, тощо. Окрім того, використання підлогового покриття у вигляді тришарової паркетної дошки забезпечує і естетичні вимоги. Крім того, технологічний процес її виготовлення та монтування повинен також відповідати сучасним вимогам.

Щодо технологічного процесу виготовлення тришарової паркетної дошки, то у технологічному процесі її виготовлення всі матеріали, що входять у конструкцію паркетної дошки відносяться до екологічно безпечних. До них відноситься деревина, екологічно безпечні клейові та опоряджувальні матеріали. А саме, для склеювання використовуються клеї на основі термопластичних полівінілацетатних клеїв, а для опорядження олії.

Щодо склеювання, то технологічний процес з виготовлення тришарової паркетної дошки включає технологічний процес склеювання середнього шару, який складається з окремих ламелей. Це дозволяє підвищити міцність готового виробу.

Клеї на основі полівінілацетату відносяться до полімеризаційними, у яких затвердіння відбувається за рахунок видалення води із клейового шва, що призводить до зростання ланцюгів макромолекул. Тобто в реакції їх полімеризації бере участь вода і повітря. Можна передбачити, що такі складові компоненти не мають негативного впливу на процес затвердіння клейового шва. Це вимагає дещо тривалого часу для операції пресування і скорочення часу на виготовлення продукції.

Щодо експлуатації клейових конструкцій, то клеї на основі полівінілацетату добре зарекомендували себе при роботі із зміни температурно вологісними навантаженнями. Саме дані клейові матеріали дають можливість вирішувати екологічні проблеми, оскільки вона не мають обмежень від санітарно-екологічних норм,. Окрім того, забезпечують низьке водопоглинення та формують еластичний клейовий шов, що є дуже важливо при експлуатації паркетної дошки у приміщеннях, особливо у зимовий період, коли у приміщення зберігається низка вологість навколишнього середовища а температура є стабільною на протязі тривалого часу. На рис 5.1 подано світлини із використанням тришарової паркетної дошки у житлових приміщеннях.



Рис 5.1 Тришарова паркетна дошка.

Як видно із рисунка тришарова паркетна дошка створює естетичний вигляд у приміщенні, оскільки текстура деревини надає природнього вигляду, а екологічно безпечні матеріали забезпечують природні умови перебування у приміщенні та не забруднюють навколишнє середовище

шкідливими випарами, такі як формальдегід, ацетон, або інші леткі речовини, які можуть виділятися із паркетної дошки під час експлуатації.

5.2. Охорона праці при роботі в лабораторії

Важливим елементом будь-якого технологічного процесу, не залежно де він відбувається у виробничих приміщеннях чи в науково дослідній лабораторії, необхідно дотримуватися правих охорони праці та протипожежної безпеки. Не виключенням є і проведення експериментальних досліджень у лабораторіях чи у навчально виробничих майстернях. Тому проаналізуємо основні вимоги при роботі при виконанні моєї магістерської роботи.

Першим етапом є підготовка зразків до склеювання. Для цього використовували круглопилковий та поздовжньо фрезерні верстати. Для склеювання лабораторний однопроміжковий прес. Для формування отворів - вертикальний свердлильний верстат. Для руйнування зразків - випробувальна машина для визначення міцності клейового з'єднання на відрив. Для формування пакетів для склеювання робоче місце з витяжною шафою.

Тому проаналізуємо основні правила техніки безпеки. Всі роботи пов'язані із випилюванням, фрезеруванням, пресуванням здійснювались навчальним майстром за моєї присутності. Тому за дані роботи і правила техніки безпеки відповідав учбовий майстер.

Роботі із нанесенням клею, формуванням паркету тришарової дошки виконувались з використанням витяжної шафи.

Загалі правила техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень:

- робоче місце має бути чистим і без клею;
- посуд для приготування клею повинен не битися і легко піддаватись миттю;
- всі роботи із клеями необхідно проводити у витяжній шафі;

- для захисту рук від попадання клею використовувати гумові рукавиці і відповідний одяг;
- за захисту очей використовувати окулярами
- при попаданні клею на руки, або інші ділянки шкіри помити водою;
- після закінчення, робоче місце необхідно прибрати.

У науково дослідних лабораторіях повинні протипожежні засоби захисту на випадок пожеже. Згідно інструкції кожна лабораторія повинна бути забезпечена вогнегасником та інструментами захисті.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Загальні висновки, які можна зробити після виконаної магістерської роботи:

1. Відповідно до теми моєї магістерської роботи було зроблено аналіз літературних джерел щодо використання підлогового покриття, його виду та конструкцій. Найсучаснішим підлоговим покриттям на сьогоднішній день, яке забезпечує технологічні, економічні, експлуатаційні та екологічні вимоги є тришарова паркетна дошка. Для виготовлення паркетної дошки використовують деревину твердолистяних та хвойних порід та фанеру. Для її склеювання використовують карбамідоформальдегідні та полівінілацетатні клейові матеріали, які забезпечують вимоги, які ставляться до паркетної дошки. Більш перспективним клейовим матеріалом є полівінілацетатні клеї, які формують еластичний клейовий шар, мають підвищену водостійкість клейового шва та відповідають екологічним вимогам, які ставляться до клейових з'єднань деревини. Важливим, при формуванні полівінілацетатних клейових з'єднань деревини є режимні параметри склеювання, які впливають на адгезійну і когезійну міцність та експлуатацію паркетної дошки.

2. З аналізу механізму формування клейових з'єднань деревини полівінілацетатними клеями висунуто теоретичні передбачення щодо впливу режимних параметрів на адгезійну і когезійну міцність клейових з'єднань деревини при склеюванні верхнього шару тришарової паркетної дошки. Здійснено підбір теорій, якими можна описати механізм формування міцності у таких клейових з'єднаннях та їх опис. Передбачено, що формування адгезійної і когезійної міцності при виготовленні тришарової паркетної дошки можна описати механічною, адсорбційною, дифузійною та хімічною теоріями склеювання.

3. Для досліджень з вивчення впливу режимних параметрів склеювання підібрано методику щодо їх проведення, розписано підготовку матеріалів та клею для їх склеювання, та описано статистичну обробку результатів дослідження. Розписано методику побудови регресійної моделі.

4. Отримано результати експериментальних досліджень. Здійснено їх статистичну обробку. Запропоновано, для математичного опису впливу режимних параметрів на адгезійну і когезійну міцність використовувати регресійну модель у вигляді поліному другого порядку. Розраховано коефіцієнти для запропонованої регресійної моделі.

5. За отриманою регресійною моделлю побудовано графічні залежності впливу основних режимних параметрів на адгезійну і когезійну міцність верхнього шару у тришаровій паркетній дошці склеєної термопластичними полівінілацетатними клеями із ступенем довговічності D4. Встановлено, що значний вплив на адгезійну і когезійну міцність мають такі режимні параметри, як витрата клею, тривалість пресування та питомий тиск пресування. Після аналізу графічних залежностей встановлено, що:

➤ із збільшенням витрати клею міцність клеєного з'єднання змінюється за параболічною залежністю;

➤ із збільшенням тривалості пресування, міцність клейового з'єднання також змінюється за параболічною залежністю, але із меншою інтенсивністю;

➤ із збільшенням питомого тиску пресування міцність клеєного з'єднання зменшується.

6. Функція мети прямує до отримання оптимального значення режимних параметрів при склеювання верхнього шару у тришаровій паркетній дошки, які будуть мати наступні числові значення: витрата клею – 130 г/см^2 , питомий тиск пресування 140 кгс/см^2 та тривалість пресування 50 хв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кшивецький Б.Я. Міцність та довговічність термопластичних клейових з'єднань деревини: монографія. /Б.Я. Кшивецький, І.Й. Тивунька. – Львів: ТзОВ Галицька видавнича спілка,, 2018. – 188 с. [122] іл. [19] табл. – Бібліограф. с. 209 (268 назв) – ISBN 978-617-7363-76-6.
2. Тлумачний словник з деревооброблення / уклад.: Б. Прокопович, І. Войтович, С. Гайда, Б. Кшивецький. – Львів.: Ромус-Поліграф, 2002. – 280 с.
3. Михайлівська Г.Є., Панов В.В. Клеї для склеювання деревини. Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2002. – 179 с.
4. Corte-Real, L.M.R.M.; Jalali, S.; Borges, C.S.P.; Marques, E.A.S.; Carbas, R.J.C.; da Silva, L.F.M. Development and Characterisation of Joints with Novel Densified and Wood/Cork Composite Substrates. *Materials* **2022**, 15, 7163. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Кусняк І.І. Екологічність фанери склеєної термопластичною плівкою. Сучасний рух науки: тези доп. X міжнар. наук.-практ. інтер.-конф., 2–3 квітня 2020 р. Дніпро: Міжнародний електронний науково-практичний журнал "WayScience", 2020. Т1. С. 660–664.
6. Бехта П.А., Кусняк І.І. Термопластичні полімери у виробництві фанерної продукції: переваги, можливості та перспективи застосування. Наукові праці Лісівничої академії наук України. Львів, 2018. Вип. 16. С. 131–140. DOI: <https://doi.org/10.15421/411815>
7. Вінтонів І.С., Сопушинський І. М., Тайшінгер А. Деревинознавство: навч. посіб:2-е вид., доповн. Львів: Апріорі. 2007. 321 с.
8. Гупало О. П., Тушницький О. П. Хімія деревини. Підручник. – 2-ге вид., випр. і доп. – К.: Знання, 2008. – 276 с.
9. ДСТУ EN 205:2014 Клеї несиллові для деревини. Метод визначання міцності з'єднання внапусток під час поздовжнього розтягування на зсув (EN 205:2003, IDT).

10. ДСТУ EN 204:2014 Клеї термопластичні несилові для деревини. Класифікація (EN 204:2001, IDT).
11. ДСТУ EN 1313-2:2018 Лісоматеріали круглі та пиляні. Допустимі відхилення та переважні розміри. Частина 2. Піломатеріали твердолистяних порід (EN 1313-2:1998/AC:1999, IDT)
12. Кійко О.А. Статистичні методи підвищення якості продукції деревооброблення. – Львів: електрон. навч. пос. – 228 с.
13. Кшивецький Б.Я., Гупало О.П. Проблеми використання клейових з'єднань на основі термопластичних клеїв. Науковий вісник УкрДЛТУ. – 2001. – Вип. 11.2.- С. 23--26.
14. Кшивецький Б.Я., Солонинка В.Р. Термопластичні композиції на основі полівінілацетату (ПВА) та їх використання в деревообробній галузі / Науковий вісник НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.6. – С. 92-95.
15. Пилипчик М.І., Григор'єв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень. Київ: Знання, 2007. 207 с.
16. Чопенко Н. Ф., Кійко О. А., викл. Кушпін А.С. Методичні вказівки: застосування методів статистичного аналізу в деревообробленні. Частина I. - Львів: УкрДЛТУ, каф. ТВД, 2004. - 32 с.
17. Чопенко Н. Ф., Кійко О. А., викл. Кушпін А.С. Методичні вказівки: застосування методів статистичного аналізу в деревообробленні. Частина II. - Львів: УкрДЛТУ, каф. ТВД, 2005. - 34 с.
18. Б.М. М'якуш. Перспективи застосування термопластичних клеїв при виготовленні паркетної дошки. Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2010, вип. 20.3. – С. 91-93.
19. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.villa-nova.it>
20. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://vseokraskah.net>
21. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://p-km.ru>
22. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://kozhy.ru/kleevye-metody>
23. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://material.tj>
24. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://uk.wikipedia.org/wiki/Когезія>

25. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://polymer-tech.ru>
26. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://plast-tech.ru>
27. [Електронний ресурс]. – Доступний з www.nbuuv.gov.ua
28. Г.Є. Ортинська. Вплив режимів склеювання на властивості фанери, виготовленої зі шпону підвищеної вологості. Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2010. УДК 674.093.26