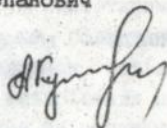


Український державний лісотехнічний університет

На правах рукопису

КУШПІТ

Андрій Степанович



ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СКЛЕВАННЯ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ
З ПОЛІМЕРНИМИ ПЛІВКАМИ

Спеціальність 05.03.01 - процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів - 1996



00739460 (Т)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі

Українського державного лісотехнічного університету

Науковий керівник: - кандидат технічних наук,
доцент І.М. Заяць

•Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,
професор Я.М. Ханік

- кандидат технічних наук
В.М. Григораш

Провідна установа: - Український науково-дослідний
інститут механічної обробки
деревини, м. Київ

Захист відбудеться 18 червня 1996 р. о 10 год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.03.01 в
Українському державному лісотехнічному університеті
(290057, м. Львів, вул. Пушкіна, 103, зал. засідань)

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці
Українського державного лісотехнічного університету
(м. Львів, вул. Пушкіна, 101)

Автореферат розісланий "14" травня 1996 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

ЛННБ ім. В. Стефаніка

АН Укр

В.В. Прокопович

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За останні роки у деревообробній, меблевій промисловості, виробництві корпусів телерадіоапаратури для надання заготовкам з деревиностружкових плит (ДСП) та іншим деревинним матеріалам декоративного вигляду та необхідних експлуатаційних властивостей все більше використовуються полімерні плівки, які замінюють натуральний шпон, синтетичні матеріали на основі просоченого смолами паперу тощо.

Дослідження по підбору клеїв і розробці режимів склеювання для облицювання заготовок натуральним та синтетичним шпоном проведені досить широко. Що стосується облицювання заготовок полімерними плівками, зокрема декоративними полівінілхлоридними (ПВХ) плівками, то тут має місце ряд невирішених проблем. Тонкі ПВХ плівки недоцільно приклеювати клеями на органічних розчинниках, тому що покриття деформується і втрачає декоративний вид. Вітчизняні клеї на водній основі для приклеювання вищевказаних матеріалів не випускаються. Разом з тим ПВХ плівки мають переваги у порівнянні з іншими матеріалами аналогічного призначення:

- високу стійкість проти механічної дії (стирання);
- стійкість проти дії різних хімічних реагентів;
- можливість імітування текстури деревини різних порід, в тому числі в нанесених порах;
- застосування плівок виключає необхідність проведення наступної операції опорядження.

У світовій практиці для облицювання деревини і деревинних матеріалів ПВХ плівками використовують модифіковані воднодисперсійні клеї на основі полімерів і сополімерів вінілацетату (фірми "Йоват", "Кляйхемі", "Ізар-Раколь-Хемі" та інші), які забезпечують якісне склеювання. В Україні такі матеріали для клейових композицій промисловість не випускаються. Підприємства для склеювання ПВХ плівок з деревинними матеріалами використовують клеї варубіжного виробництва типу "Ракол" та "Тівокол". Тому розробка клейової композиції, яка б відповідала сучасним вимогам, та визначення оптимальних режимів склеювання деревинних матеріалів з ПВХ плівками є актуальною.

Дослідження проводились в рамках основних напрямків наукової діяльності Українського державного лісотехнічного університету. Робота виконувалась згідно Постанови Ради Міністрів СРСР від 26.12.85 № 1319-375 (ГД 37-67-86), державної науково-технічної

програми "Ліс" та перспективного плану науково-дослідних робіт УкрДЛТУ.

Мета роботи. Метою дисертаційної роботи є створення клейової композиції для склеювання деревини та деревинних матеріалів в ПЕХ плівкою і розробка раціональних режимів склеювання.

Наукова новизна роботи. Теоретично обгрунтовано вибір компонентів, які забезпечують найкращі адгезійні та когезійні властивості латексно-дисперсійної клейової композиції та добре сумісні між собою.

Отримано математичні залежності, що адекватно описують вплив складових клейової композиції та режимів склеювання на показники міцності з'єднання. Обгрунтовано параметри режиму склеювання та визначено їх раціональні значення.

Методи досліджень. Об'єктом досліджень в роботі були клейові композиції, що виготовлювались на основі воднодисперсних систем (латексів). Експериментальні дослідження проводились з використанням основних положень теорії планування експерименту та обробки експериментальних даних, регресійного аналізу і оптимізації.

Практична значимість роботи. На основі вітчизняних компонентів створено нову латексно-дисперсійну клейову композицію, яка забезпечує склеювання деревинних матеріалів з полімерними плівками. Вона замінює імпортні клеї типу "Ракол" та "Тівокол", які використовуються підприємствами деревообробної промисловості для приклеювання ПЕХ плівок до деревинної основи. Визначено раціональні режими склеювання ПЕХ плівки з деревинними матеріалами.

Результати досліджень покладені в основу технології виготовлення латексно-дисперсійного клею ЛДК-1, завдань на проектування дільниць з випуску клею та розробки технічних умов ТУ 13 УРСР-12-90.

За матеріалами роботи отримано два авторських свідоцтва на винаходи.

Ступінь обгрунтування і вірогідність наукових положень. Експериментальні дослідження проводились із використанням основних положень теорії математичного планування та обробки експериментальних даних, регресійного аналізу.

Обгрунтованість і достовірність результатів підтверджується лабораторними дослідженнями та практичною перевіркою в промислових умовах.

Основні положення роботи, що виносяться на захист:

- методика вибору та обґрунтування інградієнтів для клейової композиції;
- результати дослідження впливу вмісту компонентів клейової композиції на міцність склеювання і визначення її раціонального складу;
- математичні залежності, що характеризують вплив складових частин клейової композиції і технологічних режимів на показники міцності склеювання;
- результати оптимізації режимів склеювання;
- результати дослідження міцності склеювання від товщини клейового шару;
- результати випробування у виробничих умовах та налагодження промислового виробництва клейової композиції.

Реалізація результатів роботи. Результати експериментальних досліджень підтверджуються практичною перевіркою при налагодженні промислового виробництва клейової композиції на Вигодському ЛДС (Івано-Франківська обл.), ВО "Горизонт" (м.Мінськ), заводі телевізійних вузлів "Електрон" (м.Львів) та відпрацюванні параметрів технологічного процесу облицювання ПВХ плівками шитових деталей на ВО "Горизонт" (м. Мінськ), ЗТВ "Електрон" (м.Львів), ВО "Комета" (м.Новосибірськ), київському заводі "Маяк", ВО "Екран" (м.Самара) та інших підприємствах.

Фактичний економічний ефект від використання розробки склав 621 крб. на тону клею (в цінах 1989 р.)

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідались на XI(1993 р.) та XII (1995 р.) міжнародних симпозиумах "Використання клеїв у деревообробній промисловості" (Технічний університет, Зволєн); XLI (1988 р.) та XII II (1989 р.) науково-технічних конференцій: за підсумками науково-дослідних робіт ЛЛТІ; республіканській науково-технічній конференції "Розвиток лісового господарства в західних областях УРСР за роки Радянської влади" (13-15 червня 1989 р., ЛЛТІ); республіканській науково-технічній конференції "Взаємодія науки і виробництва в лісопромисловому комплексі" ЛЛТІ, 1991 р.); XVIII республіканській конференції "Науково-технічний прогрес в лісовій та деревообробній промисловості (11-13 червня 1991р. Київ, УкрНЕДО).

Дисертаційна робота доповідалась, обговорювалась та була схвалена на розширеному засіданні кафедри технології виробів з

деревини УкрДЛТУ.

Публікації. За основними матеріалами роботи опубліковано 6 друкованих праць та отримано 2 авторських свідоцтва на винаходи.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів основного тексту, загальних висновків, переліку використаної літератури, який включає 85 найменувань, 3 додатків. Основний матеріал викладений на 117 сторінках машинописного тексту, містить 8 таблиць і 22 рисунки. Загальний обсяг роботи 160 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми, вказана мета і основні напрямки досліджень, викладені основні положення і результати, що високсяться на заміст, наукова новизна і значимість роботи.

Перший розділ присвячений огляду стану питання і постановці задачі досліджень. У промисловості для облицювання деревини та деревинних матеріалів застосовують полімерні плівки на основі полівінілхлоридних смол. Довговічність, стійкість до різних впливів і гігієнічність цих плівок надають їм деяку перевагу перед іншими матеріалами аналогічного призначення, що дозволяє використати не анізовані лінії каширування, виключивши з процесу трудомісткі операції опорядження, забезпечити високу продуктивність і належну якість виробів.

Для облицювання деревинних матеріалів ПЕХ плівками ряд галузей промисловості використовують імпортні воднодисперсійні клеї, основу яких, як правило, складають сополімери вінілацетату і етилену. Досить відзначити, що на території України такі сополімери не виробляються.

З великого асортименту клеїв для склеювання ПЕХ плівок з деревинною підкладкою, випускається тільки клей АДМ-К (на основі акрилатних сополімерів, московський завод "Стройпластмасс"), але міцність склеювання таким клеєм не відповідає галузевим вимогам. Розроблена у 70-х роках клейова композиція ГИПК-141 (основа - сополімерна емульсія С-135), яка є придатна для приклеювання ПЕХ плівки, не виготовляється.

Останнім часом розширилась тенденція використання, як основи для клеїв, каучукових латексів, з яких найбільш доступні є латекси бутадієнітрильних каучуків. На основі проведеного аналізу

зроблені висновки та поставлена відповідна мета досліджень.

Метою роботи є створення клейової композиції на основі воднодисперсійного полімеру, обґрунтування вибору інгредієнтів з точки зору адгезивних властивостей до склеюваних поверхонь і сумісності компонентів та визначення раціональних режимів склеювання ПВХ плівки з деревинними матеріалами. Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

-проаналізувати властивості матеріалів, що випускаються вітчизняною промисловістю, і приділити увагу тим, які можуть бути придатні для виготовлення клейової композиції;

-обґрунтувати вибір основи та інших компонентів клейової композиції, базуючись на гіпотезах адгезії та когезії;

-дослідити вплив кожного з підібраних компонентів на показники міцності склеювання і визначити раціональний склад клейової композиції;

-дослідити вплив режимних параметрів на показники міцності і оптимізувати їх;

-виготовити пробні партії клею і провести їх виробничі випробування.

У другому розділі теоретично обґрунтовано на основі положень теорії адгезії та когезії вибір компонентів клейової композиції, які в поєднанні забезпечують високу адгезію до поверхні склеюваної плівки і утворюють міцне клейове з'єднання.

Для різних матеріалів адгезія між субстратом і адгезивом залежить від їх природи і умов утворення з'єднання. В оптимальному випадку сили адгезії складатимуться з сил міжмолекулярної взаємодії, хімічних зв'язків, що утворилися, механічного зчеплення. Значний вплив на адгезійну міцність вносять наявні функціональні групи полімеру: чим вища енергія когезії функціональних груп, тим вища адгезійна міцність. Для кожної полімерної системи оптимальний склад функціональних груп різний і визначається експериментальним шляхом. Для полімерної системи ці сили можуть бути чисельно оцінені за енергією когезії груп полімеру. Механічна міцність полімерних матеріалів, як правило, добре корелює з енергією когезії взаємодіючих груп. Сумісність полімерів, тобто здатність утворювати гомогенну термодинамічну систему, характеризується параметром розчинності. На основі сказаного обґрунтовано вибір основи клею. Це є бутадієннітрильний латекс БНК-302, який за своєю полярністю добре узгоджується з

структурою ПВХ плівки і забезпечує високу адгезію до неї. Доведено, що для підвищення показників когезії і в'язкості основи клею найкращим загущувачем служить полівініловий спирт (ПВС), який добре суміщується з латексом БНК-302 і в поєднанні з ним забезпечує композиції потрібні адгезійні та когезійні властивості.

Доведено доцільність використання як наповнювача каоліну, який добре розподіляється між дисперсними частинками латексу, збільшує сухий залишок клею. Введення даного наповнювача не порушує рН воднодисперсної системи і він добре сумісний з компонентами клею.

При введенні наповнювача (каоліну), який є активним сорбентом відбувається поглинання частини наявного стабілізатора латексу, що погіршує стійкість останнього. Для надання клейовій композиції стійкості при виготовленні і зберіганні необхідне додаткове введення поверхнево-активних речовин (ПАР). Явище стабілізації оснований на підвищенні концентрації адсорбованих молекул емульгатора на одиницю поверхні диспергованих частинок полімерної основи клею. Показано, що для латексу БНК-302 (який має у своєму складі аніоно-активний емульгатор) додаткову стабілізацію найбільш доцільно проводити з використанням ПАР нейногенного типу, зокрема ОП-7. Емульгатор ОП-7 добре суміщається з компонентами клею, не призводить до сильного піноутворення під час виготовлення клейової композиції.

При формуванні клейового з'єднання створеною клейовою композицією, тобто при твердінні клейового шва, останній дає усадку. Адгезійні зв'язки, що утворюються між клейовим шаром і з'єднуваними матеріалами перешкоджають вільній усадці, тому закономірно виникнення напружень. Ряд дослідників, зокрема А.В.Зінін та В.І.Малихін, зауважили формування структури адгезиву у вигляді відповідних зон. Утворені надмолекулярні структури (глобули) стають центрами усадки клею. Напруження усадки може бути визначено через дві його складові - нормальну і дотичну. Тоді несуча здатність клейового з'єднання за дотичними напруженнями $Q_{\text{д}}$ в загальному вигляді запишеться:

$$Q_{\text{д}} = \int_{f_{\text{д}}} (\tau_{\text{адг}} - \tau) dF_{\text{ск}} - P_{\text{адг}} = \int_{f_{\text{д}}} \tau \cdot dF_{\text{ск}} \quad (1)$$

де $\tau_{\text{адг}}$ - дотичні напруження адгезії; $F_{\text{ск}}$ - площа зони склеювання; $f_{\text{д}}$ - площа зони усадки; $P_{\text{адг}}$ - зусилля адгезії; τ - дотичні напруження.

Із схеми розподілу напружень (рис.1) в клейовому шві дотичні напруження визначаються за виразом:

$$\tau = \frac{2P \cdot h}{\sqrt{4r^2 + h^2}} \quad (2)$$

Тоді для 1/4 площі зони усадки:

$$Q_{\text{н}}^{(1/4)} = \int_{r_{\text{ус}}/4}^{\pi/2} \tau \cdot dF_{\text{ск}} = 2 \cdot P \cdot h \int_{r_{\text{ус}}/4}^{\pi/2} \int_0^{r_{\text{у}}} \frac{r \cdot dr \cdot d\beta}{\sqrt{4r^2 + h^2}} \quad (3)$$

де h - товщина клейового шва; r - радіус зони усадки; $r_{\text{у}}$ - радіус зони усадки по координаті Y ; P - напруження усадки клею; β - кут між розрахунковою точкою і координатою X .

Якщо радіус зони усадки прийняти у вигляді кола з радіусом $r_{\text{у}}$, то на межі згаданої зони діючі дотичні τ напруження будуть рівні дотичним напруженням адгезії $\tau_{\text{адг}}$. Тобто $r=r_{\text{у}}$ і $\tau=\tau_{\text{адг}}$.

Після підстановки значень та інтегрування по β та r для площі однієї зони усадки:

$$Q_{\text{н}} = \frac{\pi \cdot P^2 \cdot h^2}{2 \cdot \tau_{\text{адг}}} \quad (4)$$

Для встановлення несучої здатності при відшаруванні всього з'єднання необхідно просумувати несучі здатності $Q_{\text{н}}$ всіх утворених зон усадки, число n яких по ширині з'єднання $V_{\text{ск}}$ становить:

$$n = V_{\text{ск}} / 2r_{\text{ус}} \quad (5)$$

З досліджень, описаних в роботах А.В.Зініна, відношення між напруженнями усадки P та дотичними напруженнями $\tau_{\text{адг}}$ може становити:

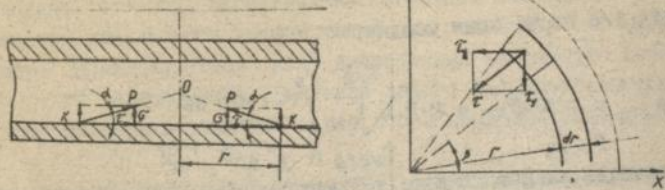
$$\frac{P}{\tau_{\text{адг}}} = \sqrt{\left(\frac{h}{2 \cdot r_{\text{ус}}}\right)^2 + 1} \approx 1 \dots 1,05 \quad (6)$$

Звідки $r_{\text{ус}} = h/0,10$, а число зон усадки по ширині клейового з'єднання буде становити:

$$n = 0,05 \cdot V_{\text{ск}}/h \quad (7)$$

Отже, ви одячи з формули (8) несучу здатність клейового з'єднання можливо оцінити за товщиною клейового шару h , напруженнями P та $\tau_{\text{адг}}$.

$$Q_{\text{сум}} = \frac{\pi \cdot P^2 \cdot h^2}{2 \cdot \tau_{\text{адг}}} \cdot n \quad (8)$$



а) Схема розподілу напружень в клейовому шві б) Складові дотичних напружень в клейовому шві

Рис.1. Розподіл напружень в клейовому шві

У третьому розділі визначено напрями і методику експериментальних досліджень при створенні клею і дослідженні режимів склеювання деревинних матеріалів з ПВХ плівкою, показано основні методологічні положення проведення експерименту та регресійного аналізу, об. рунтовано вибір використовуваних матеріалів.

Визначено інтервали зміни вмісту кожного компонента клейової композиції та технологічних параметрів склеювання для дослідження їх впливу на міцність. Встановлено оптимальну концентрацію робочого розчину загущувача.

Подано методику проведення експериментальних досліджень, які проводились у два етапи. На першому етапі вивчався вплив компонентів клейової композиції на показники міцності склеювання за допомогою однофакторного експерименту. На другому - вплив параметрів режиму склеювання на міцність з використанням В-плану другого порядку з повним факторним планом в ортогональній частині.

В якості підкладки використовували, в основному, березову фанеру марки ФК, сорту А/АВ і для порівняння деревностружкову плиту марки ПСТ. Як облицювальний матеріал у всіх випадках використовувалась ПВХ плівка марки ПДО 250-150 ДГТ.

Дослідження впливу умов експлуатації на клейове з'єднання та міцність склеювання проводились в центральній заводській лабораторії Львівського акціонерного товариства "Електрон" у

відповідності з ГОСТ 11478-83.

Визначення міцності склеювання при відшаруванні ПЕХ плівки від деревинної основи під кутом 180° проводилось за методикою ГОСТ 411-79 на розривній машині типу РМІ-60 з шкалою 0...30 кг, ціна поділки 0,1 кг. Дослідження на міцність склеювання при вивченні впливу компонентів проводились після 3, 10 та 24 год, а при вивченні режимів склеювання після 24 год технологічної витримки.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень.

Вплив складових компонентів на показники міцності. Зміна міцності склеювання від вмісту загущувача в композиції наведена на рис.2. Рівняння регресії, які відображають вплив загущувача на міцність склеювання при 3, 10, та 24 годинах технологічної витримки відповідно мають вигляд:

$$\delta_{с-3} = -0,966 + 0,381C - 0,017C^2 + 0,0001C^3 \quad (9)$$

$$\delta_{с-10} = -1,385 + 0,586C - 0,032C^2 + 0,0005C^3 \quad (10)$$

$$\delta_{с-24} = -0,488 + 0,445C - 0,023C^2 + 0,0003C^3 \quad (11)$$

і вказують на параболічний характер кривої.

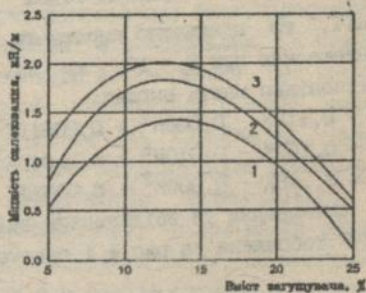


Рис.2. Залежність міцності склеювання від вмісту 30%-го водного розчину ПВС для різного часу технологічної витримки: 1-3 год.; 2-10 год.; 3-24 год.; ПАР-0,4%; наповнювач-10%.

Збільшення вмісту ПВС до певної величини супроводжується ростом міцності, оскільки ПВС має високі адгезійні властивості до деревини. Але надмірне збільшення ПВС в композиції призводить до поступового зменшення основного компонента клею, яким є латекс. Разом з тим латекс відіграє ведучу роль в наданні композиції адгезійних властивостей по відношенню до ПЕХ плівки і, як результат, наявність в клею більше 16% загущувача призводить до різкого падіння міцності склеювання. Отже раціональний вміст загущувача в

композиції знаходиться в межах 14,5...16,0%.

Із збільшенням вмісту каоліну (рис.3) міцність склеювання поступово зростає до певної величини і в подальшому зменшується. Ріст міцності пояснюється збільшенням сухого залишку композиції, а падіння обумовлене погіршенням адгезійних та когезійних властивостей клею. Рациональний вміст каоліну в композиції знаходиться в межах від 8 до 12%.

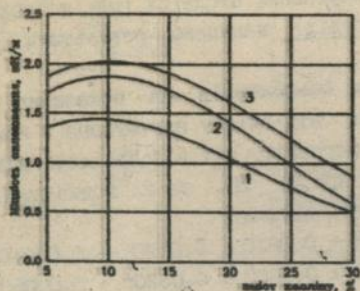


Рис.3. Залежність міцності склеювання при відшаруванні від вмісту каоліну для рівного часу технологічної витримки: 1-3 год.; 2-10 год.; 3-24 год.; ПАР-0,4%; загущувач-14,5%

Рівняння регресії, що адекватно виражають вплив вмісту каоліну на міцність склеювання при 3, 10, та 24 годинах технологічної витримки відповідно мають вигляд:

$$\delta_{к-3} = 0,968 + 0,112K - 0,008K^2 + 0,00012K^3 \quad (12)$$

$$\delta_{к-10} = 1,111 + 0,167K - 0,010K^2 + 0,00015K^3 \quad (13)$$

$$\delta_{к-24} = 1,344 + 0,148K - 0,009K^2 + 0,0001K^3 \quad (14)$$

Зміна міцності склеювання із збільшенням вмісту поверхнево-активної речовини ОП-7 зображена на рис.4 і описується рівняннями регресії:

$$\delta_{е-3} = 1,603 + 0,069E - 0,564E^2 + 0,133E^3 \quad (15)$$

$$\delta_{е-10} = 1,702 + 0,722E - 1,059E^2 + 0,255E^3 \quad (16)$$

$$\delta_{е-24} = 2,055 + 0,787E - 1,148E^2 + 0,299E^3 \quad (17)$$

Встановлено, що при концентраціях ОП-7 в межах від 0,2 до 0,6% має місце добра сумісність нейногенного емульгатора і полімеру латексу - основного компоненту композиції. При цьому проходить заміщення емульгатора на субстраті на полімер шляхом обмінної адсорбції, що сприяє досягненню максимального значення міцності і стабільності системи. При більшій концентрації емульгатора від вказаного такого явища не відбувається.

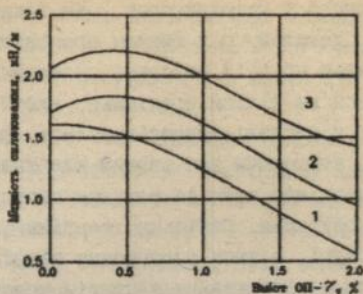


Рис. 4. Залежність міцності склеювання при відшаруванні від вмісту поверхнево-активної речовини ОП-7 для різного часу технологічної витримки: 1-3 год.; 2-10 год.; 3-24 год.; наповнювач-10%; загущувач-14,5%.

Дослідження режимів склеювання. Результати досліджень впливу режимів склеювання на показники міцності, що зображені на рис. 5, адекватно описуються рівняннями регресії:

$$B_{\text{тех}} = 0,3818 + 0,0398Q - 11,52P + 0,0552T + 0,0345QP - 0,0003QT + 0,294PT - 0,00016Q^2 + 10,507P^2 - 0,0028T^2 \quad (18)$$

Встановлено, що зі збільшенням витрати клею міцність склеювання, при різному фіксованому тиску пресування, монотонно зростає до певної величини, а в подальшому, в межах проведених експериментів, має тенденцію до зменшення. При цьому чітко проявляється екстремум, який знаходиться в межах витрати клею від 110 до 125 г/м². Спостереження за характером руйнування клейового з'єднання при різних витратах клею показало, що при надмірній товщині клейового шару відрив облицювальної плівки від основи проходить по клейовому шву, а при малих витратах має місце "голове" склеювання. Це вказує на те, що максимальна міцність склеювання досягається при певній оптимальній товщині клейового шва.

Виявлено, що максимальне значення міцності досягається для тиску пресування (P=0,05...0,09 МПа). Це вказує на те, що даний тиск пресування створює найбільш оптимальні умови утворення клейового з'єднання. Таким чином оптимальний тиск пресування повинен знаходитися в межах 0,05...0,87 МПа.

Досліджено, що зі збільшенням часу витримки під тиском міцність знижується. Оптимальний час пресування не повинен перевищувати 5...10 хв. В даному випадку у зміні показників міцності склеювання від часу пресування ведучу роль відіграють умови формування клейового з'єднання, тобто поступовий перехід робочого

ровнину клею з рідкого в твердий стан. На початковому етапі витримки склеюваних деталей під тиском проходить рівномірний розподіл нанесеного клею по всій поверхні склеювання. При цьому клейовий шар формується не тільки зовнішньо, але й внутрішньо, тобто макромолекули клею у вигляді ланцюгів певної форми розміщуються відповідним чином, утворюючи так званий клейовий шар. В подальшому відбувається твердіння клею за рахунок просочування вологи в підкладку та випаровування. Оскільки твердіння клею проходить при поступовій його усадці, а тиск пресування зберігається, то можливе руйнування частини сформованих ланцюгів молекул клею, що призводить до певної втрати міцності склеювання, причому ця втрата міцності поступово зростає зі збільшенням часу пресування.

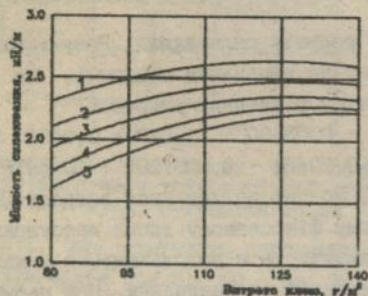


Рис.5. Залежність міцності склеювання від витрати клею при різних значеннях тиску пресування, МПа: 1-0,05; 2-0,087; 3-0,1; 4-0,125; 5-0,20. Час пресування 5 хв.

Вплив умов експлуатації на стабільність показників міцності клейового з'єднання. Випробування проводились згідно ГОСТ 11478-83 на зразках, склеєних з використанням оптимальної рецептури при раціональних режимах склеювання. Встановлено, що при витримці в умовах підвищених температур міцність зростає, низькі (від'ємні) температури практично не впливають на зміну міцності, а підвищена вологість дещо зменшує її.

Вплив товщини клейового шва на показники міцності склеювання. Для визначення товщини клейового шва, при якій забезпечується максимальна міцність склеювання, проведені дослідження для різних витрат клею і постійних (оптимальних) тиску пресування та часі витримки під тиском. Товщина клейового шару визначалась розрахунково за сухим залишком, можливе просочування клею в деревину не враховувалось.

Встановлено, що криві залежності міцності склеювання від

товщини клейового шва мають параболічний характер з явно вираженим екстремумом. Оптимальна товщина клейового шва при склеюванні деревностружкової плити знаходиться в межах 110...120 мкм, а при склеюванні фанери - 130...140 мкм.

Зміщення екстремуму, що виражає максимальну міцність при склеюванні фанери по відношенню до екстремуму при склеюванні деревностружкової плити пояснюється більшою наявністю на поверхні фанери пор і мікротріщин, в які просочується клей. На поверхні деревностружкової плити також мають місце пори, але мікротріщин значно менше. Разом з тим таке зміщення екстремуму для практики є малозначимим.

Крива 3 на рис.6 побудована за формулою (8). Встановлено, що величина напружень $\tau_{адг}$, визначена консольним методом, зі збільшенням товщини клейового шва зменшується і залежність між товщиною клейового шва і напруженнями адгезії виразиться:

$$\tau_{адг} = -1,703h + 0,441 \quad (19)$$

Використавши відношення (8) і результати експериментальних досліджень (формула 19), отримано криву 3 (рис.6), яка за своїм характером наближається до експериментальних кривих 1 та 2 (рис.6). Таким чином, проведені теоретичні дослідження наближено підтверджуються експериментально.

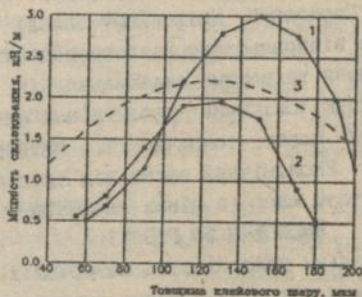


Рис.6. Залежність міцності від товщини клейового шару при облицюванні ПЕХ плівкою: 1 - фанери; 2 - ДСтП; 3 - розрахункова крива

У п'ятому розділі наведено результати оптимізації технологічних параметрів режиму склеювання та впровадження результатів досліджень у виробництво

Оптимізація технологічних параметрів процесу облицювання деревинних матеріалів ПЕХ плівкою. Для встановлення взаємозв'язку

між факторами та вивчення їх впливу на міцність склеювання, проаналізовано область оптимуму отриманого рівняння. Цей аналіз виконано приведенням рівняння до більш простого, канонічного виду.

В результаті перетворень отримано рівняння виду:

$$G_{\text{тех}} = 5,361 - 0,0002798Q^2 + 10,6028739P^2 - 0,0030341T^2 \quad (20)$$

Дане рівняння в канонічній формі для натуральних значень описує досліджуваний процес в залежності від витрати клею Q , тиску пресування P та часу витримки під тиском T .

У рівнянні коефіцієнт при одній змінній (P) протилежний за знаком двом іншим (Q та T), при цьому поверхня відклику, що описує область оптимуму, ілюструється еліптичним параболоїдом, вісь симетрії якого співпадає з лінією оптимуму $G_{\text{тех}}(Q, P, T)$.

Максимальна міцність склеювання при відшаруванні досягається в точці з $G_{\text{тех}} = 2,6 \text{ кН/м}$ при наступних значеннях досліджуваних факторів: витрата клею $Q = 123 \text{ г/м}^2$; питомий тиск пресування $P = 0,05 \text{ МПа}$; $T = 5 \text{ хв}$.

Впровадження результатів досліджень у виробництво. Результати досліджень покладені в основу технології виготовлення водно-дисперсійного клею ЛДК-1, завдань на проектування дільниці з виготовлення клею, які реалізовані на Вигодському ЛХЗ (Івано-Франківська обл.), Львівському ЗТВ "Електрон", Мінському ВО "Горизонт". Широке випробування клею проведено на ЛЗТВ "Електрон", Мінському ВО "Горизонт", Київському заводі "Маяк", ВО "Москомплектмбель", де відпрацьовано кінцеву рецептуру клею, регламенти його приготування та режими склеювання.

Проведеними токсикологічними дослідженнями клейову композицію віднесено до третього класу токсичності. Затверджено технічні умови на клей ЛДК-1. Економічний ефект від впровадження розробки складає 621 крб. на тону клею (в цінах на 1989р.).

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. На основі аналізу властивостей матеріалів, теорії адгезії та когезії і структури матеріалів визначено як основу для клейової композиції, здатної склеювати деревину і деревинні матеріали з ПЕХ плівкою, бутадієнітрильний латекс БНК-302. Встановлено, що загущувач у вигляді 30%-ного водного розчину ПВС забезпечує потрібну в'язкість, високу когезійну міцність клейового з'єднання та достатню адгезію до деревини.

2. Для стабілізації клейової композиції необхідно введення в неї нейногенної поверхнево-активної речовини ОП-7, що забезпечує

стабільність клею при виготовленні, зберіганні та оптимальне протікання процесів твердіння клейового з'єднання. Доведено доцільність використання як наповнювача каоліну, який добре розподіляється між дисперсними частинками полімеру, збільшує сухий залишок клею і не погіршує його клеючих властивостей.

3. Одержано адекватні математичні залежності (7...15), що описують вплив кожного з компонентів клейової композиції на міцність склеювання. Клейова композиція для склеювання ПЕХ плівок з деревинною основою складається з латексу БНК-302 (72,5%...76,0%), 30%-ного водного розчину ПВС (14,5%...16,0%), ПАР нейоногенного типу (0,2%...0,6%), каоліну (8,0%...12,0%). Встановлено вплив складових компонентів клейової композиції на її в'язкість, яка для раціонального складу клею знаходиться в межах 4...6 Па·с.

4. Визначено оптимальні параметри режиму склеювання, які забезпечують найкращі показники міцності клейового з'єднання. При цьому витрата клею повинна знаходитися в межах від 115 до 125 г/м², питомий тиск пресування - 0,05...0,87 МПа і час витримки під тиском - 5...10 хв. Дослідженнями впливу умов експлуатації на стабільність клейового з'єднання встановлено, що підвищені температури позитивно впливають на стабільність клейового з'єднання, від'ємні температури практично не впливають на міцність, а дія високої вологості дещо знижує міцнісні показники.

5. Результати досліджень покладені в основу розробки технічних завдань дільниць виготовлення клею, розробки ТУ 13 УРСР 12-90 "Клейова композиція ЛДК-1". Відпрацьовано регламенти приготування клейової композиції і режимів склеювання в умовах виробництва.

6. Промислове виробництво клею ЛДК-1 і його використання підприємствами для склеювання ПЕХ плівки з деревинними матеріалами показало, що він за своїми показниками знаходиться на рівні світових стандартів, зокрема, клеїв німецького виробництва "Ракол НЕ/Х" і "Тівокол 4360", і замінює їх. Підтверджені економічний ефект від впровадження клею ЛДК-1 у виробництво складає 621 крб. на тону в цінах 1989 р.

Публікації здобувача по темі дисертації

1. Кушніт А.С. Оптимізація режимів склеювання деревинних матеріалів з ПЕХ плівками водно-дисперсним клеєм ЛДК-1. - В кн.: На-

умовий вісник. Збірник науково-технічних праць. Вип.5. - Львів, УкрДЛТУ, 1996. - с.151-154.

2. Zayats I.M., Kushpit A.S., Soroka L.Ya. Adhesives for gluing together wood and polymeric foils. In: Zbornik referatov. XI sympozia. Pokroky vo vyrobe a pouziti lepidel v drevarskom priemysle. VSLD. Zvolen, 1993, s.44-47.

3. Кушпіт А.С. Про вплив товщини клейового шару на міцність склеювання. - УкрДЛТУ. - В кн.: Науковий вісник. Збірник науково-технічних праць. Вип.5. - Львів, УкрДЛТУ, 1996. с. 159-160.

4. Заяць І.М., Кушпіт А.С. З приводу впливу зовнішнього середовища на стабільність показників міцності клейового з'єднання. - Український ліс, 1993, № 2. Львів: УкрДЛТУ, с.35-36.

5. Крамар В.Д., Кушпіт А.С., Євікова Л.М. Клей цільового призначення. // Науковий вісник. Збірник науково-технічних праць. Вип.1. Львів.: УкрДЛТУ, 1994. - с.156-158.

6. Заяц И.М., Крамар В.Д., Паладийчук Г.М., Кушпит А.С. Авторское свидетельство СССР N 1609805. Клеевая композиция. МКИ С09 J 113/02, / (С09 J 113/02, 131:04, 133:10). Заявлено 17.03.90. Опубликовано 30.11.90. Бюл. N 44.

7. Крамар В.Д., Заяц И.М., Кушпит А.С. и др. Авторское свидетельство СССР N 1766936. Клеевая композиция. МКИ С09 J 113/02. Заявлено 20.11.89. Опубликовано 07.10.92. Бюл. N37.

8. Разработка дисперсного клея и технологии приклеивания поливинилхлоридных пленок к древесным материалам. // Львов, ЛЛТИ. - 1988. - 99с. / Шифр 37-67-86, N ГР 0186013161', инв. N 02880063000. Рс діл 2,4.

Kushpit A.S. Intensification process gluing together wood materials with polymeric foils.

Thesis for a candidate of technical sciences degree, speciality 05.03.01 - processes of machine-tools and tools. Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology, Lviv, 1996. Manuscript.

Summary

The methodology selection of basic and components part of water-dispersive glue composition being able to glue wood and wooden materials with polymer films have been examined in the given work. The effect of elaborated glue and gluing regimes have been investigated. The theoretical foundation of glue line

thickness influence on strength indexes have been considered and gluing regimes have been optimised. The technical conditions of glueing have been worked out. Glue production places have been organised and the investigation. Result have been worked out in production conditions.

Кущит А.С. Интенсификация процесса склеивания древесных материалов с полимерными пленками.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - процессы механической обработки, станки и инструменты, Украинский государственный лесотехнический университет, Львов, 1996.

Рукопись.

Аннотация

Рассматривается методология подбора основы и составных частей латексно-дисперсной клеевой композиции, способной склеивать древесину и древесные материалы с полимерными пленками. Исследовано влияние состава разработанного клея и режимов склеивания на прочность. Рассмотрены теоретические предпосылки влияния толщины клевого слоя на показатели прочности, оптимизированы режимы склеивания. Разработаны технические условия на клей. Созданы участки по производству клея, результаты исследований отработаны в условиях промышленного производства.

Ключові слова:

Склеювання, деревинні матеріали, воднодисперсний клей, полімерні плівки.

AB 34.738

Підл. до друку 30.04.96 Формат 60x84/16 Папір 90г/к. Друк офсетний
Умовн.друк.арк. : Обл.вид. : к. Зам. № 183 Тираж 100

Відруковано у виробничо-поліграфічному відділі Льв ЦНІЕІ