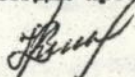


Український державний лісотехнічний університет

На правах рукопису

КИЇВЕЦЬКИЙ

Вогдан Ярославович



ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЙОВОГО  
З'ЄДНАННЯ ПРИ ОБЛИЦЮВАННІ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ  
ДЕКОРАТИВНИМ ПАПЕРОВО-ШАРУВАТИМ ПЛАСТИКОМ

Спеціальність 05.05.07 - машини та технологія  
лісовиробничого комплексу

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів - 1997



00752156 (Q)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології виробів з деревини  
Українського державного лісотехнічного університету

Науковий керівник - кандидат технічних наук,  
доцент Заяць Іван Михайлович

Науковий консультант - кандидат хімічних наук,  
доцент Гупало Олег Петрович

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,  
професор Ханик Ярослав Миколайович

- кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник  
Смоляннінов Юрій Георгійович

Провідна організація - кафедра фізичної і колоїдної хімії  
Львівського державного універ-  
ситету ім. Івана Франка

Захист відбудеться 8 квітня 1997 року о 14. 30 год.  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.03.01 в  
Українському державному лісотехнічному університеті за  
адресою: 29005<sup>9</sup>, м. Львів, вул. ген. Чупринки, 103, зал  
засідань.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Українсь-  
кого державного лісотехнічного університету ( м. Львів,  
вул. ген. Чупринки, 101).

Автореферат розісланий " 6 " 03 1997 р.

Вчений секретар

спеціалізованій вченій раді *Прокопович* Прокопович В.В.

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Операції склеювання займають одне з чільних місць у технологічному процесі виготовлення виробів з деревини. Клеї і технологія склеювання істотно впливають на весь технологічний процес і, в кінцевому результаті, на технологічні та експлуатаційні показники готових виробів.

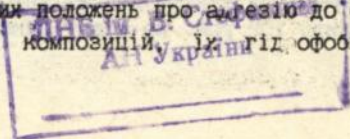
Для облицювання виробів, які експлуатуються в умовах з підвищеною вологістю, коливанням температури та ін. (кухонні меблі, торгове, медичне обладнання тощо), використовують декоративний паперово-шаруватий пластик (ДПШП). Тому довготривала дія вологи на деталі виробів, що облицювані пластиком з використанням неводостійкого клею, приводить до зниження міцності клейових з'єднань і відшарування склеєних елементів.

У деревообробній промисловості для облицювання деревинних матеріалів пластиком в основному використовують клеї на основі карбамідоформальдегідних смол (КФС), які при склеюванні утворюють досить міцне та водостійке клейове з'єднання. Разом з тим, такі з'єднання дають жорсткий клейовий шов, який характеризується значними внутрішніми напруженнями. Внаслідок цього відбувається жолоблення склеєних елементів, особливо несиметричних конструкцій. Крім того, такі клеї є токсичними.

Як свідчить вітчизняний і зарубіжний досвід, найбільш перспективними для склеювання декоративного паперово-шаруватого пластика з деревиною та деревинними матеріалами є дисперсійні клеї. Однак, недостатній їх різновид, низька вологість водостійкість клейового з'єднання є причиною обмеженого використання цих клеїв. Крім того, питання хімічних і структурних перетворень у процесі формування клейового з'єднання в такому типі клейових композицій недостатньо вивчені.

**Мета роботи** - розробка технології склеювання деревини і деревинних матеріалів з декоративним паперово-шаруватим пластиком при використанні клейових композицій малої токсичності, які забезпечують підвищену міцність, водостійкість і формостійкість клейового з'єднання та високі експлуатаційні показники готових виробів.

**Наукова новизна.** На основі аналізу технології склеювання деревини і деревинних матеріалів з декоративним паперово-шаруватим пластиком, теоретичних положень про адгезію до склеюваних матеріалів клейових композицій, їх гідкофобність і



гідрофільність, процесів формування клейового шва обгрунтовано доцільність модифікації латекснодисперсійної клейової композиції, яка забезпечує підвищену міцність, водостійкість і формостійкість клейового з'єднання. Отримано математичні залежності, які дозволяють оптимізувати вміст модифікаторів у клейовій композиції та технологічні параметри режиму склеювання.

Новизна роботи та її доцільність підтверджені патентом України на винахід (N 93007089).

**Методи досліджень.** Дослідження проводились з використанням математичних і класичних методів планування експериментів, регресійного аналізу і оптимізації експериментальних даних. Для визначення оптимальних параметрів технологічного режиму склеювання використаний В-план другого порядку, а для оптимальної кількості модифікаторів у клейовій композиції - класичний метод планування експериментів. Дослідження проводились на основі діючих стандартів.

**Практична цінність роботи.** Розроблено технологію модифікації латекснодисперсійної клейової композиції та технологічні режими склеювання деревини і деревинних матеріалів з ДПШП, які забезпечують підвищену міцність, водостійкість і формостійкість клейового з'єднання та покращують експлуатаційні характеристики готових виробів.

**Достовірність результатів досліджень і практичних рекомендацій.** Технологія модифікації латекснодисперсійної клейової композиції та параметри технологічного режиму склеювання деревини і деревинних матеріалів з ДПШП неодноразово підтверджені як в лабораторних дослідженнях, так і промислових умовах.

Дослідження проводились в рамках госпдоговірної (ГД 22-26-93) та держбюджетної (ДБ 22-16-95) тематик.

**Реалізація результатів роботи.** Результати досліджень випробовувались у виробничих умовах при склеюванні деревинностружкових плит і деревини з ДПШП, виготовленні паркетних дошок, склеюванні кутових брусків у корпусах телеприймачів. Результати виробничих випробувань дали позитивний результат і показали доцільність використання розробленої технології у виробництві. Економічний ефект від впровадження технології склеювання модифікованою клейовою композицією та технологічного режиму облицювання деревинних матеріалів з ДПШП в АТ "Електрон" становить 107 грн. на тону використаного клею.

**Основні положення, які виносяться на захист:**

- аналіз технологічних та експлуатаційних характеристик клейових з'єднань деревини і деревинних матеріалів з ДПШП та обґрунтування вибору клейової композиції, яка може бути модифікована;

- обґрунтування вибору модифікаторів клею, вивчення їх впливу на показники клейового з'єднання і визначення їх вмісту в композиції;

- дослідження впливу технологічних параметрів режиму склеювання деревини і деревинних матеріалів з ДПШП на експлуатаційні характеристики клейового з'єднання;

- апробація результатів роботи у виробничих умовах.

**Апробація роботи.** Основні положення та результати роботи доповідались на науково-технічних конференціях: XII симпозиумі з використання клеїв у деревообробній промисловості /Словаччина, м.Зволена, 6-8. 09. 1995 р./; науково-технічних конференціях УкрДЛТУ /1993-1995 р.р./; кафедральних семінарах.

Доповідь з виконаної роботи обговорена та схвалена на розширеному засіданні кафедри технології виробів з деревини.

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 4 статті і отримано патент України на винахід.

**Структура та об'єм роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків та рекомендацій, списку використаної літератури, який включає 95 найменувань, і 4 додатків, всього 162 сторінки. Основний матеріал викладений на 133 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 19 таблицями і 23 рисунками.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі визначено актуальність теми, мету, новизну та практичну цінність роботи, методи досліджень та їх обґрунтування, основні положення та результати, які виносяться на захист.

У першому розділі наведено огляд літератури, що містить опис основних конструкційних і облицювальних матеріалів, а також клеїв, які використовуються для виготовлення меблів. Показано, що ДПШП є одним з найбільш перспективних матеріалів для облицювання поверхонь, які в процесі експлуатації піддаються дії вологи, температури, хімічних реагентів тощо. Проаналізовано експериментальні показники клейових з'єднань та режими склеювання деревинних матеріалів з ДПШП, а також модельний опис процесу затвердіння дисперсійних систем.

Враховуючи умови експлуатації готових виробів, клейові з'єднання, що утворюються при облицюванні деревинних матеріалів ДПШП, повинні мати певні фізико-механічні властивості: достатню міцність, водостійкість, теплостійкість, відповідну формостійкість та обмежену токсичність. Клейові з'єднання на основі вітчизняних карбамідоформальдегідних смол, полівінілацетатних дисперсій (ПВАД) і суміщених клеїв задовільняють ці вимоги частково. Одні з них при склеюванні дають крихке клейове з'єднання і є токсичними (наприклад, КФС), інші мають низьку волого- та водостійкість (наприклад, ПВАД).

За кордоном асортимент клеїв, у тому числі дисперсійних, які використовують для облицювання деревинних матеріалів пластиком, більш широкий ("Експрес", "Темпо", "Клебіт" тощо). Ці клеї за фізико-механічними властивостями клейового з'єднання мають певні переваги перед КФС і ПВАД: досить високу міцність, водостійкість, теплостійкість, відповідну еластичність з'єднання та малу токсичність. Перевага дисперсійних клеїв ще й у тому, що властивості клейового з'єднання можна змінювати, міняючи їх склад і вміст компонентів. Разом з тим, ці клеї є дорогими.

Покращенням фізико-механічних властивостей клейових з'єднань на основі дисперсійних клеїв займались в УкрНДІМОДІ (Київ), ВО "Москомплектмебель" (Москва), Технічному університеті м. Зволен (Словаччина) та ін, але залишилось ще багато невияс-

ненних питань.

Враховуючи перспективність декоративного паперово-шаруватого пластика як облицювального матеріалу, закордонний досвід використання клейових з'єднань на дисперсійній основі та недостатній асортимент і недоліки вітчизняних клеїв, проблема підвищення фізико-механічних властивостей клейових з'єднань на основі дисперсійних клеїв з метою покращення технологічних та експлуатаційних характеристик готових виробів є актуальною.

На основі огляду літератури і поставленої мети завданням даної роботи було:

- аналіз технологічних та експлуатаційних характеристик клейових з'єднань деревини і деревинних матеріалів з ДПШП різними композиціями, обґрунтування вибору клейової композиції, яка є малотоксичною та могла б забезпечити підвищену міцність, вологостійкість і формостійкість клейового з'єднання при II модифікації;

- обґрунтування вибору модифікаторів клею, вивчення їх впливу на показники клейового з'єднання та визначення їх вмісту в клейовій композиції;

- дослідження технологічних параметрів режиму склеювання деревини і деревинних матеріалів з ДПШП;

- апробація результатів досліджень у виробничих умовах.

У другому розділі наведено результати лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей клейових з'єднань між ідентичними матеріалами при використанні вітчизняних карбамідоформальдегідних смол, полівінілацетатних дисперсій і латекснодисперсійного клею ЛДК-1 (табл.1).

Таблиця 1

Міцність та водостійкість клейового з'єднання

N п/п	Клейова композиція	Міцність склеювання, кН/м	
		До вимочування	Після вимочування
1.	КФС	8.0	7.8
2.	ПВАД	9.6	3.1
3.	ЛДК-1	9.7	4.0

Виходячи з одержаних результатів досліджень для модифікації вибрано латекснодисперсійний клей ЛДК-1. Це обумов-

лено тим, що:

-ЛДК-1 має високу адгезію до деревини і деревинних матеріалів;

-утворює клейові з'єднання з досить високою міцністю і формостійкістю виробу;

-водостійкість клейового з'єднання при використанні ЛДК-1 вища, ніж на основі ПВАД, але нижча ніж на основі КФС;

-токсичність ЛДК-1 значно нижча ніж КФС;

-ЛДК-1 на відміну від ПВАД і КФС містить в своєму складі реакційноздатний компонент - полівініловий спирт (ПВС), який відносно легко піддається хімічній модифікації.

Відомо ряд робіт, присвячених модифікації клеїв, які в своєму складі мають ПВС, з метою підвищення міцності, водо-, волого- і теплостійкості клейового з'єднання. Для цього, переважно, використовували хімічні реакції, які сприяють появі гідрофобних груп у ПВС (ацетилювання, дія арилсульфокислот), або ведуть до часткового зшивання макромолекул ПВС (дія альдегідів, диальдегідів, ненасичених альдегідів, карбамідоформальдегідних смол тощо).

Враховуючи літературні дані, будову та хімічну характеристику полівінілового спирту, вперше запропоновано використовувати для його модифікації карбамід і уротропін<sup>о</sup>. Розглянуто можливі напрямки хімічної взаємодії ПВС з карбамідом і формальдегідом, який утворюється при гідролізі уротропіну.

Показано, що взаємодія карбаміду з ПВС може приводити до утворення бічних уретанових або алкілкарбамідних груп, які забезпечують більш міцні міжмолекулярні зв'язки. Взаємодія ПВС з формальдегідом може приводити як до утворення метилольних або метилкарбамідних груп, так і до часткового зшивання макромолекул ПВС.

Поява нових функціональних груп у складових ланках ПВС повинна вести до зміни щільності упакування макромолекул ПВС, зміни сил міжмолекулярної взаємодії, зміни конформації макромолекул, тобто до зміни сил адгезії і когезії, гнучкості та ін. Кількісна характеристика цих змін повинна залежати як від ступеня заміщення ОН-груп ПВС, так і від об'єму та хімічної природи нововведених груп. Оскільки алкіламідні та уретанові групи мають більшу енергію когезії, ніж групи -ОН, і є менш гідрофільними, то введення їх в макромолекули ПВС повинно

приводити до збільшення міцності клейового з'єднання та його водостійкості.

У третьому розділі обгрунтовано вибір підкладки і облицювки, змінних та постійних факторів при розробці технології модифікації латекснодисперсійного клею, параметрів технологічного режиму облицювання деревини і деревинних матеріалів ДПШП, наведена методика експериментальних досліджень та характеристика використаного обладнання і приладів.

Дослідження впливу вмісту модифікаторів клейової композиції на міцність і водостійкість з'єднання проводились класичним методом планування досліджень, а обробка результатів досліджень - за допомогою пакету "NUMER1". За підкладку взято деревину берези і деревинностружкову плиту.

При вивченні впливу режимних параметрів склеювання на показники міцності застосовано композиційний трирівневий В-план другого порядку.

Випробування клейового з'єднання на міцність як до, так і після вимочування проводилось у відповідності з ГОСТ 15867-83, а впливу вологості на показники міцності клейового з'єднання - згідно ГОСТ 14231-88 і ГОСТ 16371-84. Обробка результатів досліджень проведена на EOM.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень технології модифікації латекснодисперсійної клейової композиції та впливу параметрів технологічного режиму при облицюванні деревини і деревинних матеріалів ДПШП.

Оскільки клейова композиція повинна відповідати певним технологічним вимогам (мати відповідну в'язкість, вміст сухого залишку та ін.), то при розробці технології модифікації клею ДДК-1 досліджено вплив на міцність клейового з'єднання:

1. Концентрації водного розчину ПЕС та його кількості в клейовій композиції (табл. 2 і 3);
2. Вмісту карбаміду і уротропіну в загущувачі (рис. 1);
3. Загального вмісту загущувача і латексу в клейовій композиції (табл. 4);
4. Вмісту наповнювача і поверхнево-активної речовини (табл. 5, 6).

Встановлено, що для приготування загущувача доцільно використовувати водний розчин ПЕС 20 %-ної концентрації, а раціональний вміст цього розчину в загущувачі повинен бути не

Таблиця 2

Вплив концентрації розчину ПВС на міцність склеювання

Концентрація водного розчину полівінілового спирту, %											
5		10		15		20		25		30	
Міцність склеювання, кН/м											
ДПШП дере вина	дере вина дере вина	ДПШП дере вина	дере вина дере вина	ДПШП дере вина	дере вина дере вина	ДПШП дере вина	дере вина дере вина	ДПШП дере вина	дере вина дере вина	ДПШП дере вина	дере вина дере вина
4,3	2,0	5,1	3,0	7,5	4,0	8,5	9,5	8,9	9,5	9,5	10,0

Таблиця 3

Вплив кількості 20 %-ного водного розчину ПВС  
в загущувачі на показники міцності

Вміст 20%-но- го розчину, ПВС, %	Міцність склеювання з деревинною берези, кН/м.	Міцність склеювання деревини берези між собой, кН/м.
10	6,18	4,5
20	8,45	9,2
30	8,71	6,0
40	7,5	4,0
50	5,5	4,0
60	4,1	0,5

менше 20 %.

Визначивши оптимальну концентрацію водного розчину полівінілового спирту та його кількість в загущувачі, досліджено вплив вмісту карбаміду і уротропіну в загущувачі на міцність і водостійкість клеювого з'єднання (рис. 1 і 2).

Математичною обробкою експериментальних даних, проведеною за допомогою пакету "NUMERI", отримано адекватні математичні залежності міцності та водостійкості клеювого з'єднання від вмісту карбаміду і уротропіну, які мають вигляд:

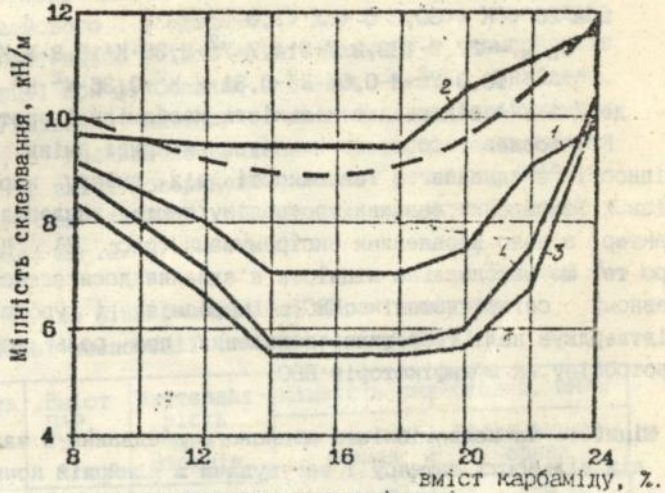
до вимочування:

$$b_{д.в.} = 14,0 + 0,41 \cdot K^2 - 1,04 \cdot Y + 1,79 \cdot K \cdot Y - 3,17 \cdot Y^2 \cdot K - 0,022 \cdot K^2 + 0,16 \cdot Y \cdot K^2$$

після вимочування:

при  $10 < K < 20$ ;  $0 < Y < 1,0$

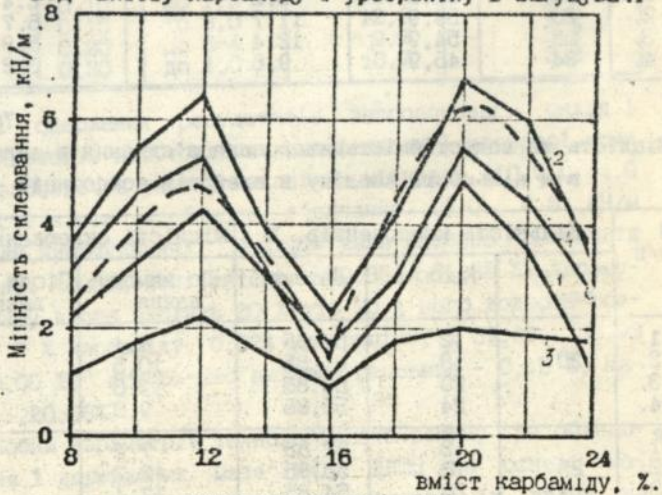
Залежність міцності клейового з'єднання від вмісту карбаміду і уротропіну в загущувачі



— експериментальні дані  
- - - оптимізовані дані  
1, 2, 3, 4 - відповідно вміст уротропіну 0, 16; 0, 32; 0, 48; 0, 64

Рис. 1

Залежність водостійкості клейового з'єднання від вмісту карбаміду і уротропіну в загущувачі



— експериментальні дані  
- - - оптимізовані дані  
1, 2, 3, 4 - відповідно вміст уротропіну 0, 16; 0, 32; 0, 48; 0, 64

Рис. 2

$$b_{п.в.} = -7,05 - 32,7 \cdot Y + 37,2 \cdot Y^2 - 1,19 \cdot K - 6,16 \cdot Y \cdot K - 6,64 \cdot Y^2 \cdot K - 0,04 \cdot K^2 - 0,22 \cdot Y \cdot K^2 + 0,23 \cdot Y^2 \cdot K^2$$

та

при  $20 < K < 30$ ;  $0 < Y < 1,0$

$$b_{п.в.} = -27,7 - 189,2 \cdot Y + 214,7 \cdot Y^2 + 2,35 \cdot K + 15,8 \cdot Y \cdot K - 18,0 \cdot Y^2 \cdot K - 0,05 \cdot K^2 - 0,31 \cdot Y \cdot K^2 + 0,36 \cdot Y^2 \cdot K^2$$

де  $K$  і  $Y$  - відповідно кількість карбаміду і уротропіну, %.

Встановлено, що після вимочування криві зміни показників міцності з'єднання в залежності від вмісту карбаміду для різних фіксованих значень уротропіну мають хвилеподібний характер з явно вираженими екстремумами (рис. 2). Це свідчить про те, що максимальна міцність з'єднання досягається лише при певному співвідношенні ПВС, карбаміду і уротропіну, та підтверджує наші теоретичні положення про роль карбаміду і уротропіну як модифікаторів ПВС.

Таблиця 4

Міцність та водостійкість клейового з'єднання в залежності від кількості латексу і загущувача в клейовій композиції

N п/п	Кількість, %		Міцність склеювання, кН/м	
	Загущувач	Латекс	До вимочування	Після вимочування
1.	16	68,9	8,2	2,4
2.	20	59,9	11,7	6,7
3.	25	54,9	12,4	3,8
4.	34	45,9	9,6	3,2

Таблиця 5

Міцність та водостійкість клейового з'єднання в залежності від кількості каоліну в клейовій композиції

N п/п	Кількість компонентів, %			Міцність склеювання, кН/м	
	Загущувач	Каолін	Латекс	До вимочування	Після вимочування
1.	20	12	67,85	6,1	4,8
2.		18	61,85	10,5	5,9
3.		20	59,85	11,0	6,7
4.		24	55,85	9,0	3,9
1.	25	12	62,85	7,2	4,1
2.		18	56,85	12,7	3,8
3.		20	54,85	12,4	3,8
4.		24	50,85	9,7	3,2

Визначивши оптимальний склад загущувача, зроблено корегування кількісного співвідношення компонентів клейової композиції та досліджено вплив їх вмісту на міцність і водостійкість клейового з'єднання. Для цього проведено дослідження із поступовою зміною вмісту кожного з компонентів клейової композиції при фіксованих значеннях решти. Знайдено, що кількість загущувача, латексу та каоліну в клейовій композиції (табл. 4, 5) впливає на міцність і водостійкість клейового з'єднання, а вміст поверхнево-активної речовини (ПАР) - на довговічність клею (табл. 6). Як поверхнево-активну речовину використовували ОП-10.

Таблиця 6

Вплив ПАР на фізико-механічні характеристики  
клейової композиції (вміст каоліну 20 %)

N п/п	Кількість загущувача, %	Вміст ПАР, %	Життєздатність клею, місяців	Міцність склеювання, кН/м	
				До вимочування	Після вимочування
1.	20	0,10	до 1,5	11,8	6,7
2.		0,15	до 3,0	11,7	6,7
3.		0,20	до 3-4	11,5	6,0
4.		0,30	до 4,0	11,7	5,8
1.	25	0,10	до 1,5	12,1	3,8
2.		0,15	до 3,0	12,3	3,6
3.		0,20	до 3-4	9,7	3,2
4.		0,30	до 4,0	10,7	3,2

На основі одержаних результатів запропоновано склад і розроблено технологію виготовлення модифікованої клейової композиції, яка забезпечує високу механічну міцність (10,6...14,0 кН/м) і водостійкість клейового з'єднання (6,0...6,5 кН/м після 24 годин вимочування). Модифікована клейова композиція містить наступні компоненти: латекс - 59,85...61,85 %; загущувач (до складу якого входить 20 %-тів 20 %-ного водного розчину ПВС, 20,7 % карбаміду, 0,32% уротропіну, і 59,68...58,98 % води) - 20,00 %; поверхнево активна речовина - 0,15 %, каолін - 18,00...20,00%.

Для розробки параметрів технологічного режиму при облицюванні деревини і деревинних матеріалів ДПШІ на основі модифікованої клейової композиції досліджено їх вплив на міцність клейового з'єднання. За змінні факторами при цьому

було прийнято: витрату клею, питомий тиск та тривалість пресування. Дослідження проводились з використанням композиційного тривірневого В-плану другого порядку.

Математичною обробкою даних отримали рівняння регресії у натуральних показниках

$$\text{Гтех} = 3,06 + 0,094 \cdot Q - 84,16 \cdot P - 0,454 \cdot T - 0,00044 \cdot Q^2 + 0,369 \cdot Q \cdot P + 0,0025 \cdot Q \cdot T + 72,22 \cdot P^2 + 0,83 \cdot P \cdot T + 0,0072 \cdot T^2$$

де Q, P, T - відповідно витрата клею, тиск і тривалість пресування.

Встановлено (рис. 3), що залежність міцності клейового з'єднання від витрати клею для різної тривалості пресування має нелінійний характер. Із збільшенням витрати клею від 100 до 160 г/м<sup>2</sup> при будь-якому тиску пресування міцність зростає. Збільшення витрати клею до 220 г/м<sup>2</sup> для тиску пресування 0,04 і 0,10 МПа веде до зменшення міцності. В той же час, як при збільшенні витрати клею до 220 г/м<sup>2</sup> і тиску пресування 0,16 МПа - міцність продовжує зростати, але з меншою інтенсивністю.

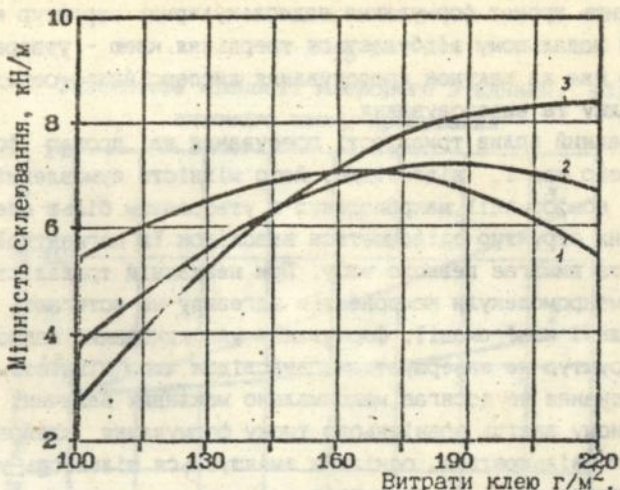
Вказане можна пояснити: тим, що формування поверхневих шарів адгезив-субстрат проходить досить швидко при будь-яких тисках і витратах клею. В той же час формування внутрішніх шарів клейового шва іде значно повільніше і вимагає певного часу - чим більша товщина клейового шва, тим більша тривалість формування його внутрішніх шарів. Тиск прискорює цей процес, сприяючи видаленню води з адгезиву, і збільшує щільність упаковки макромолекул, що приводить до підвищення когезійної міцності клейового з'єднання.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що для досягнення раціональної міцності клейового з'єднання витрата клею повинна бути в межах 160...180 г/м<sup>2</sup>.

Із залежності міцності склеювання від тривалості пресування (рис. 4) випливає, що із збільшенням тривалості і тиску пресування міцність зростає.

Очевидно, значний вплив тривалості пресування на міцність склеювання зумовлений процесом формування клейового шва, тобто поступового переходу клейової композиції в твердий стан. На початковому етапі витримки склеюваних деталей під тиском проходить рівномірний розподіл нанесеного клею по всій поверхні склеювання. При цьому макромолекули високомолекулярних компонентів приймають найбільш енергетично вигідні конформації не лише на поверхні розділу фаз, але і в самому адгезиві, тобто

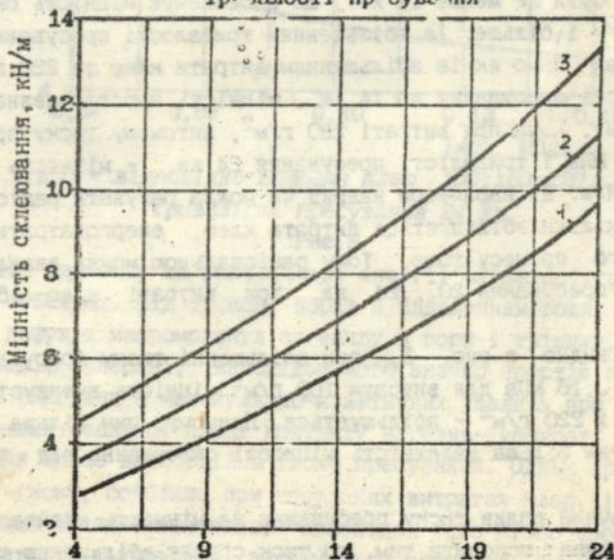
Залежність міцності клейового з'єднання від витрати клею



1, 2, 3 - відповідно тиск пресування 0,04; 0,10; 0,16, МПа.  
Тривалість пресування 14 хв.

Рис. 3

Залежність міцності клейового з'єднання від тривалості пресування



1, 2, 3 - відповідно тиск пресування 0,04; 0,10; 0,16, МПа.  
Витрата клею 220  $g/m^2$

Рис. 4

проходить процес формування надмолекулярних структур клейового шва. В подальшому відбувається твердіння клею - утворення клейового шва за рахунок просочування дисперсійного середовища у підкладку та випаровування.

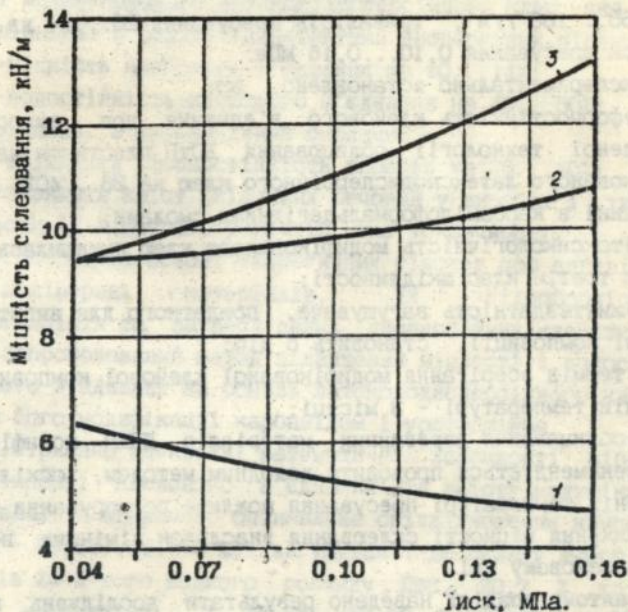
Значний вплив тривалості пресування на процес формування клейового шва і, відповідно, його міцність зумовлений тим, що зміна конформації макромолекул з утворенням більш енергетично вигідних структур здійснюється внаслідок їх сегментної рухливості та вимагає певного часу. При незначній тривалості пресування макромолекули компонентів адгезиву не встигають прийняти оптимальні конформації, формування упорядкованих надмолекулярних структур не завершується, внаслідок чого міцність клейового з'єднання не досягає максимально можливих величин. При передчасному знятті зовнішнього тиску формування клейового шва різко сповільнюється, оскільки зменшується щільність упаковки макромолекул і їх взаємодія.

Із одержаних результатів можна зробити висновок, що раціональна тривалість пресування при витраті клею  $160 \text{ г/м}^2$  повинна бути не менше 14 хв., що забезпечує міцність склеювання  $7 \text{ кН/м}$  і більше. Із збільшенням тривалості пресування до 24 хв., так само як із збільшенням витрати клею до  $220 \text{ г/м}^2$  при тривалості пресування до 14 хв., міцність зростає незначно (до  $8,3 \text{ кН/м}$ ). Хоча при витраті  $220 \text{ г/м}^2$ , питомому тиску пресування  $0,16 \text{ МПа}$  і тривалості пресування 24 хв. - міцність зростає до  $13 \text{ кН/м}$ . Ці параметри навряд чи можна рахувати раціональними, оскільки збільшується витрата клею, енергозатрати технологічного процесу тощо. Тому раціональною можна вважати тривалість пресування 20...24 хв. при витраті клею  $160...180 \text{ г/м}^2$ .

Як видно з рис. 5, при збільшенні тиску пресування від  $0,04$  до  $0,16 \text{ МПа}$  для витрати  $100 \text{ г/м}^2$  міцність зменшується, а для  $160$  і  $220 \text{ г/м}^2$  - збільшується. Причому, чим більша витрата клею, тим більша залежність міцності склеювання від питомого тиску.

Значний вплив тиску пресування на міцність клейового з'єднання можна пояснити тим, що тиск сприяє збільшенню реальної площі контакту клейової композиції із склеюваними поверхнями та збільшенню контакту макромолекул адгезиву як між собою, так і з склеюваною поверхнею. Це веде до зниження потенціальної

Залежність міцності клейового з'єднання від  
питомого тиску пресування



1,2,3 - відповідно витрата клею 100;160;220, г/м<sup>2</sup>  
Тривалість пресування 24 хв.

Рис. 5

енергії адгезиву та поверхневої енергії міжфазної границі адгезив-субстрат. Під тиском, поряд з видаленням води, прискорюється дифузія макромолекул адгезиву в пори і тріщини, що є на склеюваній поверхні, внаслідок чого значно зростає площа контакту. Виходячи з молекулярно-кінетичних уявлень про швидкість збільшення реальної площі контакту адгезив-субстрат склеювана поверхня прямо пропорційна тиску пресування. Однак при надлишковому тиску, особливо при невеликих витратах клею, із адгезиву швидко видаляється вода, внаслідок чого різко зростає його в'язкість і, відповідно, зменшується сегментна рухливість макромолекул, сповільнюється процес формування клейового шва. Тому тиск пресування з одного боку повинен бути достатнім для швидкого формування структури клейового шва, а з другого - не приводити до надмірно швидкого видалення всього дисперсійного середовища.

Таким чином, для облицювання ДСтП ДППП рекомендується використовувати наступні параметри режиму склеювання: витрата клею 160...180 г/м<sup>2</sup>, тривалість пресування 20...24 хв., питомий тиск пресування 0,10...0,16 МПа.

Експериментально встановлено, що:

а) формостійкість клеювого з'єднання при використанні розробленої технології облицювання ДСтП пластиком на основі модифікованого латекснодисперсійного клею на 36...40% вища в порівнянні з карбамідоформальдегідними смолами;

б) токсикологічність модифікованого клею зменшилась з другого на третій клас шкідливості;

в) життєздатність загущувача, придатного для виготовлення клеювої композиції, становить 5 діб;

г) термін зберігання модифікованої клеювої композиції при кімнатній температурі - 3 місяці;

д) облицювання деревинних матеріалів ДППП модифікованим клеєм рекомендується проводити холодним методом, оскільки при підвищеній температурі пресування можливе розшарування пластика і зниження міцності склеювання внаслідок хімічних перетворень у клеювсмусві.

У п'ятому розділі наведено результати досліджень пробних партій модифікованого клею, які були виготовлені у лабораторних і виробничих умовах, регламент його приготування, результати випробувань дослідно-промислової партії клею та їх ефективність.

Встановлено, що модифікована клеюва композиція має добрі адгезійні властивості не тільки при облицюванні ДСтП пластиком, але і при склеюванні масивної деревини та деревинних матеріалів між собою. Для прикладу: міцність клеювого з'єднання при виготовленні паркетної дошки становить 13...14 кН/м, а його водостійкість - 6...6,5 кН/м.

Показано, що експлуатаційні характеристики готових виробів, виготовлених на основі розроблених рекомендацій, перевершують відповідні характеристики аналогічних виробів, виготовлених на основі ПЕАД, а економічний ефект від впровадження цих рекомендацій у виробництво складає 107 грн. на тонну.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Розроблено технологію облицювання деревини та деревинних матеріалів з декоративним паперово-шаруватим пластиком на основі модифікованого латекснодисперсійного клею, яка дозволяє в порівнянні з полівінілацетантими дисперсіями підвищити:

-міцність клейового з'єднання на 10...14%;

-водостійкість клейового з'єднання на 40...50%;

в порівнянні з карбамідними смолами:

-збільшити формостійкість виробів на 36...40%;

-зменшити вміст шкідливих речовин у виробках і тим самим перевести їх з другого у третій клас токсичності.

2. Вперше на основі теоретичних гіпотез про адгезію і когезію полімерних матеріалів, їх гідрофобність і гідрофільність та затвердіння дисперсійних клейових композицій запропонований метод підвищення міцності і водостійкості клейового з'єднання на основі латекснодисперсійного клею ЛДК-1 шляхом його модифікації карбамідом і уротропіном.

3. Отримано адекватні математичні залежності міцності і водостійкості клейового з'єднання від вмісту модифікаторів у загушувачі та визначено оптимальне співвідношення компонентів: латекс - 59,85...61,85 %; загушувач ( до складу якого входить 20 %-тів 20 %-ного водного розчину ПВС, 20,7 % карбаміду, 0,32% уротропіну, і 59,68.. 58,98 % води) - 20,00 %; поверхнево-активна речовина ОП-10 - 0,15 %, каолін - 18,00...20,00%.

4. Встановлено математичні залежності міцності при облицюванні деревинностружкових плит декоративним паперово-шаруватим пластиком від технологічних параметрів режиму склеювання. Розроблено оптимальні параметри технологічного режиму: витрата клею 160...180 г/м<sup>2</sup>; питомий тиск пресування 0,10...0,16 МПа; тривалість пресування 20...24 хв.

5. Запропоновано схему технологічного процесу і розроблено регламенти приготування загушувача та модифікованої клейової композиції у виробничих умовах.

6. Проведено дослідно-промислові випробування розробленої технології облицювання деревини та деревинних матеріалів з ДПШП на основі модифікованого латекснодисперсійного клею у виробничих умовах. Економічний ефект від впровадження цієї технології у виробничому об'єднанні АТ "Електрон" склав 107 грн.

на тонну.

Основні положення дисертації опубліковані в таких роботах.

1. Кшивецький Б.Я., Заяць І.М. До питання впливу карбаміду і уротропіну в клейовій композиції на вологостійкість клейового з'єднання. Науковий вісник, випуск 2, Львів, УкрДЛТУ, 1994, с. 77. Автором досліджено вплив карбаміду і уротропіну на міцність і водостійкість клейового з'єднання.

2. Заяць І.М., Кшивецький Б.Я. До питання вологостійкості клейових з'єднань у виробі в деревині. Лісовий журнал, № 2, 1994. Київ. с. 31. Автором проведена обробка експериментальних даних.

3. Заяць І.М., Гупало О.П., Кшивецький Б.Я. Роль карбаміду і уротропіну як модифікаторів клею ЛДК-1. Науковий вісник. Випуск 3.2, Львів, УкрДЛТУ, 1995, с. 19. Автором експериментально досліджено кількість карбаміду і уротропіну.

4. Заяць І.М., Гупало О.П., Кшивецький Б.Я., Кушпит А.С. Модифіцированный клей для склеивания древесных материалов с декоративным бумажно-слоистым пластиком. XI. Simpozium. Pokroky vo vyrobe a pouziti lepidiel v drevopriemysle (Adhesives in woodworking industry). Zvolen, 6-8. 09. 1995 р. Автором исследованы режимы склеивания.

5. Патент N 93007089 Клейова композиція. Заяць І.М., Кшивецький Б...., Кушпит А.С. Автором проведені дослідження по визначенню складу клейової композиції.

Kshivetsky B. Ya. Increase of physical-mechanical properties of a glue joint during facing wooden materials with decorative paper-laminated plastics.

Thesis for a Candidate of Technical Sciences degree, speciality 05.05.07 - machines and technology of a forest-production complex, Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology, Lviv, 1997. Manuscript.

#### Resume

Technology of glueing together wooden materials with decorative paper-laminated plastics on the basis of latex-dispersed glue has been worked out, which permits to increase water-resistance. Shape-endurance of a glue joint is characterized by low toxicity and high exploitation properties

of finished products.

Influence of components of glue on physical-mechanical properties of a glue joint has been studied and its optimum compositions has been determined. Studies of regime factor have been carried out and rational values of their parameters ensuring high coefficients of a glue joint strength of decorative paper-laminated plastics with wooden materials have been found.

Кшивецкий Б.Я. Повышение физико-механических свойств клевого соединения при облицовке древесных материалов декоративным бумажно-слоистым пластиком.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.07 - машины и технология лесопромышленного комплекса, Украинский государственный лесотехнический университет, Львов, 1997. Рукопись.

#### Аннотация

Разработана технология облицовки древесных материалов декоративным бумажно-слоистым пластиком модифицированной латекснодисперсной клеевой композицией, которая позволяет повысить прочность, водостойкость, формостойкость клевого соединения, характеризуется низкой токсичностью и высокими эксплуатационными свойствами готовых изделий.

Изучено влияние градиентов клеевой композиции на физико-механические свойства клевого соединения и определен его оптимальный состав. Проведены исследования режимных факторов и найдены рациональные значения их параметров, обеспечивающие высокие показатели прочности и водостойкости клевого соединения декоративного бумажно-слоистого пластика с древесными материалами.

#### Ключові слова:

технологія, склеювання, деревинні матеріали, технологічні параметри режиму склеювання, декоративний паперово-шаруватий пластик, латекснодисперсійний клей, міцність, водостійкість, формостійкість.





AB 37.229