

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут деревооброблювальних технологій і дизайну

(повна назва факультету )

Кафедра технології меблів та виробів з деревини

(повна назва кафедри)

**Пояснювальна записка**  
до магістерської роботи

на тему: Дослідження процесу склеювання настільних матеріалів з жорсткими основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі

Виконав: студент  6  курсу, групи ТВД-62М

напряму підготовки

Спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

\_\_\_\_\_ Турчин Вол. Вол.

(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Грицак С.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Львів - 2024

Державний вищий навчальний заклад  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут

Деревооброблювальних технологій і дизайну

Кафедра

Технології меблів та виробів з деревини

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Магістр

Спеціальність

187 «Деревообробні та меблеві технології»

Навчальна програма

«Технології виробів з деревини»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, проф.

Кійко О.А.

“ ” 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Турчин Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Дослідження процесу склеювання настільних матеріалів з жорсткими основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі”

керівник роботи Грицак С.А., к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від “\_11\_”\_07\_2023\_року №\_С-306\_

2. Строк подання студентом роботи 05.01.2023

3. Вихідні дані до роботи Проаналізувати характеристика настільних матеріалів, жорсткі основи та клеї для виготовлення м'яких меблів Розробити методику проведення досліджень. Виконати обробку результатів досліджень. Провести аналіз отриманих результатів. Розробити практичні рекомендації (висновки).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз літературних джерел. 2. Методика проведення досліджень. 3. Побудова, опис та аналіз графічних залежностей. 4. Охорона праці та техніка безпеки.

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

Презентація

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та по- сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 25.06.23 \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз літературних джерел	01.08.23	
2.	Методика проведення досліджень	01.09.23	
3.	Побудова, опис та аналіз графічних залежностей	15.12.23	
4.	Охорона праці та техніка безпеки	30.12.23	
5.	Оформлення записки і презентації	05.01.24	

**Студент**

\_\_\_\_\_ Турчин Вол. Вол  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Грицак С.А.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

# Зміст

<b>Вступ</b> .....	
<b>1. Аналіз літературних джерел</b> .....	
1.1. Загальна характеристика настилових матеріалів.....	
1.1.1. Настілові матеріали рослинного походження.....	
1.1.2. Настілові матеріали тваринного походження.....	
1.1.3. Синтетичні настілові матеріали.....	
1.2. Характеристика жорстких основ.....	
1.3. Загальна характеристика клейових матеріалів.....	
1.3.1. Загальні відомості про клеї.....	
1.3.2. Класифікація клеїв.....	
1.3.3.Характеристика клеїв для приклеювання поролону.....	
<b>2. Методика проведення досліджень</b> .....	
2.1. Обґрунтування напряму досліджень.....	
2.2. Обґрунтування вибору підкладки.....	
2.3 Обґрунтування вибору приклеюваних матеріалів.....	
2.4 Вибір змінних та постійних факторів.....	
2.4.1. Змінні фактори.....	
2.4.2. Постійні фактори.....	
2.4.3. Технологічні параметри процесу склеювання.....	
2.5. Планування досліджень.....	
2. 6. Обладнання для проведення експериментів.....	
2.7. Обробка результатів досліджень.....	
3. Побудова, опис та аналіз графічних залежностей.....	
4. Охорона праці та техніка безпеки.....	
<b>Висновки</b> .....	
<b>Список джерел</b>	

## АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи на тему “Дослідження процесу склеювання настилових матеріалів з жорсткими основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі”

Пояснююча записка складається з таких розділів:

1. Аналіз літературних джерел, де висвітлені такі питання, як: загальна характеристика покривних матеріалів, загальна характеристика настилових матеріалів, аналіз клеїв та жорстких основ.

2. Методика проведення досліджень представляє: обґрунтування напряду дослідження, обґрунтування вибору підкладки, обґрунтування вибору приклеюваних матеріалів, вибір змінних та постійних факторів, технологічні параметри процесу склеювання, планування дослідження, обладнання для проведення експериментів.

3. Обробка та аналіз результатів досліджень включає в себе: обробку попередніх досліджень їх аналіз і висновки.

4. Економічний розділ висвітлює розрахунок вартості матеріальних витрат на 1 м<sup>2</sup> дослідного зразка при витраті клею 92,4 г/м<sup>2</sup>. Згідно цього зроблена порівняльна характеристика досліджуваних клеїв за рівнем матеріальних витрат, за рівнем міцності склеювання, за рівнем продуктивності зміни.

5. *Розділ з охорони праці* включає в себе аналіз умов праці на ділянці склеювання настилового матеріалу з жорсткою основою та її вплив на довкілля, загальна характеристика умов праці на ділянці склеювання, захист стічних вод і земельних ресурсів від забруднення відходами клейових матеріалів, а також організацію при виконанні роботи на розривній машині типу РМІ-60.

На основі результатів експериментальних досліджень, їх обробки та аналізу зроблено висновки, щодо міцності на нерівномірний розрив клейового з'єднання настилових матеріалів до жорстких основ.

А також приведений висновок і список використаних джерел.

## Вступ

Розвиток матеріальної культури людського суспільства на всіх етапах його історії тісно пов'язаний з використанням деревини у побуті, будівництві та мистецтві. З розвитком людства постійно вдосконалюються способи виготовлення виробів з деревини. Вдосконалення цих способів розвивалося від примітивних виробів, через столлярне ремесло до сучасних автоматизованих виробничих процесів виготовлення складних, високохудожніх виробів з використанням науково - обґрунтованих і прогресивних способів безвідходної технології комплексної переробки деревини. Перед деревообробною промисловістю поставлені завдання вдосконалення підвищення ефективності і якості продукції.

На сьогоднішній день світ все більше обирає напрям на екологізацію у промисловому виробництві товарів для повсякденного вжитку і різних видів експлуатації. Такий напрямок не оминув деревообробну галузь, яка займається виготовленням м'яких меблів та інших виробів із деревини.

Відомо, що для виготовлення м'яких меблів з метою підвищення терміну їх експлуатації, для склеювання настільних матеріалів з жорсткими основами, використовуються різного роду клейові матеріали. Серед відомих клейових матеріалів для забезпечення міцності клейового з'єднання найбільш поширені каучукові клеї.

Дані клейові матеріали використовуються при склеюванні жорстких основ з настільним матеріалом, негативно впливають на навколишнє середовище при утилізації. Проте, без них обійтися не можливо, адже вони використовуються практично на початковій стадії виробництва м'яких меблів. Важливість операції полягає у здатності підвищити експлуатаційні властивості, фізико-механічні параметри які підвищуються після даної операції.

Клеї на основі поліуретанів також не можна вважати екологічно безпечними. В 90-х роках почали широко використовуватись водорозчинні матеріали. Їх перевагою було те, що у якості розчинника використовувалась вода. Це означало відсутність шкідливих викидів під час створення клейового шва. Використання таких матеріалів не забруднює навколишнє середовище, але вони не є екологічно безпечними, так як великою проблемою є їх утилізація. Оскільки вони добре розчиняються водою, то при утворенні відходів і матеріали можуть просочуватись у ґрунт, проникати у ґрунтові води, що несе додаткове навантаження на довкілля. При їх спалюванні, вони утворюють шкідливі сполуки, які виділяються в атмосферу.

Багато іноземних фірм зосереджують свою діяльність на отриманні матеріалу, використання якого зменшить токсичний вплив на довкілля. Фінляндія, Швеція та інші європейські країни висувають високі вимоги щодо екологізації виробництв, серед яких створення клейових матеріалів. Основними напрямками розвитку сучасної технології склеювання є створення високоякісних клеїв на основі екологічно безпечних матеріалів, при цьому підвищуючи міцність склеювання і зменшуючи витрату клейових матеріалів.

**Актуальність роботи** обумовлена можливістю використовувати для склеювання поролону з жорсткими основами дешеві вітчизняні екологічно безпечні модифіковані клеї на основі ПВА взамін дорогих імпорتنих у виробництві м'яких меблів є актуальною проблемою і вимагає дослідження, яке пропонується провести в даній роботі.

**Мета роботи.** Дослідити фізико-механічні параметри клейового з'єднання настільових матеріалів (поролону) до жорстких основ (ДСП, картону і ДВП).

**Наукова новизна.** Запропоновано використовувати для склеювання поролону з жорсткими основами клеї на основі ПВА шляхом модифікування їх наповнювачем. Одержані залежності міцності приклеювання поролону до жорстких основ від вмісту крейди в ПВА, витрати клею і часу відкритої витримки.

**Предмет дослідження.** Вплив часу відкритої витримки, витрати клею і вмісту наповнювача (мелена крейда) в клею на основі полівінілацетату на міцність клейового з'єднання.

**Вклад в практику.** Запропонований економічний аналіз дозволить виробнику м'яких меблів використовувати для приклеювання поролону до жорстких основ (ДСП, картону чи ДВП) модифікованих наповнювачем (мелена крейда) клеїв на основі полівінілацетату.

**Місце проведення.** Робота виконана на кафедрі технології меблів і виробів з деревини Національного лісотехнічного університету України.

# 1. Аналіз літературних джерел

## 1.1. Загальна характеристика настилових матеріалів

Компактно класифікація настилових матеріалів для виготовлення м'яких меблів може бути представлена у вигляді схеми (рис.1.1)



Рис.1.1. Класифікація настилових матеріалів

### 1.1.1. Настилі матеріали рослинного походження

Основними матеріалами рослинного походження для виготовлення м'яких меблів є наступні [1].

**Бавовна**, що застосовується в матрацах – це відмінні природні терморегулятори, вони володіють оптимальною гігроскопічністю – вбирають надлишок вологи, при цьому не пересушуючи шкіру. **Волокна льону** – справді унікальний матеріал, ще до кінця не розкритий людиною. Природні фенольні сполуки надають льону антибактерійних властивостей( в старовину профілактика та лікування деяких захворювань шкіри здійснювались за допомогою носіння лляного одягу), а шари льону в матрацах мають охолоджуючий ефект (пригадайте, сорочка з льону ніколи не «парить»).

**Кокосове волокно, або кокосова койра** виробляється з горіха кокосової пальми і просочується латексом, не гніє при будь-якій вологості не створює сприятливого се-

редовища для розмноження бактерій, не злежується, не втрачає форму, зберігає свою пружність на протязі довгих років.

**Рослинні волокна з тропічних країн**—*кокосова койра, сизаль, морська трава* та інші, окрім увібраної величезної енергетики тропічного сонця, мають відмінні ортопедичні властивості. Природне протистояння цих волокон до гниття та сучасні технології обробки – кручення, фіксація, просочення латексом та ін., дозволяють створити тверді, пружні та довговічні матеріали.

### 1.1.2. Настилові матеріали тваринного походження

Основними матеріалами тваринного походження для виготовлення м'яких меблів є наступні Основними матеріалами рослинного походження для виготовлення м'яких меблів є наступні [1].

**Вовна** – низькоалергенна і дозволяє відчувати себе тепліше взимку та прохолодніше влітку. Перевагою вовни є антибактерійні властивості. Вовна створює умови, яких бактерії уникають, так як вони не люблять її сухе оточення і запах ланоліну, натуральної хімічної речовини, що є у вовні.

**Кінське волосся** – відмінний пружний гігроскопічний матеріал. Він має здатність вбирати вологу до 80 % від своєї ваги, при цьому майже не змінюючи своїх властивостей.

**Повсть.** Її використовують як матеріал для прокладки між шарами, і просто як м'який шар у матраці. В останньому випадку її основна характеристика - недовговічність.

### 1.1.3. Синтетичні настилові матеріали

В сучасних умовах для виготовлення м'яких меблів в якості настилових матеріалів використовують в основному поролон і натуральна латексна піна [1, 12, 13].

Поролон (наукова назва - м'який пінополіуретан, ППУ) сьогодні широко застосовується в меблевій промисловості для виробництва м'яких меблів, офісних стільців та крісел, у матрацному виробництві, а також в автомобільній, текстильній промисловості та ін. І хоча меблевикам досить часто доводиться працювати з поролоном, ко-мусь, напевне, не зайвим буде інформація, яка дозволить перевірити рівень своїх знань про цей матеріал.

Поролон виготовляють у вигляді блоків або різних форм - так званий формований ППУ, коли піна заливається у спеціальні форми).

Блочний поролон (з наступною порізкою на верстатах контурної різки у вигляді деталей) за своїми фізико-механічними властивостями кращий від своїх формованих аналогів. Окрім цього, деталі з блочного поролону «дихають», а формовані вироби вкриті шаром, який не пропускає повітря. Хоча формовані вироби більш економічні та можуть мати різну стереометрію, в той час як верстати контурної різки не дають можливості вирізати із блочного поролону деталі будь-якої форми.

З точки зору хімічних компонентів, поролон буває на простих та складних поліефірах (поліефір є основним ваговим складником в рецептурі поролону, який визначає його властивості). Поролон на складних поліефірах, в силу особистих властивостей, використовується, в основному, для виробництва фільтрів та вогняного дублювання тканинами та шкірою. Для виробництва м'яких меблів та матраців поролон на складних поліефірах не застосовується, оскільки під дією вологи руйнується.

На сьогодні поролон виробляється періодичним або безперервним способом. Періодичний, або, так званий, «ящиковий» спосіб має п'ятдесятилітню історію і передбачає розлив порцій піни в ящики, бокові стінки яких, після підняття піни (як дріжджового тіста), відкриваються. Отримані у такий спосіб блоки відрізняються один від одного своїми властивостями та мають, порівняно з безперервним способом, гірші якісні показники. «Ящиковий» спосіб, як правило, застосовують там, де не потрібні високі вимоги до якості поролону, та необхідний об'єм поролону може не перевищувати 100 тонн на місяць. Сучасні «ящикові» установки обладнані вакуумними камерами, де отриманий блок поролону знаходиться деякий час після свого формування. Вакуумна камера дозволяє отримати поролон низької щільності (до 20 кг/м<sup>3</sup>) без застосування метиленхлориду, а також поролон стандартної та нижче стандартної щільності. Однак характеристики міцності такого поролону та інші характеристики залишаються невисокими.

Безперервний спосіб виробництва поролону передбачає наявність конвеєра, по якому рухається сформована піна та є можливість отримувати блоки різної довжини (сучасне обладнання дозволяє отримувати блоки довжиною до 60 м). Перехідні процеси спінювання та змішування різних хімічних компонентів при запуску машини впливають на перші приблизно 1,5 м безперервного блоку (так звану пускову частину бло-

ку). Далі на машині спінювання встановлюється стаціонарний режим роботи і продовжується виробництво поролону стабільної якості.

На даний момент розрізняють дві основні технології безперервного спінювання: технологія MAXFOAM, коли піна надходить на конвеєр через так зване «корито» і технологія прямого розливу піни на конвеєр, який рухається. При цьому, в обох технологіях хімічні компоненти можуть подаватися в змішувальну камеру машини спінювання під низьким або високим тиском. При подачі компонентів під високим тиском структура поролону буде більш однорідною. Обидві технології безперервного спінювання мають свої переваги та недоліки. Машини спінювання з технологією MAXFOAM значно дешевші від своїх аналогів і дають змогу отримати, у порівнянні з ними, більш однорідну за щільністю піну (щільність поролону в блоці змінюється відповідно до його висоти в межах до  $1,5 \text{ кг/м}^3$ ).

До недоліків технології MAXFOAM слід віднести неможливість отримання поролону на складних полієфірах та обмежені можливості при виготовленні поролону спеціальних марок та поролону великої щільності (більше  $60 \text{ кг/м}^3$ ). Зовні поролон, виготовлений за технологією MAXFOAM, має більше повітряних включень, ніж поролон, отриманий за технологією розливу піни на конвеєр. Однак ця відмінність не має особливого впливу на якість поролону, який застосовують при виробництві м'яких меблів та матраців. Останнім часом широко використовуються універсальні машини спінювання, які працюють за обома технологіями.

Окремо слід згадати технологію безперервного виробництва поролону VERTIFOAM, за якою конвеєр спрямовано вгору. Перевагою цієї технології є можливість отримання круглого блоку (конвеєр у цьому випадку має форму труби), а недоліками - неможливість отримання довгого блоку, поролону високої щільності і спеціальних марок поролону.

### **Типи поролону [13].**

Є декілька типів поролону, які використовують при виробництві меблів та матраців: стандартні, підвищеної жорсткості та жорсткі, м'які, суперм'які, високоеластичні, спеціальні (негорючі та в'язко-еластичні).

Стандартні марки поролону (ST) виготовляються на базі одного, так званого стандартного (або базового) поліолу та характеризуються залежністю жорсткості від щільності (наприклад, стандартний поролон щільністю  $25 \text{ кг/м}^3$  має жорсткість  $3,4 \text{ кПа}$ , а щільністю  $30 \text{ кг/м}^3$  -  $3,8 \text{ кПа}$ ). Поролон підвищеної жорсткості (EL) або жорст-

кий (HL) вимагає, на відміну від стандартного, використання в рецептурі додаткового поліол-полімеру, який надає поролону потрібної жорсткості. М'які та суперм'які марки поролону (HS) утворюються шляхом використання спеціального поліолу (замість базового) або додаткового до базового, який пом'якшує піну. Вискоеластичні марки поролону (HR), які використовують при виготовленні дорогих комфортних меблів та матраців, виготовляють лише на базі спеціальних поліолів, причому, щоб отримувати широкий спектр високоеластичної піни, потрібна система з двох або трьох поліолів. До складу системи обов'язково має входити спеціальний поліол-полімер та поліол-розріджувач. Високо-еластичний поролон, отриманий на основі одного поліол-полімеру, так само, як і стандартний, характеризується певною залежністю жорсткості поролону від його щільності (наприклад, поролон щільністю  $35 \text{ кг/м}^3$  має жорсткість 3,5 кПа, а щільністю  $40 \text{ кг/м}^3$  - 4 кПа). Вискоеластичний поролон, який отримують шляхом використання лише одного поліол-розбавлювача має низьку жорсткість (наприклад, поролон щільністю  $30 \text{ кг/м}^3$  має жорсткість 1,8 кПа). Блоки, отримані в процесі виробництва високоеластичної піни, (так само, як і формовані вироби) необхідно через добу прокатати на спеціальному верстаті, щоб механічним шляхом відкрити закриті порожнини. Негорючі марки поролону можна отримати, використовуючи в рецептурі такі компоненти як спеціальний порошок (меламін); PHD-поліоли фірми BAYER; спеціальні добавки (антипірени). Кращий результат з точки зору вогнестійкості дає застосування меламіну, але при цьому фізико-механічні властивості такого поролону значно гірші, ніж в інших випадках.

В'язко-еластичні марки поролону останнім часом широко застосовуються в матрацному виробництві. Для їх отримання потрібні не лише спеціальні поліоли, але й спеціальні ізоціанати (ТДІ 65/35 або МДІ).

### **Характеристики та показники якості поролону**

Фізико-механічні властивості поролону відображають наступні його характеристики: щільність; жорсткість; здатність пропускати повітря; розмір порожнин; еластичність; залишкова деформація; стійкість до розриву; відносне видовження. Для високоеластичних пін застосовуються ще два показники: коефіцієнти опору та комфорту.

Щільність та жорсткість визначають марку поролону (наприклад, марка EL2540 означає: тип поролону EL - підвищеної жорсткості, щільність -  $25 \text{ кг/м}^3$ , жорсткість - 4 кПа). Повітропроникність характеризує, наскільки відкриті порожнини поролону (при закритих порожнинах жорсткість піни штучно завищена, оскільки при відкритті поро-

жнин механічним шляхом, наприклад, при посадці на поролон, «штучна» жорсткість пропадає). Надто відкрита піна має тонкі стінки порожнин, що негативно впливає на інші її характеристики (міцність та остаточну деформацію). Розмір порожнин, як і повітропроникність, має непрямий вплив у не дуже вагомий вплив на інші характеристики поролону. Чим більший розмір порожнин поролону, тим він «шорсткіший» на дотик. Інші характеристики поролону можна та необхідно використовувати в якості критеріїв при порівнянні зразків різних виробників піни. Кращим є той зразок поролону, в якого показники еластичності, міцності на розрив, відносного видовження (у високоеластичної піни додатково - коефіцієнти опору та комфорту) вищі, а залишкової деформації - нижчі. При цьому визначальним показником є залишкова деформація, яка характеризується можливістю поролону довгі роки зберігати свою форму.

***Натуральна латексна піна*** – чудова альтернатива поролону, що завдяки своїй особливій пористій структурі володіє хорошою гігроскопічністю та анатомічною м'якою пружністю.

Пінополіуретан, штучний латекс, поролон - м'який наповнювач. Штучний. Відносно недорогий, популярний в економних моделях. Натуральний латекс – ще більш м'який, еластичний наповнювач, більш комфортний. Володіє пружними властивостями, тому що є спіненим каучуком. Виготовляється з соку дерева гевеї. Натуральним є досить відносно - зазвичай, на 20-60%.

Матеріали з ефектом пам'яті [12]. меморіформ (і ще з десятків різних назв) - м'які, в'язкі матеріали нового покоління. Реагують на тиск і тепло і на секунду-іншу "запам'ятовують" форму тіла, такий «пластиліновий» ефект. Покращують комфортність матраца, мають проти пролежневий ефект. Кокос (кокосова койра) - жорсткий натуральний наповнювач. Зазвичай койра просякнута латексом. Койра менш довговічна, ніж, наприклад, поролон або латекс. Не рекомендується людям з великою вагою, тому що може почати кришитися.

## 1.2. Характеристика жорстких основ

Компактно класифікація жорстких основ для виготовлення м'яких меблів може бути представлена у вигляді схеми (рис.1.2)

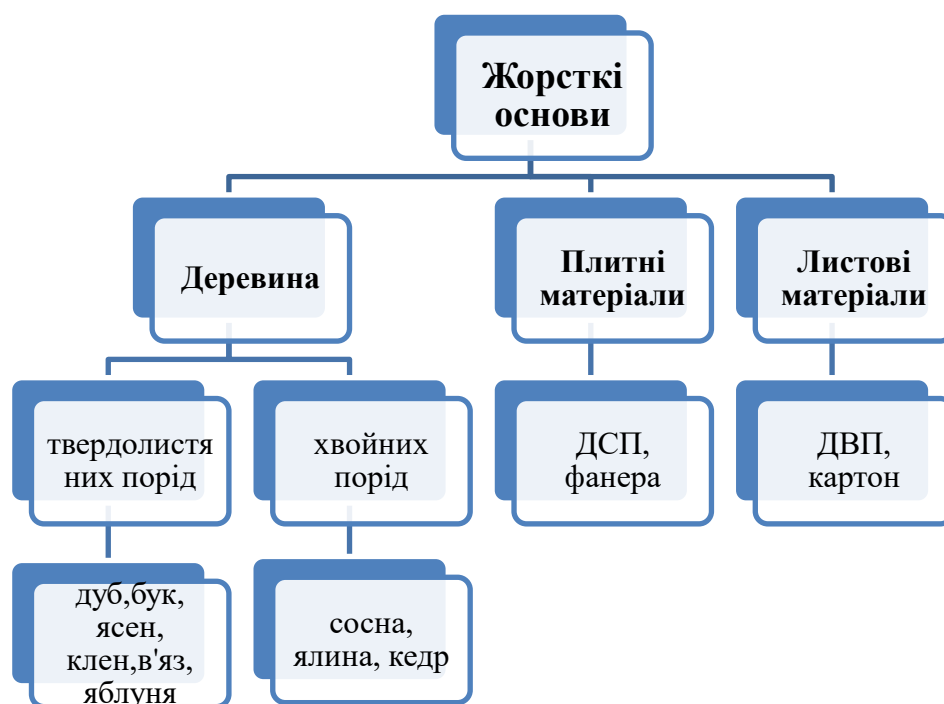


Рис.1.2. Класифікація жорстких основ

Крім натуральної деревини для основи набірних панелей використовуються і різні деревні матеріали, сформовані певним чином з деревних стружок або тирси, - ДСП, ДВП, MDF [1]. При виробництві цих матеріалів, щоб скріпити стружки між собою, збільшити міцність плити, тривалість терміну служби панелей, в стружковій масу додають синтетичні єднальні добавки. Раніше, як правило, застосовувалися формальдегідні смоли й клейові речовини. Але не так давно з'явилася нова технологія, що дозволяє створювати продукти з нульовим вмістом формальдегіду - із застосуванням лігніну (речовини, що входить до складу деревини). Матеріали на основі ДСП, ДВП, фанера, MDF відрізняються один від одного в основному експлуатаційними властивостями. Найбільш поширеним в Україні меблевим матеріалом є деревино-стружкові плити, які виготовляються з відходів лісопиляння, деревообробки і фанерного виробництва. В якості в'язучих речовин використовуються при гарячому пресуванні плит переважно карбамідо-формальдегідні смоли. Виробництво ДСП зародилося в кінці 30-х років минулого століття в Німеччині і Швейцарії - країнах, бідних власними лісовими ресурсами і тому особливо зацікавлених у максимальному використанні деревних відходів. Під загальною назвою ДСП об'єднуються декілька різних типів матеріалів

для виготовлення меблів, одержування подрібненої та склеєної деревини. ДСП дуже стабільне і набагато дешевше за фанеру. Її часто використовують як основу для пластикового ламіната і дерев'яної шпони при виготовленні робочих поверхонь, полиць і дверей шаф. У ДСП є свої переваги:

- ДСП не коробиться;
- не усухає;
- не розбухає при зміні вологості.

Серед недоліків ДСП виділяють велику вагу та схильність прогинатися під навантаженням сильніше, ніж фанера або цільне дерево. Низькоякісна ДСП може розсипатися при прямому контакті з водою, якщо вона не герметизована. Крім того, ДСП легко кришиться і не занадто добре тримає кріпильну арматуру; краще всього використовувати спеціальне кріплення, а не звичайні шурупи, виділяє в навколишнє середовище шкідливі формальдегідні з'єднання.

**Фанера** - матеріал, отриманий склеюванням декількох тонких аркушів деревини (шпони). Деякі виробники меблів для здешевлення замість ДВП зашивають фанерою дно і бічні площини рам і коробок для всіх несучих вузлів. Для виготовлення меблів сьогодні часто використовується фанера, яка складається з тонких шарів деревини, склеєних між собою на зразок сендвіча. У кожному шарі волокна цього матеріалу розташовані перпендикулярно волокнам сусідніх шарів, що дає міцніший і стійкіший до викривлення матеріал, ніж цілісна деревина. Поверхневі шари фанери можуть бути з деревини твердих або м'яких порід, а продають фанеру листами розміром 1,2x2, 4 м В багатьох будівельних магазинах продаються також половини і четвертинки стандартних листів фанери. Товщина фанери зазвичай варіюється від 3,2 до 20 мм. Фанера — стабільний матеріал, який продається у вигляді великих панелей і коштує дешевше, ніж такі ж за величиною панелі з цілісної деревини. Переваги цього матеріалу очевидні - міцність, твердість поверхні - деякі види фанери порівнюють по міцності з металевим покриттям, легкість у використанні (а також легкість ваги), гнучкість, здатність тримати тепло і багато інших. Недоліки тут можна виявити, якщо бакалізовану фанеру застосовувати всередині приміщень. Клей, яким скріплені її шари, містить отруйні речовини. Тому, для обробки внутрішніх приміщень краще використовувати фанеру, яка склеєна карбамідними смолами (так звана фанера ФК).

**Столярна плита** - новий матеріал, який можна обрати в якості основи для шпонування. Столярна плита традиційно вважається одним з найкращих матеріалів для

виготовлення високоякісних меблів та сходів

Це **міцний, легкий та екологічний** матеріал, що поєднує в собі всі переваги масиву зі зручністю плитного формату. **З чого зроблена столярна плита?** Наша столярна плита складається з брусків хвойних порід дерев (товщиною 14 мм), що склеєні між собою, та покриті з обох сторін шаром лущеного шпону дерева Сейба (по 2 мм з кожної сторони).

Складаючись з масиву деревини, столярна плита має саму **високу міцність** серед плитних матеріалів та один із **найнижчих вміст формальдегіду**, що робить її ідеальним матеріалом для тих виробів де важлива стабільність форми та екологічність. Окрім того, висока якість лущеного шпону, яким покрита наша столярна плита дозволяє використовувати її для обробки та лакування навіть **без додаткового шпонування**.

#### **Основні переваги столярної плити:**

- висока міцність на деформацію (на рівні масиву деревини)
- легкість (вага плити формату 2500x1250 мм – всього 21 кг)
- довговічність
- один із найнижчий серед плитних матеріалів вміст формальдегіду
- можливість використання без додаткового личкування

**Переваги деревини як матеріалу.** Мала щільність при відносно високої міцності. Мала теплопровідність. Теплопровідність деревини зростає зі збільшенням щільності і вологості. Добре обробляється різальними інструментами. Можливість склеювання. Зусилля, необхідне для висмикування цвяха, забитого в торець, на 10 - 15% менше зусилля, що додається до цвяха, забитому поперек волокон. Здатність добре забарвлюватися, лакувати, поліруватися, красива текстура (малюнок, що утворюється на поверхні деревини наслідок перерізання анатомічних елементів). Здатність завдяки пружності добре поглинати звуки, що виникають при ударі і вібрації. Звукоізоляційні властивості деревини мають велике значення при використанні як звукоізоляційного будівельного матеріалу, а також для поліпшення акустики громадських будівель. Звукоізолюючі властивості (резонанс). Деревина широко застосовується для виготовлення інструментів. Стійкість до дії розчинів кислот і лугів; у зв'язку з цим деревину хвойних порід застосовують для виготовлення ємностей, труб. Здатність до вигину, що має істотне значення при гнутті деревини. Більш високою здатністю до виги-

ну відрізняється деревина листяних порід. Порівняно велика зносостійкість. Властивості "попереджати" (потріскуванням) при критичних навантаженнях про своє швидке руйнування.

**Недоліки деревини як матеріалу.** Анізотропність, тобто зміна механічних характеристик залежно від породи, місця зростання, зони в поперечному перерізі стовбура (заболонь, ядро, серцевина), напрямку волокон, наявності вад та їх розташування, вологості та інших чинників; це ускладнює відбір матеріалу для відповідальних виробів і споруд. Зміна розмірів і форми в результаті усушки, розбухання, жолоблення, особливо під впливом зміни температури і вологості повітря. Через нерівномірне видалення вологи виникають напруги, які призводять до розтріскування матеріалу. Розтріскування - негативна властивість деревини, але в деяких випадках воно приносить користь, забезпечуючи щільність з'єднання (в ємностях, дерев'яних трубах, судах тощо). При закріпленні розбухають деталей з деревини виникає тиск розбухання в межах 8 - 32 кгс/см<sup>2</sup>. Низький опір розколювання. Однак ця властивість має позитивні значення при заготівлі колотих сортиментів. в несприятливих умовах служби.

Досить часто як тверду основу в місцях, які не зазнають великих навантажень використовують картон [4]. Також його використовують для оформлення криволінійних поверхонь, іноді в кілька шарів.

## 1.3. Загальна характеристика клейових матеріалів

### 1.3.1. Загальні відомості про клеї

Клей — це матеріал для отримання нероз'ємних меблевих з'єднань та для використання в технологічному процесі виготовлення меблів. [2, 3].

Переваги клеєвих з'єднань перед механічним кріпленням деталей [2].:

- конструкція не збільшує вагу;
- навантаження рівномірно розподіляється по всій зоні з'єднання;
- з'єднання не ослаблюється за рахунок виконання отворів під болти, шурупи та ін.;
- в більшості випадків забезпечується міцність та надійність кріплення.

Основні показники, що характеризують якість клеєного з'єднання:

- міцність з'єднання характеризується величиною питомих руйнуючих зусиль при сколюванні вздовж клеєного з'єднання (кгс/см<sup>2</sup>). Найменше значення — 60-80;
- водотривкість визначається міцністю клеєного з'єднання після вимочування або кип'ятіння склеєного зразку. Якщо показник змінився не більше. Ніж на 20%, то клей вважається водотривким. Категорії: високо водотривкі (синтетичні); відносно високо водотривкі (частково синтетичні та природного походження); не водотривкі (рослинного та тваринного походження)
  - життєздатність — властивість клею зберігати рідку текучу консистенцію протягом певного часу;
  - біологічна стійкість — властивість не вражатись бактеріями та грибами;
  - простота застосування та нешкідливість — приготування робочих розчинів клею не повинно бути складним та довготривалим, а пари та розчини повинні бути нешкідливими та хімічно нейтральними;
  - формостійкість — здатність мінімально змінювати свої розміри при випаровуванні води та інших елементів в процесі затвердіння;
  - здатність до обробки в твердому стані — спричиняти якомога менше зношування ріжучого інструменту;
  - дешевизна та доступність.

Клейові матеріали — це в'язкі розчини, які мають клейову здатність. Клейові з'єднання порівняно з іншими (заклепочними, зварювальними та ін.) мають низку переваг: можливість з'єднання різних матеріалів (металів і сплавів, пластмас, скла тощо); стій-

кість до корозії; герметичність з'єднання; можливість з'єднання тонких матеріалів, Основним недоліком клейових з'єднань є їх обмежена теплостійкість (до 350 °С).

До складу клейових матеріалів входять такі компоненти: плівкоутворювальні речовини (основа клею, яка визначає фізико-механічні властивості з'єднання); розчинники (утворюють певну в'язкість клею); пластифікатори (для ліквідації усадочних явищ у плівці і підвищення еластичності); затверджувачі і каталізатори (для переведення плівкоутворювальної речовини у термостабільне з'єднання); наповнювачі (для зменшення усадки клейової плівки і підвищення міцності з'єднання).

Наносяться клеї розпиленням, можливо нанесення вручну. Для розпилення використовують стандартні пістолети з соплом 1,5 мм. Клеї склеюють поролон, пінопласт, настилочні і набивочні матеріали, декоративні тканини з ДВП, ДСтП, картоном. Придатні для склеювання стіропура. Клей підфарбований в червоний колір для контролю ступеня нанесення на склеювані поверхні. Клей наносять на обидві склеювані поверхні і після мінімальної підсушування (відкрите час 30сек - 15хв) з'єднують між собою. Утворюється клейовий шов дуже еластичний.

### 1.3.2. Класифікація клеїв

Клеї класифікують за призначенням (конструкційні — для з'єднання деталей, які сприймають навантаження, і не конструкційні — для з'єднання ненавантажених деталей); за умовами тверднення (холодного і гарячого склеювання); за станом ігри поставчанні (рідинні і порошкові). Найпоширенішими є рідкі клеї.

За походженням клеї поділяють на природні або натуральні (тваринні, рослинні, мінеральні) та синтетичні. В залежності від вихідних матеріалів для виготовлення клеї поділяються [2]:

- Клеї тваринного походження виготовляються з білкових речовин, що знаходиться в з'єднуваних тканинах (хрящі, шкіра, сухожилля), кістках, крові та молоці тварин. Це так звані колагенні (глютинові) клеї: хрящові; кісткові; риб'ячі; казеїнові; альбумінові.

- Клеї рослинного походження отримуються з білку деяких бобових, крохмалю та з рослинних смол.

- Клеї синтетичні отримуються у вигляді розчинів синтетичних (штучних) конденсаційних та полімерних смол. Їх ще називають смоляні штучні клеї

Клеї тваринного та рослинного походження легкі в приготуванні, не шкідливі. Прості в застосуванні (низька температура та тиск), не потребують затверджуючих речовин, дешеві. Але їх слаба біологічна стійкість та низька водотривкість обмежує їх використання.

Клеї тваринного походження за видом білків поділяють на:

- колагенові: мездровий (столярний), кістковий тощо;
- казеїнові: порошкоподібна суміш казеїну (білка знежиреного молока), гашеного вапна, кальцинованої соди тощо;
- альбумінові: порошкоподібна суміш альбуміну (прості білки, що входять до складу крові) та гашеного вапна.

Клеї рослинного походження за видом клеючої речовини поділяють на:

- крохмальні: порошкоподібні суміші крохмалю з хімічними речовинами. Різновидність таких клеїв — на основі декстрину (продукту переробки крохмалю), який розводять холодною водою і він дає більш стійкі з'єднання;
- ефіроцелюлозні: на основі модифікованої целюлози. Представлені у торговій мережі переважно нітроклеями на основі ацетату целюлози, нітроцелюлози, етилцелюлози тощо. Поставляють під торговими назвами: «Кіноклей», «Нітрогліфталевий», «Рапід» тощо.

Клеї мінерального походження являють собою суміші мінеральних речовин ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{VO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  тощо) та рідкого скла (силікати калію і натрію). Відзначаються високою теплостійкістю.

Синтетичні клеї відзначаються високими і дуже високими експлуатаційними показниками (комбінації матеріалів, міцність з'єднання, біологічна стійкість, тощо). Їх виробляють на основі синтетичних смол і канчуків. У торгову мережу переважно надходять [12]:

- на основі термопластичних смол, натуральних або синтетичних канчуків. Найбільш відомі ПВХ, Марс, ПВА, Орион тощо;
- на основі термореактивних смол (фелформальдегідних, епоксидних, ненасичених полієфірів тощо). Найбільш відомі ЕДП, ЕПО, БФ-2, БФ-6 тощо);
- на основі канчуків і гумових сумішей (Бустилат, 88-Н тощо).

### 1.3.3.Характеристика клеїв для приклеювання поролону

Класифікація клеїв для приклеювання поролону приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

**Зведена таблиця клеїв для приклеювання поролону за основами**

На водній основі	На основі каучуку	На основі поліуретанів
<i>Aned Professional P-1 58-60</i> <i>Jowatac 414.10 ; 414.20;</i> <i>471.54</i> Йоваколь 103.05, Йоваколь 130.30 [22]	Anedcoll 34 – 36 [16]; 55 - 60 N [17]; 55 - 60 T [18] Aned Professional P-2 50-55 Bonikol T-701 [15] Denlaks SPG 2077 [14] <i>Емфіколь 5860</i> <i>Herkules</i> Pianoklej, Pianoklej Spray [19] Tapicer Contactcoll Niepalny [20] <i>Jowatac; 456.74; 456.54;</i> <i>456.34</i>	Kleiberit 135.6 [21]

#### **Клей « DENLAKS SPG 2077 » [14]**

Застосування і основні відмінності: ефективно застосовується для склеювання поролону і пінних матеріалів та текстильних виробів. Області застосування: Однокомпонентний синтетичний клей на еластомерній і сілвентній основі. Клей наноситься за допомогою спрея (діаметр сопла - від 1,8 мм, при тиску 3-6 бар) на одну поверхню у вигляді тонкої плівки. Використовуються для склеювання абсорбуючих і не абсорбуючих матеріалів, таких як гнучка поліуретанова губка і подібні матеріали до дерев'яних матеріалів і металів. Клей відрізняє більш хороша термостійкість в порівнянні з подібними.

#### **Клей BONIKOL T – 701(виробник ВОСНЕМ Польща) [15]**

Призначення: Клей BONIKOL T - 701 призначений для застосування в меблевому виробництві, для склеювання всіх пінок, оббивних ват між собою і з деревиною, деревоволокнистих і деревостружкових плитою, картоном і схожими шпалерними матеріалами. Склеює стиропор, ПВХ, руберойд. Характеризується високою адгезією і міцністю при підвищенні температури. Характеристики: Клей BONIKOL T - 701 це роз-

чин стирол - бутанових каучуків і модифікаторів в суміші органічних розчинників. Фізико-хімічні властивості :

В'язкість по стаканчику Форда ф6  $V = 50 \text{ см}^3$  4-6.

В'язкість Brookfield мПас 185,0 +/- 25,0

Кількість сухого залишку , хв. % 39

Докладніше: [http://www.zamki.com.ua/rus/glue/glue\\_bonikol\\_bonikol\\_t\\_701.html](http://www.zamki.com.ua/rus/glue/glue_bonikol_bonikol_t_701.html)

### **Jowatac 471.54 "Йоватак Хай Солід 471.54"**

Клей на базі дисперсії . Одностороннє нанесення , хороша початкова адгезія , практично не володіє залишковою клейкістю , хороша теплостійкість , незначний запах.

Застосовується: для склеювання піноматеріалів , формувальних пінопластів і набивний вати між собою. На деревину , ДВП і Дстп , картон , гумовий волосся та ін Придатний для стіропура .

Основа: Сополімер стиролу . Сухий залишок: 50%. В'язкість : пр. 300 сек .

Відкритий час : 1 - 7 хв одностороннє нанесення , 1 - 30 хв двостороннє .

Спосіб нанесення: пістолета- розпилювача , з напірного бачка або бочкового насоса , або через замкнуту трубопровідну систему. Очищення : Jowat 403.40 . Колір : 0 : світло - коричневий , 4: червоний

### **Jowatac 456.34 " Йоватак 456.34 "**

Стандартний каучуковий клей. М'який клейовий шов.

Застосовується: для склеювання деталей з поролону один з одним , а також з тканиною ,металом , шкірою , деревом , Дстп і ДВП.

Основа: каучук. Сухий залишок : прим . 36%. Відкритий час : 1 - 15 хвилин.

Спосіб нанесення: звичайним стаканчиковим пістолетом на обидві склеювальні сторони.

### **Jowatac 450.24 " Йоватак 450.24 "**

Стандартний каучуковий клей. М'який клейовий шов.

Застосовується: для склеювання деталей з поролону один з одним , а також з тканиною , металом , шкірою , деревом , Дстп і ДВП.

Основа: каучук. Сухий залишок : прим . 37%. Відкритий час : 1 - 15 хвилин.

Спосіб нанесення: звичайним стаканчиковим пістолетом на обидві склеювані сторони.

### **Jowatac 456.54 " Йоватак ХайСолід 456.54 "**

Високоякісний каучуковий клей. Незначна емісія розчинників у навколишнє середовище і невелика витрата . Для одностороннього , двостороннього нанесення , після висихання практично не липне . М'який клейовий шов.

Застосовується: для склеювання деталей з поролону один з одним , а також з тканиною , металом , шкірою , деревом , Дстп і ДВП. Відкритий час : 1 - 15 хв. Сухий залишок : прим . 62%.

Спосіб нанесення: наноситься пістолетом - розпилювачем з подачею тиску на матеріал.

### **Jowatac 456.74 " Йоватак ХайСолід 456.74 "**

Високоякісний каучуковий клей. Незначна емісія розчинників у навколишнє середовище і невелика витрата в порівнянні з Йоватак 456.24 . М'який клейовий шов.

Застосовується: для склеювання деталей з поролону один з одним , а також з тканиною , металом , шкірою , деревом , Дстп і ДВП.

Сухий залишок : прим . 65%.

Відкритий час : і при односторонньому нанесенні 1-8 хв , при двосторонньому нанесенні 1-20 хв .

Спосіб нанесення : зазвичай цей клей наносять тільки на одну склеюється сторону з пістолета – розпилювача з тиском на матеріал. Однак , можна наносити і зі звичайного стаканчикowego пістолета

### **Jowatac 459.14 " Йоватак Супер ХайСолід 459.14 "**

Високоякісний каучуковий клей. Зазвичай цей клей наносять на одну склеюється сторону. Дуже маленька емісія розчинників у навколишнє середовище. М'який клейовий шов. Добре розпорошується пістолетом - розпилювачем з підведенням клею насосом прямо з бочки .

Застосовується: для склеювання деталей з поролону один з одним , а також з тканиною , металом , шкірою , деревом , Дстп і ДВП.

Основа: Каучук . Сухий залишок: 75 %. Спосіб нанесення: пістолетом - розпилювачем.

### **Jowatac 414.10 , 414.20 " Йоватак 414.10 , 414.20 + прискорювач 414.80 "**

Клей на базі дисперсії . Клей наносять на одну або дві склеювані сторони.

М'який клейовий шов , висока теплостійкість . Не потрібно час витримки.

Застосовується: для склеювання піноматеріалів при виготовленні матраців , а також на дерево ,ДВП , гуми , пластику , нетканого матеріалу , різного виду пластмас між собою і на метал.

Основа: Сополімер . Сухий залишок: 55%. В'язкість : пр. 400 сек. Відкритий час : 5-15 хв .

Співвідношення компонентів : 12:1 ( прискорювача Йоватак ® 414.80 ) . Витримка : пр. 2 хв.

Спосіб нанесення : одне і двостороннє нанесення 2 - До пістолетом - розпилювачем , пензлем або шпателем.

Очищення : Jowat 192.40 . Колір : безбарвний . Упаковка: 23 кг , 180 кг

### **Kleiberit 135.6 "Клейберіт 135.6"**

Спеціальний клей для склеювання м'яких меблів. Область застосування: склеювання різних піноматеріалів між собою, а також приклеювання піноматеріалів на деревину і деревні матеріали, картон і GFK, а також текстильні матеріали, нетканих матеріалів, гумових волокон, кокосових матів з піноматеріали. Основа: синтетичний каучук в розчиннику. Колір: червоний. Щільність: близько 1,16 г / куб.см. Консистенція: розпорошується. Час вивітрювання: 20 секунд. Час відкритої витримки: при двосторонньому нанесенні - 20 хвилин, при односторонньому нанесенні - 4 хвилини. До моменту приклеювання клей не повинен давати тягнутися ниток, тільки отліп. В'язкість: близько 300 mPa.s. Витрата: при односторонньому нанесенні близько 60 г / кв.м., При двосторонньому нанесенні близько 30 г / кв.м. на кожен сторону. Клей не можна переробляти при температурі нижче +15 ° С.

### **КЛЕЙ «ЕМФІКОЛЬ 5860»**

#### **ВИКОРИСТАННЯ:**

Клей широко застосовується для склеювання різноманітних поверхонь, таких як: тканина, поролон, алюміній, ABS, плівка ПВХ та ін.

Клей «ЕМФІКОЛЬ 5860» не залишає плям та швидко сохне. Має добру стійкість до води, масел, а також до проникнення пластифікаторів.

Технічні характеристики клею «Емфіколь 5860

Таблиця 1.1.

Тип продукту	на базі нітрильного каучуку розчиненого в органічних розчинниках
колір	світлий
густина при 20°C	0,86 г/см <sup>3</sup>
в'язкість при 20°C	Брукфільд LV - 12 об./хв.: від 800 до 900 мПа.с
сухий залишок	22±3%

## СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ:

Клей можна наносити пензликом, валиком або методом пульверизації.

Очистити, знежирити, висушити поверхні. Клей «ЕМФКОЛЬ 5860» стає сухим на дотик приблизно через 10 хвилин після нанесення.

Клей можна наносити на одну чи обидві поверхні, а саме:

1) нанесення клею на обидві поверхні: нанести клей на одну із поверхонь і зачекати поки він висохне. Нанести клей на другу поверхню і з'єднати ще липкий клей. Такий метод дозволяє досягти відмінних результатів, особливо у випадку пористих чи нерівних поверхонь.;

2) нанесення клею на одну з поверхонь: нанести клей на одну з поверхонь і відразу з'єднати поки клей ще вологий. Цей метод використовується коли одна із поверхонь пориста, що дає можливість випаровуватись сольвентам.

РОЗХІД: 140-250 г/м<sup>2</sup> залежно від типу поверхонь.

ЗБЕРІГАННЯ: 12 місяців в герметично закритих упаковках.

НАПОВНЕННЯ: бідони по 25 кг; бочки по 200 кг.

Клей для склеювання матеріалів типу пінопласту, синтепону, поролону, тканин та інших матеріалів в меблевій промисловості.

Призначення **LB 1071 S** клей на основі розчинника, призначений для склеювання пінопласту, поролону, набивного матеріалу та основи з дерева, металу і пластиків. Може наноситься також і вручну на обидві склеювані поверхні. При підсиханні стає липкий. Область застосування склеювання поролону між собою. Приклеювання м'яких поліуретанових спінених матеріалів до кокосовій стружці (при виробництві матраців), ДСП, ДВП, дереву, металу та ін. матеріалами. Властивості. Компоненти: SBS каучук, синтетична гума в розчині органічних розчинників. Щільність: рідина з низьким ступенем в'язкості, застосована до нанесення пульверизатором. Механізм реакції: відділення від розчинника. Колір: світло жовтий. Розчинники: аліфатичні вуглеводні і кетони. Температурний режим клею: зберігає свої властивості при температурах -20...+60 °C. Температурний режим у готовому виробі: до 95 °C.

Технічні характеристики: Сухий залишок: 41 - 44%. В'язкість: 450 - 550 mPa.s Коefіцієнти визначаються технічними параметрами фабрики - виробника Спосіб застосування Підготовка поверхонь: поверхні повинні бути чистими, сухими і знежиреними. Нанесення: клей наноситься пульверизатором з перетином форсунок 1,5-2 mm. і

тиском 2 atm . , або пензлем на обидві склеювані поверхні Час висихання : у разі нанесення на одну сторону , частини повинні бути з'єднані відразу після нанесення клею , з деяким стисненням частин. При нанесенні клею на обидві склеювані поверхні , частини повинні бути з'єднані і перебувати під невеликим тиском від 30 ' до 60 ' хвилин. Другий метод являє собою більш якісне склеювання , і є кращим, тому що від цього залежить швидкість використання склеєних деталей. Очищення деталей від залишків клею: видаляється за допомогою розчинника ST/184.

Розфасовка: бляшані банки по kg 16 , бочки по kg 175.

**Клей ПВА** — клей на основі дисперсії полівінілацетату. Один з найпоширеніших клеїв серед вододисперсних і серед усіх термопластичних клеїв. Клеї на основі дисперсій полівінілацетату належать до термопластичних клеїв і є нетоксичними.

Клеї ПВА у своєму складі найчастіше містять: полівінілацетат, емульгатор (найчастіше полівініловий спирт), пластифікатор (дибутилфталат, дибутилсебаціанат) і дисперсійне середовище — воду.

Оскільки полівінілацетат (ПВА) і полівініловий спирт (ПВС) містять сильно полярні групи ( $C(O)CH_2-OH$ ), то когезійна міцність для структурованих і неструктурованих термопластичних клеїв на основі ПВА буде характеризуватися як всіма видами міжмолекулярної взаємодії між макромолекулами полівінілацетату і полівінілового спирту, так і утворенням між ними водневих зв'язків.

### **Переваги клею:**

- клейові з'єднання мають хорошу еластичність;
- клейові з'єднання добре витримують ударні навантаження;
- при висиханні стає прозорим;
- нетоксичний.

### **Недоліки:**

- клей має низьку водостійкість. Це пов'язано з гідрофільністю полівінілового спирту. Полівініловий спирт відіграє роль емульгатора — запобігає передчасному злиттю глобул ПВА. Те, що полівініловий спирт знаходиться в клеї у вільному стані (в різних дисперсіях може знаходитись до 7 %) — це істотно впливає на зниження водостійкості такої суміші.

- низька теплостійкість клейового шва. Це пов'язано з низькою теплостійкістю полімеру-основи. При 40°C починається розм'якшення полімеру, а при 65-70°C він переходить у в'язкотекучий стан.



**Технічні характеристики клею на поліуретановій основі**

**Таблиця 1.4.**

Властивості Клей	Су- хий за- ли- шок, %	В'язк ість, мПа °С	Щіль- ність, г/см <sup>3</sup>	Тиск мате- ріалу, бар	Темпе- ратура засто- суванн, °С	Відк- ритий час, хв	Час за- твер- діння, год.	Ви- тра- та г/м <sup>2</sup>
Kleiberit 135.6	-	300	1,16	-	>15	4	-	60

**Технічні характеристики клеїв на основі каучуку**

**Таблиця 1.5.**

Властивості Клей	Су- хий залишок, %	В'язкість, мПа·с	Питома вага, г/см <sup>3</sup>	Тиск матеріалу, бар	Температура засто- сування, °С	Відкритий час, хв.	Час затвердіння, год	Витрата г/м <sup>2</sup>
Aned Professional P-2 50-55	-	-	-	-	-	-	-	-
Bonicol T-701	39±2	185	-	-	18-20	10	48	45-60
Denlaks SPG 2077	38-40	570	1,1-8	3-6	15-25	1-5	48	45-60
Емфіколь 5860	22±3	850	-	-	-	10	-	150
Herkules	60	20-21	0,8	1-5	15-25	10	48	90
Pianoklej	-	-	-	-	-	-	-	-
Pianoklej Spray	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapicer Contactcoll Niepalny	38±2	110	1,15	-	15-25	3	48	45-70
Jowatac 459.54	62	-	-	-	-	1-16	-	30-60
Jowatac 459.74	65	-	-	-	-	1-8	-	30-60
Jowatac 459.34	36	-	-	-	-	1-15	-	-

## **2. Методика проведення досліджень**

### **2.1. Обґрунтування напряму досліджень**

Експериментальні дослідження проводили з метою дослідження фізико-механічних параметрів приклеювання настільових матеріалів (поролону) до жорстких основ (ДСП, ДВП, картон).

Критерій оптимізації при розробці режимів склеювання вибрано з врахуванням найважливіших факторів, що впливають на кінцеві результати, тобто визначають міцність клейового з'єднання, технологічність, токсичність і економічність. За допомогою аналізу показників міцності і характеру розриву клеєвого з'єднання можна робити висновки про те, якими величинами повинні бути досліджувані параметри, щоб забезпечити необхідну міцність склеювання.

Визначення міцності склеювання при відшаруванні найбільш доцільно у випадку виміру міцності з'єднання між тонкою еластичною плівкою та твердим субстратом. В умовах експлуатації відшарування тонкої плівки відбувається, як правило, від країв шляхом повільного поглиблення тріщини руйнування. Для випадку застосування вище вказаних настільових матеріалів міцність склеювання найбільш точно характеризується зусиллям, яке необхідне для відшарування плівки від підкладки під кутом  $180^\circ$ .

Враховуючи вище сказане, в якості критерію оптимізації результатів розробки і режимів склеювання прийнято міцність при відшаруванні настільових матеріалів від жорсткої основи під кутом  $180^\circ$ .

Гранично допустиме значення міцності (мінімальне) складає 0,5 кгс [5].

### **2.2. Обґрунтування вибору підкладки**

В якості основи для приклеювання до неї настільових матеріалів можуть бути використані практично всі матеріали на основі деревини: ДСП, ДВП, картон тощо. Але в умовах реального експерименту для визначення показників міцності клейового з'єднання необхідно вибрати для підкладки матеріал, який би забезпечив відтворюваність дослідів, об'єктивність показників, простоту підготовки матеріалу до експерименту. Під час проведення попередніх досліджень в

якості підкладки було вибрано три види матеріалів: ДСП “ чорнове ”, ДВП, картон.

Для визначення впливу масштабного фактору на міцність склеювання поставлений експеримент на зразках різної ширини від 10 до 80 мм. Експеримент показав, що із збільшенням ширини зразка питома міцність склеювання зростає. Такий ріст спостерігається при збільшенні ширини зразка до 40 мм. В подальшому ширина зразка практично не впливає на питому міцність склеювання. Тому при проведенні основних експериментальних досліджень прийнята ширина зразків підкладки 50 мм. Довжина зразка була прийнята 200 мм [6].

### **2.3. Обґрунтування вибору приклеюваних матеріалів**

При проведенні експериментальних досліджень в якості приклеюваних матеріалів використано поролон.

Поролон не шкідливий, не виділяє пилу, не викликає алергію, не пліснявіє. Стандартний поролон з щільністю  $25 \text{ кг/м}^3$ , напруга стиснення 3,4-3,5 кПа. Межа міцності при розриві і відносне подовження при розриві становлять 120-140 кПа і 240-280 %, жорсткість 3,4 кПа.

### **2.4. Вибір змінних та постійних факторів**

#### **2.4.1. Змінні фактори**

3 факторів, що впливають на міцність склеювання, змінними прийнято розхід клею, час відкритої витримки та вміст наповнювача.

До властивостей клейової композиції, що впливають на міцність склеювання, відносять складові компонентів та їх кількісний вміст в композиції, в'язкість та сухий залишок. Вплив складових компонентів в клею на показники міцності зумовлюється їх адгезійними властивостями по відношенню до підкладки і приклеюваного матеріалу. Адгезійні властивості клею проявляються, як правило, внаслідок сумарної дії всіх складових клею і зумовлюють відповідну міцність склеювання.

*В'язкість* клею суттєво впливає на витрату клею при його нанесенні і, в кінцевому результаті, на міцність склеювання. Клей з різною в'язкістю може по

різному проникати в підкладку, видавлюватись при пресуванні, змінювати час твердіння тощо.

*Сухий залишок* характеризує вміст сухих речовин. Клей з малим сухим залишком не буде, очевидно, мати добрих клеючих властивостей через наявність значної кількості води. Крім цього, надлишок води в клеї призводить до набухання деревинної підкладки. Це сповільнює процес твердіння клейового шару і може призвести до зміни геометричних розмірів заготовки, її жолоблення.

*Вплив матеріалу підкладки* характеризується вологістю, шорсткістю поверхонь, на які наноситься клей, наявністю на них дефектів (хвилястість, не лінійність тощо).

*Вплив настилового матеріалу* на міцність склеювання визначається адгезійними властивостями поверхні матеріалу, що приклеюється, її фізико-механічними властивостями та будовою.

*Вплив показників режиму склеювання.*

Технологічні параметри процесу склеювання значно впливають на міцність склеювання.

Вони, в основному, визначаються витратою клею, часом відкритої і закритої витримки, питомим тиском пресування, температурою пресування, часом витримки під тиском, технологічною витримкою склеєної деталі до наступної обробки.

**Витрата клею.** Нанесений на склеювану поверхню клей частково просочується в пори підкладки, заповнюючи нерівності і утворюючи суцільний клейовий шар. Згідно літературних даних, задовільне склеювання клеями на основі полівінілацетату відбувається при нанесенні клею на матеріал з витратою 45...60 г/м<sup>2</sup>. При малій витраті клею його є недостатньо, щоб виконати всі вище сказані умови. При цьому міцність склеювання є недостатньою.

Таким чином в основних експериментах **витрата клею знаходилася в межах 60-120 г/м<sup>2</sup>**. Також можна сказати, що витрата клею, зазначена його виробниками є заниженою, це було виявлено в реальних умовах виробництва при його нанесенні.

Нанесення клею на зразки проводили валками, витрату клею контролювали ваговим методом за методикою п. 2.6.

**Тривалість відкритої витримки.** Тривалість відкритої витримки відповідно до характеристики клею у виробничих умовах показали, що показники міцності склеювання є різними відносно прийнятого часу відкритої витримки **0,5...6 хв. для клею ПВА.** На проблеми використання клейових з'єднань на основі термопластичних клеїв було вказано у статті [7]. Однак тут розглядалися варіанти довговічності клеєвих з'єднань деревини, а не пористих матеріалів (поролону).

Таким чином можна вважати, що факторами, які впливають на міцність склеювання є: розхід клейової композиції, матеріал підкладки, матеріал що приклеюється, час відкритої витримки.

**В'язкість клейової композиції.** Попередніми дослідженнями встановлено, що в'язкість клею на основі ПВА, при якій проходить якісне нанесення клею на підкладку, повинна знаходитися в межах 60-95 с. за віскозиметром ВЗ-4. Якщо в'язкість клею є менша від вказаної, то клей важко нанести на підкладку з необхідною витратою, він буде швидко поглинатися підкладкою, розтікатися по поверхні. Клей високої в'язкості майже не всмоктується в пористу поверхню поролону, однак підвищення в'язкості призводить до його підвищених витрат. В даній роботі ми модифікували клей ПВА шляхом додавання **наповнювача (меленої крейди) в межах 2...10 %**

## **2.4.2. Постійні фактори**

З постійних факторів, що впливають на міцність склеювання, прийнято:

**Приклеюваний матеріал і підкладка.** Для створення клейової композиції, відпрацювання регламенту виготовлення клею та розробки режимів склеювання необхідно зменшити вплив змінних фізико-механічних та адгезійних характеристик матеріалів, що склеюються. Обґрунтування вибору підкладки і настилового матеріалу наведено в п.п.2.2 та 2.3. В даній роботі були досліджені такі типи основ та настилових матеріалів: **ДСП з поролоном, картон з поролоном, ДВП з поролоном.**

**Кліматичні умови проведення процесу склеювання.** Дослідження проводили при температурі повітря -  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  та відносній вологості повітря -  $60\pm\%$ .

## **2.4.3. Технологічні параметри процесу склеювання.**

**Тиск пресування.** Тиск при склеюванні необхідний для щільного прилягання матеріалу до підкладки, видавлювання надлишку клею і утворення рівномірного клейового шару. Попередніми дослідженнями встановлено, що при значних тисках пресування проходить не тільки видавлювання надлишку клею, а має також місце деформація декоративного шару настилового матеріалу. При малих тисках не досягається відповідної щільності між підкладкою і настилом, що призводить до утворення неоднорідного клейового шва. Таким чином, виходячи з даних попередніх досліджень, тиск пресування взято  $0,1\text{ кгс/ см}^2$ .

**Тривалість пресування.** Час витримки під тиском прийнято 15 с.

**Час технологічної витримки** становить 24 год., згідно характеристик виробника.

## 2.5. Планування досліджень

Попередні дослідження впливу технологічних параметрів на міцність склеювання виявили нелінійний характер залежності відклику від ряду факторів [6]. Це зумовило проведення експериментів з використанням композиційного В-плану другого порядку. В якості плану експерименту для дослідження впливу технологічних факторів на міцність склеювання був прийнятий дворівневий симетричний план ВЗ. Відповідно до методики проведення в [8] та враховуючи високу відтворюваність результатів дослідів кількість спостережень у кожному досліді прийнято рівним 3. Планування експерименту та обробку експериментальних даних проводили згідно методичних вказівок [9, 10, 11]. Рівні та інтервали зміни факторів приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

### Рівні та інтервали варіювання факторів при дослідженні впливу технологічних параметрів на міцність склеювання

Інтервал і рівні зміни	Фактори		
	Витрата клею, г/м <sup>2</sup>	Час відкритої витримки, хв	Вміст крейди, %
Нижній рівень (-1)	60	0,5	2
Основний рівень (0)	90	3,25	6
Верхній рівень (+1)	120	6	10
Інтервал зміни	30	2,75	4
Натуральні позначення факторів	q	t	p
Нормалізовані позначення факторів	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>

Матриця проведення досліджень в кодованих та нормалізованих значеннях факторів приведена в табл. 2.2.

**Матриця В-плану для трьох змінних факторів**

№ дослідю	Позначення вхідних факторів у досліді					
	в кодовому позначенні			в натуральному позначенні		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %
1	-1	-1	-1	60	0,5	2
2	1	-1	-1	120	0,5	2
3	-1	1	-1	60	6	2
4	1	1	-1	120	6	2
5	-1	-1	1	60	0,5	10
6	1	-1	1	120	0,5	10
7	-1	1	1	60	6	10
8	1	1	1	120	6	10
9	-1	0	0	60	3,25	6
10	1	0	0	120	3,25	6
11	0	-1	0	90	0,5	6
12	0	1	0	90	6	6
13	0	0	-1	90	3,25	2
14	0	0	1	90	3,25	10
15	0	0	0	90	3,25	6

В загальному випадку, при числі факторів рівному k рівняння регресії має вигляд :

$$y = B_0 + \sum B_i \times X_i + \sum B_{ii} \times X_i^2 + \sum B_{ij} \times X_i \times X_j, \quad (2.1)$$

де y - значення вихідного параметру;

B - коефіцієнти регресії;

X - незалежні змінні.

Для трьох змінних факторів рівняння регресії прийме вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (2.2)$$

Формули, які пов'язують натуральні та нормалізовані позначення факторів мають вигляд:

$$x_1 = \frac{q-90}{30} \quad \text{Витрата клею, г/м}^2 \quad (2.3)$$

$$x_2 = \frac{t-3,25}{2,75} \quad \text{Час відкритої витримки, хв} \quad (2.4)$$

$$x_3 = \frac{p-6}{4} \quad \text{Вміст крейди, \%} \quad (2.5)$$

## 2.6. Обладнання для проведення експериментів

Нанесення клею відбувалося валком.

Зважування клеєвої композиції і зразків матеріалів проводилось на технічних лабораторних вагах з точністю виміру 0,005 г при межах виміру 50...1000 г.

В'язкість вимірювали стандартним горнятком ВМС (віскозиметр ВЗ-4).

Витрати клею при нанесенні на зразки визначались ваговим методом і розраховувались за формулою:

$$q = \frac{M_2 - M_1}{F}, \quad (2.6)$$

де  $q$  - питома витрата клею, г/м<sup>2</sup>;

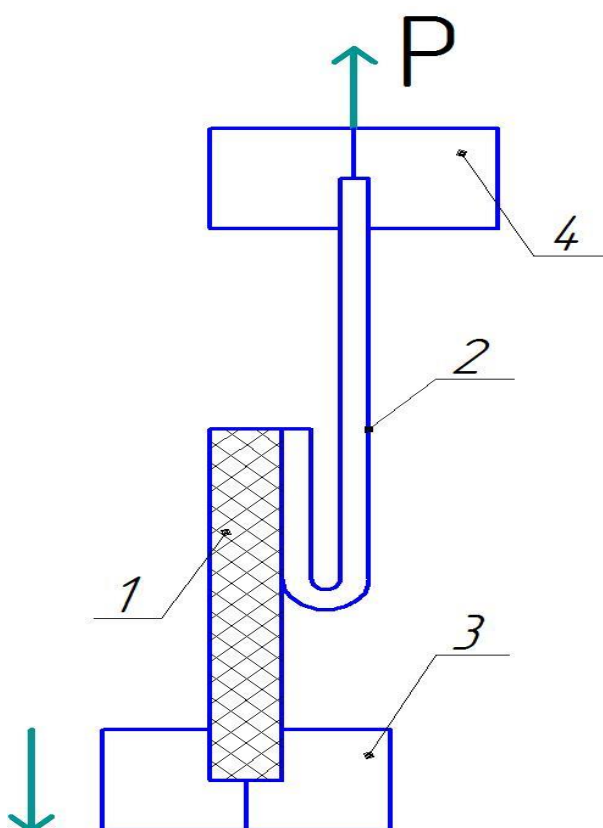
$M_1$  - маса зразка до нанесення клею, г;

$M_2$  - маса зразка з клеєм, г;

$F$  - площа зразка, м<sup>2</sup>.

Геометричні розміри зразка вимірювали з точністю до 0,1 мм штангенциркулем.

Випробування зразків на міцність при склеюванні проводилось на розривній машині РМІ-60 зі шкалою 0...30 кг ціна поділки 0,1 кг. Схема випробування приведена на рисунку 2.1.



## Рис. 2.1. Схема випробування на міцність склесених матеріалів:

1-деревинна підкладка; 2-настиловий матеріал; 3-рухомий затискач розривної машини; 4-затискач вимірювального механізму розривної машини.

### 2.7. Обробка результатів досліджень

Обробку результатів досліджень також проводили згідно методичних вказівок [9, 10, 11] в наступній послідовності:

Для достовірних розрахунків і попередження похибок, проводили попередню обробку експериментальних даних за нижче наведеною схемою. Одержані дані в межах одного досліду перевірялись на присутність промахів, які означають результат окремого досліду, триманий внаслідок якої-небудь грубої похибки.

Після завершення перевірки на наявність промахів, результати дослідів оброблялись методом варіаційної статистики. Не дивлячись на те, що дані кожного досліду проходили попередню статистичну обробку з метою виявлення грубих похибок, сумнівні результати перевірялись за допомогою t-критерію Стьюдента. У цьому випадку сумнівний результат  $Y_i$  тимчасово відкидався з вибірки, а по решті даних розраховували середнє арифметичне  $\bar{Y}_i$  і оцінку дисперсії  $S^2$ . Далі обчислювали величину  $t_{розр.}$ :

$$t_{розр.} = \frac{|Y_i - \bar{Y}|}{S^2} \quad (2.7)$$

З таблиць розподілу Стьюдента по вибраному рівню значимості  $q = 0,05$  і числу ступенів вільності  $f$ , зв'язаному із дисперсією  $S$ , знаходили значення t-критерію і  $t_{табл.}$ . Якщо  $t_{розр.} > t_{табл.}$ , то сумнівний результат є промахом і виключався з вибірки. Дослід в даному випадку повторювався для збереження рівномірного дублювання дослідів в експерименті.

Після обробки експериментальних даних, отримавши рівняння регресії, проводили їх статистичний аналіз, а саме: оцінювали значимість коефіцієнтів регресії, перевіряли адекватність математичної моделі.

Згідно вимог регресійного аналізу, правильна обробка і використання результатів досліджень можливі тільки у випадку, коли різниця дисперсій вимі-

рювань відгуку в кожній точці досліду не значима. Така властивість називається однорідністю дисперсії.

Перевірку однорідності дослідів проводили за критерієм Кохрена:

$$G_{розр.} = S_{max}^2 / \sum_{j=1}^n S_j^2 \quad (2.8)$$

де  $S_{max}^2$  - найбільша з дисперсій, що розглядається;

$\sum S_j^2$  - сума всіх дисперсій.

Дисперсію для  $j$ -го досліду визначали за формулою:

$$S_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_{ji} - \bar{Y}_j)^2 \quad (2.9)$$

де  $n$  - число дубльованих дослідів в кожній серії;

$Y_{ji}$  -  $j$ -те значення відгуку за результатами  $i$ -го досліду;

$\bar{Y}_j$  - середнє значення відгуку за результатами  $j$ -тої серії дубльованих дослідів. Якщо  $G_{розр.} < G_{табл.}$ , то гіпотеза про однорідність дисперсій приймалася.

Оцінку значимості коефіцієнтів регресії проводили за допомогою критерій Стьюдента. Коефіцієнт регресії вважався значимим, якщо виконувалась умова:

$$|b_i| > t_{табл.} \cdot S_{\{b_i\}} \quad (2.10)$$

де  $|b_i|$  - абсолютне значення коефіцієнта регресії;

$S_{\{b_i\}}$  - середнє квадратичне відхилення коефіцієнта регресії;

$t_{табл.}$  - табличне значення критерію Стьюдента для рівняння значимості  $q = 0,05$  і числа ступенів вільності  $f_y = N \times (n - 1)$ .

Розрахунок значення коефіцієнтів для В- планів з ПФП при дослідах в центрі плану при  $k=2$ ,  $N=9$  визначали в залежності від результатів добутків взаємодії факторів з середнім арифметичним вибірки та в залежності від коеф.  $T_n$ .

Якщо умова (3.4) не виконується, то коефіцієнт регресії не значимий і відповідний член в рівнянні регресії відкидається. При цьому для коефіцієнтів регресії  $b_i$  і  $b_{ji}$  коефіцієнти варіації яких рівні нулю відкидання не значимих коефіцієнтів регресії не призводить до змін оцінок решти коефіцієнтів. Коефіцієнти  $b_i$  і  $b_{ji}$  мають відмінні від нуля коваріації.

Тому, якщо умова (3.4) не виконується для названих коефіцієнтів, то значення оцінок  $b_o$  і  $b_{ji}$  їх похибки  $S_{\{b_o\}}$  і  $S_{\{b_{ji}\}}$  перераховуються.

Перевірку адекватності математичної моделі здійснювали за допомогою критерію Фішера:

$$F_{\text{розр.}} = S^2_{\text{ад.}} / S^2_{\{y\}}, \quad (2.11)$$

де  $S^2_{\text{ад.}}$  – оцінка дисперсії адекватності;

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

В якості дисперсії відтворюваності береться середнє арифметичне дисперсій досліджень :

$$S^2_{\{y\}} = \sum_{j=1}^n S_j^2 / n \quad (2.12)$$

Оцінку дисперсії адекватності вираховали за формулою:

$$S^2_{\text{ад.}} = \frac{1}{n-p} \sum_{j=1}^n (y_j^e - y_j^p)^2 \quad (2.13)$$

де  $p$  – число коефіцієнтів регресії рівняння, включаючи вільний член;

$y_{ej}$ ,  $y_{pj}$  – експериментальне і розрахункове значення функції відгуку в  $j$ -му досліді.

Рівняння регресії вважається адекватним, якщо виконана умова :

$$F_{\text{розр.}} \leq F_{\text{табл.}} \quad (2.14)$$

де  $F_{\text{табл.}}$  – табличне значення критерію Фішера для  $f_{\text{ад.}} = N-p$  і  $f_{y.} = N \times (n-1)$  при  $q = 0,05$  [14].

Всі роботи пов'язані з обробкою експериментальних даних проводились на ПК в середовищі Excel.

### 3. Побудова, опис та аналіз графічних залежностей

Результати експериментальних досліджень представляються в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Матриця В-плану для трьох змінних факторів та результати досліджень

№ досліду	Позначення вхідних факторів у досліді						Міцність з'єднання (середнє значення), $\sigma$ , кг		
	кодові			натуральні			ДСП-Поролон	Картон-Поролон	ДВП-поролон
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$q$ , г/м <sup>2</sup>	$t$ , хв	$p$ , %			
1	-1	-1	-1	60	0,5	2	2,2	1,2	0,5
2	1	-1	-1	120	0,5	2	3,9	3,3	1,1
3	-1	1	-1	60	6	2	1,2	1,0	0,5
4	1	1	-1	120	6	2	3,3	2,3	1,0
5	-1	-1	1	60	0,5	10	1,5	0,8	1,2
6	1	-1	1	120	0,5	10	3,0	2,2	1,9
7	-1	1	1	60	6	10	0,8	1,0	1,0
8	1	1	1	120	6	10	2,2	3,0	2,0
9	-1	0	0	60	3,25	6	3,3	2,0	1,1
10	1	0	0	120	3,25	6	6,2	5,0	2,2
11	0	-1	0	90	0,5	6	3,6	2,5	1,0
12	0	1	0	90	6	6	4,8	2,5	1,1
13	0	0	-1	90	3,25	2	3,5	2,8	1,1
14	0	0	1	90	3,25	10	3,0	2,2	1,9
15	0	0	0	90	3,25	6	5,1	3,5	1,6

Розрахунки коефіцієнтів рівняння регресії проводили в кодованих та натуральних значеннях факторів для таких поєднань матеріалів: **ДСП-Поролон, Картон-Поролон, ДВП-Поролон**

#### 3.1. Поєднання матеріалів ДСП-Поролон

Розрахунки коефіцієнтів рівняння регресії представлені в кодованих (табл. 3.2) та натуральних (табл. 3.3) значеннях факторів.

Таблиця 3.2.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів для поєднання ДСП-Поролон

№ досл	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_{сер}$	$Y_{рег}$	Значення коефіцієнтів	
1	-1	-1	-1	2,2	0,00	$b_0=$	5,01
2	1	-1	-1	3,9	0,00	$b_1=$	0,96
3	-1	1	-1	1,2	0,00	$b_2=$	-0,19
4	1	1	-1	3,3	0,00	$b_3=$	-0,36
5	-1	-1	1	1,5	0,00	$b_{12}=$	0,04
6	1	-1	1	3	0,00	$b_{13}=$	-0,11

7	-1	1	1	0,8	0,00	b23=	0,01
8	1	1	1	2,2	0,00	b11=	-0,23
9	-1	0	0	3,3	0,00	b22=	-0,78
10	1	0	0	6,2	0,00	b33=	-1,73
11	0	-1	0	3,6	0,00		
12	0	1	0	4,8	0,00		
13	0	0	-1	3,5	0,00		
14	0	0	1	3	0,00		
15	0	0	0	5,1	0,00		
					181,7		

Таблиця 3.3.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в натуральних значеннях факторів для поєднання ДСП-Поролон

№ досл	q, г/м2	t, хв	p, %	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	60	0,5	2	2,2	0,00	b0=	-4,5514
2	120	0,5	2	3,9	0,00	b1=	0,0828
3	60	6	2	1,2	0,00	b2=	0,5560
4	120	6	2	3,3	0,00	b3=	1,2904
5	60	0,5	10	1,5	0,00	b12=	0,0005
6	120	0,5	10	3	0,00	b13=	-0,0009
7	60	6	10	0,8	0,00	b23=	0,0012
8	120	6	10	2,2	0,00	b11=	-0,0003
9	60	3,25	6	3,3	0,00	b22=	-0,1036
10	120	3,25	6	6,2	0,00	b33=	-0,1083
11	90	0,5	6	3,6	0,00		
12	90	6	6	4,8	0,00		
13	90	3,25	2	3,5	0,00		
14	90	3,25	10	3	0,00		
15	90	3,25	6	5,1	0,00		
					181,7		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = -4,5514 + 0,0828 q + 0,5560 t + 1,2904 p + 0,0005 q t - 0,0009 q p + 0,0012 t p - 0,0003 q^2 - 0,1036 t^2 - 0,1083 p^2 \dots \dots \dots (3.1)$$

### 3.1.1. Час відкритої витримки $t=0,5$ хв (ДСП-Поролон)

На основі отриманого рівняння для різних значень часу відкритої витримки ( $t=0,5; 3,25$  та  $6$  хв) та вмісту крейди ( $p=2; 6$  та  $10\%$ ) провели розрахунки (табл. 3.4, 3.5, 3.6) та побудували графічні залежності (рис. 3.1, 3.2, 3.3)

Таблиця 3.4

№ досл	X1	X2	X3	p=6 %	p=2 %	p=10 %	b <sub>0</sub> =	-0,7000
1	60,0	3,25	6	0,66	2,33	1,83	b <sub>1</sub> =	0,0140
2	67,5	3,25	6	0,74	2,70	2,14	b <sub>2</sub> =	0,0299
3	74,9	3,25	6	0,81	3,03	2,43	b <sub>3</sub> =	0,2531
4	82,4	3,25	6	0,88	3,34	2,68	b <sub>12</sub> =	-0,0002
5	89,8	3,25	6	0,96	3,63	2,91	b <sub>13</sub> =	-0,0008
6	97,3	3,25	6	1,03	3,88	3,10	b <sub>23</sub> =	0,0023
7	104,7	3,25	6	1,11	4,10	3,27	b <sub>11</sub> =	0,0000
8	112,2	3,25	6	1,18	4,30	3,41	b <sub>22</sub> =	-0,0101
9	119,6	3,25	6	1,26	4,46	3,52	b <sub>33</sub> =	-0,0203
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.1)

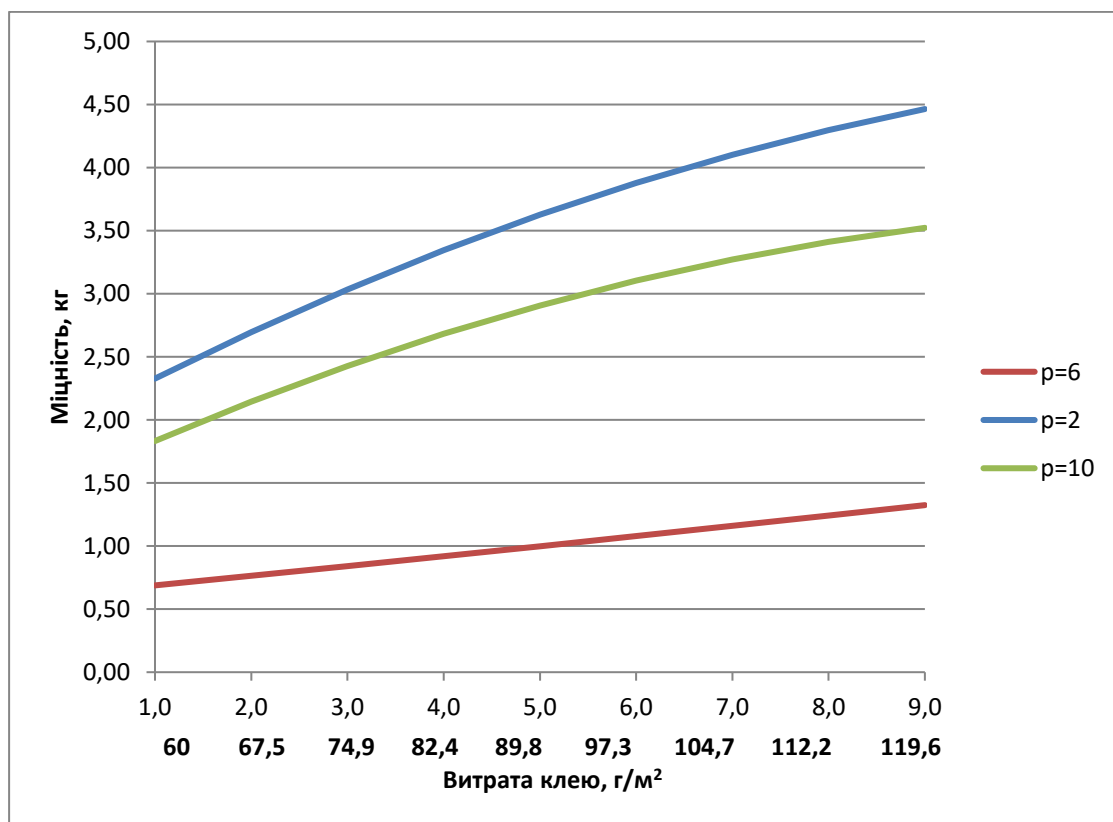


Рис. 3.1. Залежність міцності приклеювання поролону до ДСП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв.

При часі відкритої витримки  $t=0,5$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до  $120 \text{ г/м}^2$  міцність приклеювання зростає приблизно на 91% при витраті наповнювача 2%, на 94% при витраті наповнювача 10% і на 85% при витраті наповнювача 6%. В цілому – на 85-94%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.1.2. Час відкритої витримки $t=3, 25$ хв (ДСП-Поролон)

Таблиця 3.5.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b <sub>0</sub> =	-0,7000
1	60,0	3,25	6	0,66	2,33	1,83	b <sub>1</sub> =	0,0140
2	67,5	3,25	6	0,74	2,70	2,14	b <sub>2</sub> =	0,0299
3	74,9	3,25	6	0,81	3,03	2,43	b <sub>3</sub> =	0,2531
4	82,4	3,25	6	0,88	3,34	2,68	b <sub>12</sub> =	-0,0002
5	89,8	3,25	6	0,96	3,63	2,91	b <sub>13</sub> =	-0,0008
6	97,3	3,25	6	1,03	3,88	3,10	b <sub>23</sub> =	0,0023
7	104,7	3,25	6	1,11	4,10	3,27	b <sub>11</sub> =	0,0000
8	112,2	3,25	6	1,18	4,30	3,41	b <sub>22</sub> =	-0,0101
9	119,6	3,25	6	1,26	4,46	3,52	b <sub>33</sub> =	-0,0203
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.2)

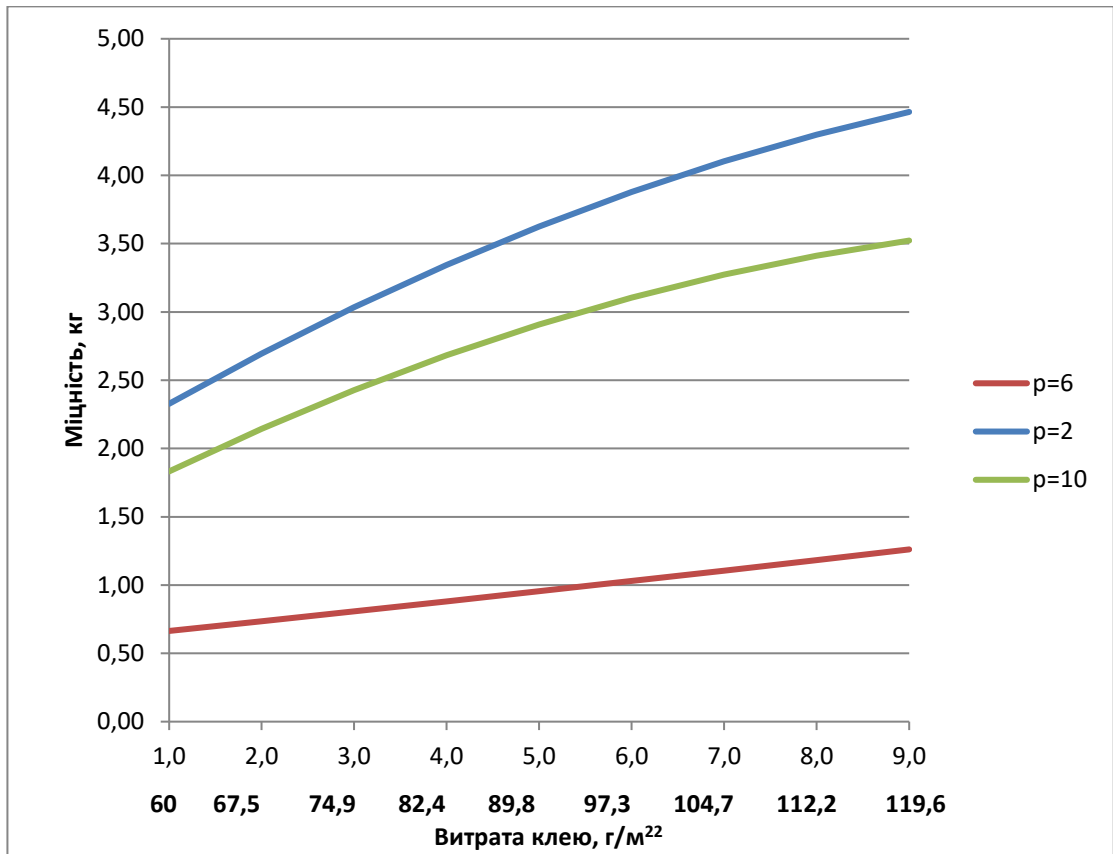


Рис. 3.2. Залежність міцності приклеювання поролону до ДСП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 91% при витраті наповнювача 2%, на 89% при витраті наповнювача 10% і на 78% при витраті наповнювача 6%. В цілому – на 78 - 91%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.1.3. Час відкритої витримки $t=6$ хв (ДСП-Поролон)

Таблиця 3.6.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b <sub>0</sub> =	-0,7000
1	60,0	6,00	6	-4,11	2,33	1,83	b <sub>1</sub> =	0,0140
2	67,5	6,00	6	-4,56	2,70	2,14	b <sub>2</sub> =	0,0299
3	74,9	6,00	6	-5,01	3,03	2,43	b <sub>3</sub> =	0,2531
4	82,4	6,00	6	-5,46	3,34	2,68	b <sub>12</sub> =	-0,0002
5	89,8	6,00	6	-5,92	3,63	2,91	b <sub>13</sub> =	-0,0008
6	97,3	6,00	6	-6,37	3,88	3,10	b <sub>23</sub> =	0,0023
7	104,7	6,00	6	-6,82	4,10	3,27	b <sub>11</sub> =	0,0000

8	112,2	6,00	6	-7,27	4,30	3,41	b22=	-0,0101
9	119,6	6,00	6	-7,72	4,46	3,52	b33=	-0,0203
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.3)

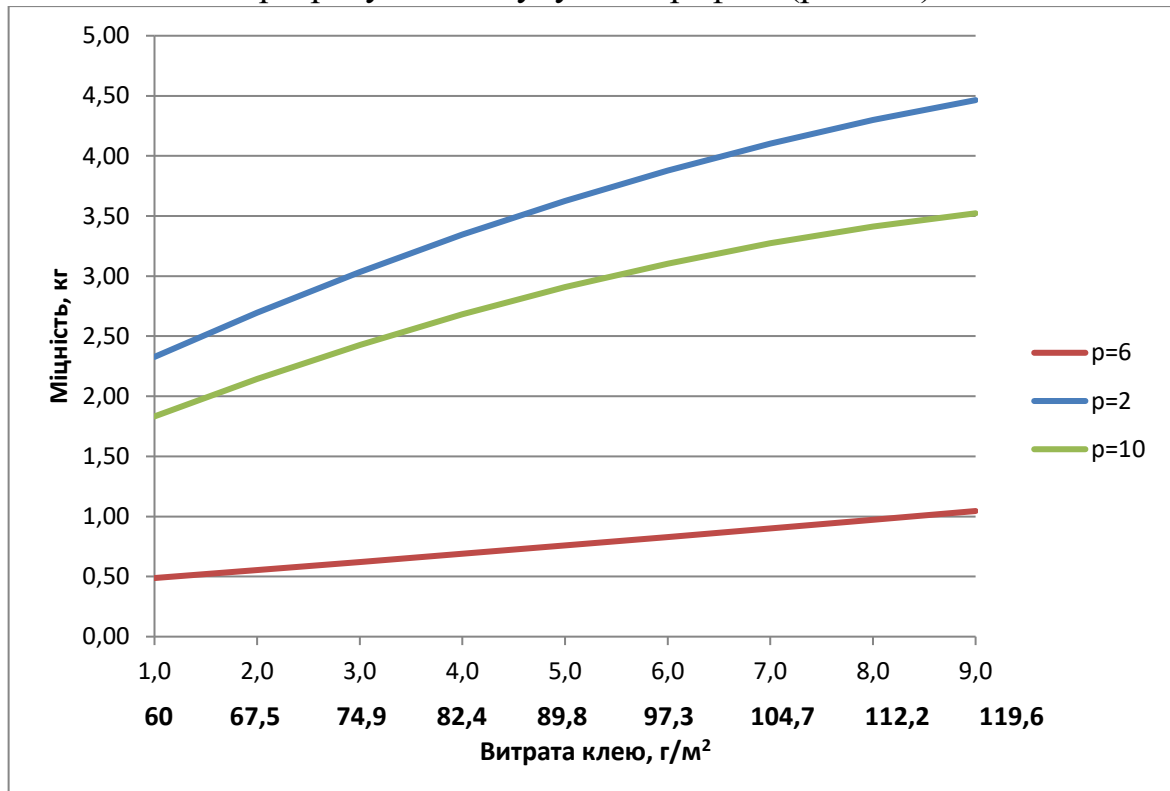


Рис. 3.3. Залежність міцності приклеювання поролону до ДСП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки t=6 хв

При часі відкритої витримки t=6 хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 95% при витраті наповнювача 2%, на 95% при витраті наповнювача 10% і на 105% при витраті наповнювача 6%. В цілому – на 95 - 105%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.2. Поєднання матеріалів Картон-Поролон

Розрахунки коефіцієнтів рівняння регресії представлені в кодованих (табл. 3.7) та натуральних (табл. 3.8) значеннях факторів.

Таблиця 3.7.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів

№ досл	X1	X2	X3	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	-1	-1	-1	1,2	0,00	b0=	3,38

2	1	-1	-1	3,3	0,00	b1=	0,98
3	-1	1	-1	1	0,00	b2=	-0,02
4	1	1	-1	2,3	0,00	b3=	-0,14
5	-1	-1	1	0,8	0,00	b12=	-0,02
6	1	-1	1	2,2	0,00	b13=	0,00
7	-1	1	1	1	0,00	b23=	0,28
8	1	1	1	3	0,00	b11=	0,16
9	-1	0	0	2	0,00	b22=	-0,84
10	1	0	0	5	0,00	b33=	-0,84
11	0	-1	0	2,5	0,00		
12	0	1	0	2,5	0,00		
13	0	0	-1	2,8	0,00		
14	0	0	1	2,2	0,00		
15	0	0	0	3,5	0,00		
					100,53		

Таблиця 3.8.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в натуральних значеннях факторів

№ досл	X1	X2	X3	Yсер	Yрег	Значення коефіцієнтів	
1	60	0,5	2	1,2	1,27	b0=	-0,6096
2	120	0,5	2	3,3	3,28	b1=	0,0025
3	60	6	2	1	0,73	b2=	0,5958
4	120	6	2	2,3	2,64	b3=	0,5170
5	60	0,5	10	0,8	0,44	b12=	-0,0003
6	120	0,5	10	2,2	2,45	b13=	0,0000
7	60	6	10	1	1,00	b23=	0,0250
8	120	6	10	3	2,91	b11=	0,0002
9	60	3,25	6	2	2,55	b22=	-0,1117
10	120	3,25	6	5	4,51	b33=	-0,0528
11	90	0,5	6	2,5	2,55		
12	90	6	6	2,5	2,51		
13	90	3,25	2	2,8	2,67		
14	90	3,25	10	2,2	2,39		
15	90	3,25	6	3,5	3,38		
	q, г/м2	t, хв	p, %		1,007778		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = -0,6096 + 0,0025 q + 0,5958 t + 0,5170 p - 0,0003 q t + 0,0250 t p + 0,0002 q^2 - 0,1117 t^2 - 0,0528 p^2 \dots \dots \dots (3.2)$$

### 3.2.1. Час відкритої витримки $t=0,5$ хв (Картон-Поролон)

На основі отриманого рівняння для різних значень часу відкритої витримки ( $t=0,5; 3,25$  та  $6$  хв) та вмісту крейди ( $p=2; 6$  та  $10\%$ ) провели розрахунки (табл. 3.9, 3.10, 3.11) та побудували графічні залежності (рис. 3.4, 3.5, 3.6)

Таблиця 3.9.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b0=	-0,6096
1	60,0	3,25	6,0	2,55	1,85	1,57	b1=	0,0025
2	67,0	3,25	6,0	2,72	2,01	1,73	b2=	0,5958
3	74,0	3,25	6,0	2,90	2,19	1,91	b3=	0,5170
4	81,0	3,25	6,0	3,10	2,39	2,11	b12=	-0,0003
5	88,0	3,25	6,0	3,31	2,61	2,33	b13=	0,0000
6	95,0	3,25	6,0	3,54	2,84	2,56	b23=	0,0250
7	102,0	3,25	6,0	3,79	3,09	2,81	b11=	0,0002
8	109,0	3,25	6,0	4,06	3,35	3,07	b22=	-0,1117
9	116,0	3,25	6,0	4,34	3,64	3,36	b33=	-0,0528
	q, г/м2	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.4)

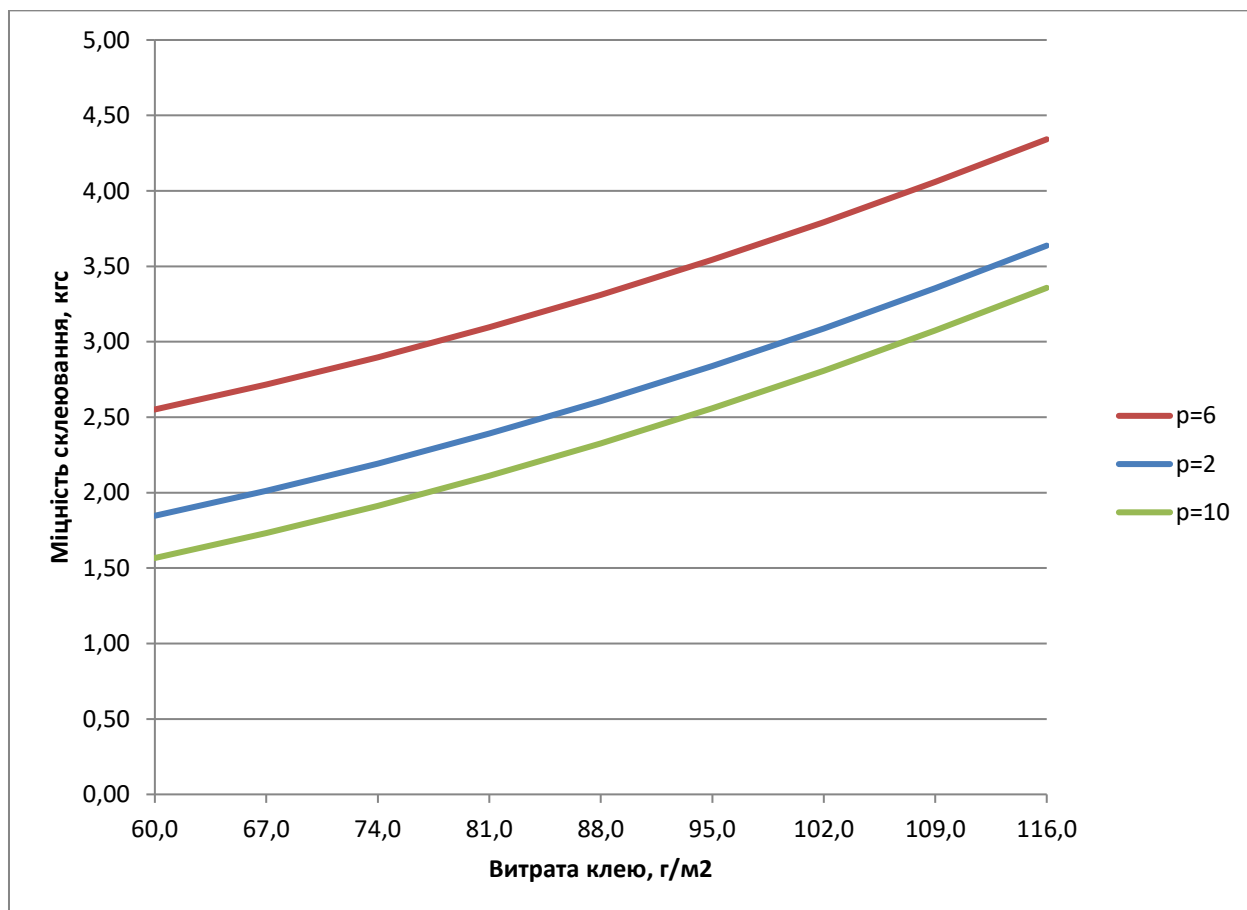


Рис. 3.4. Залежність міцності приклеювання поролону до картону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв

При часі відкритої витримки  $t=0,5$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 94% при витраті наповнювача 2%, на 69% при витраті наповнювача 6% і на 86% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 69- 94%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міцність є найбільшою, при 2% - трохи нижча, а при витраті 10% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.2.2. Час відкритої витримки $t=3,25$ хв (Картон-Поролон)

Таблиця 3.10.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b <sub>0</sub> =	-0,6096
1	60,0	3,25	6	2,55	1,85	1,57	b <sub>1</sub> =	0,0025
2	67,0	3,25	6	2,72	2,01	1,73	b <sub>2</sub> =	0,5958
3	74,0	3,25	6	2,90	2,19	1,91	b <sub>3</sub> =	0,5170
4	81,0	3,25	6	3,10	2,39	2,11	b <sub>12</sub> =	-0,0003
5	88,0	3,25	6	3,31	2,61	2,33	b <sub>13</sub> =	0,0000
6	95,0	3,25	6	3,54	2,84	2,56	b <sub>23</sub> =	0,0250

7	102,0	3,25	6	3,79	3,09	2,81	b11=	0,0002
8	109,0	3,25	6	4,06	3,35	3,07	b22=	-0,1117
9	116,0	3,25	6	4,34	3,64	3,36	b33=	-0,0528
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.5)

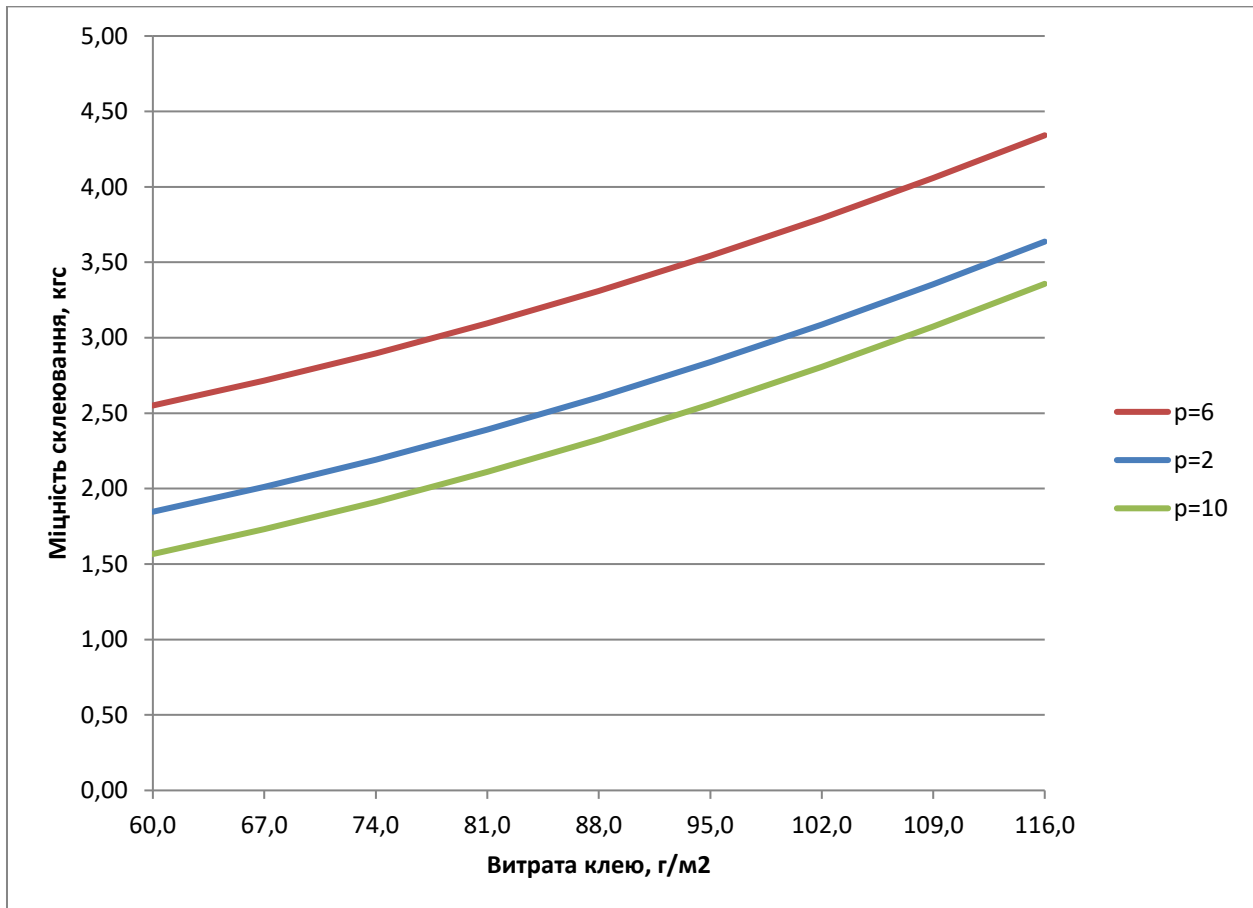


Рис. 3.5. Залежність міцності приклеювання поролону до картону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 101% при витраті наповнювача 2%, на 67% при витраті наповнювача 6% і на 101% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 67- 101%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міцність є найбільшою, при 2% - трохи нижча, а при витраті 10% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.2.3. Час відкритої витримки $t=6$ хв (Картон-Поролон)

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b0=	-0,6096
1	60,0	3,25	6,0	2,55	1,85	1,57	b1=	0,0025
2	67,0	3,25	6,0	2,72	2,01	1,73	b2=	0,5958
3	74,0	3,25	6,0	2,90	2,19	1,91	b3=	0,5170
4	81,0	3,25	6,0	3,10	2,39	2,11	b12=	-0,0003
5	88,0	3,25	6,0	3,31	2,61	2,33	b13=	0,0000
6	95,0	3,25	6,0	3,54	2,84	2,56	b23=	0,0250
7	102,0	3,25	6,0	3,79	3,09	2,81	b11=	0,0002
8	109,0	3,25	6,0	4,06	3,35	3,07	b22=	-0,1117
9	116,0	3,25	6,0	4,34	3,64	3,36	b33=	-0,0528
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.6)

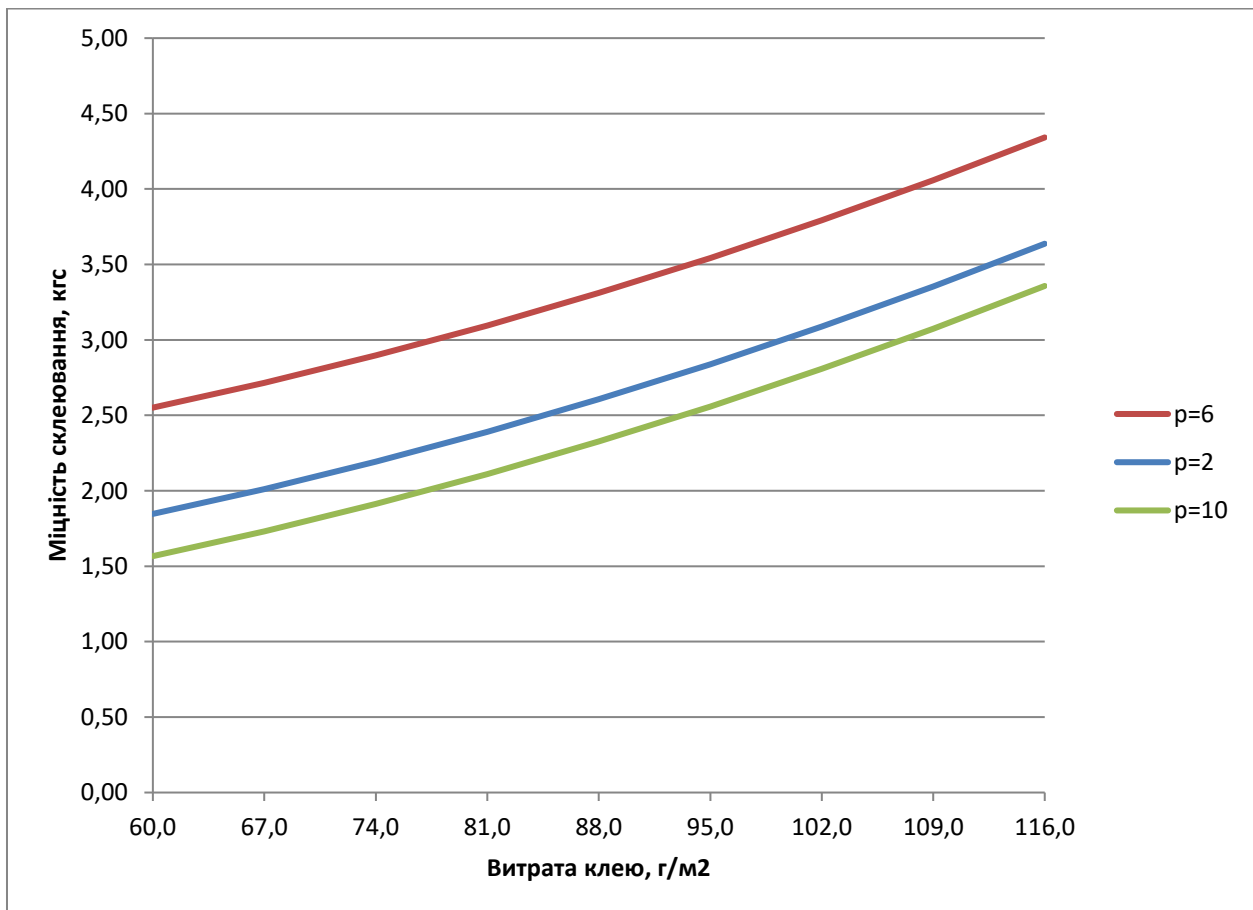


Рис. 3.6. Залежність міцності приклеювання поролону до картону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=6$  хв

При часі відкритої витримки  $t=6$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 100% при витраті наповнювача 2%, на 68% при витраті наповнювача 6% і на 103% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 68- 103%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міц-

ність є найбільшою, при 2% - трохи нижча, а при витраті 10% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.3. Поєднання матеріалів ДВП-Поролон

Розрахунки коефіцієнтів рівняння регресії представлені в кодованих (табл. 3.12) та натуральних (табл. 3.13) значеннях факторів.

Таблиця 3.12.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів

№ досл	X1	X2	X3	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
						b <sub>0</sub> =	
1	-1	-1	-1	0,5	1,78	b <sub>0</sub> =	5,01
2	1	-1	-1	1,1	3,85	b <sub>1</sub> =	0,96
3	-1	1	-1	0,5	1,30	b <sub>2</sub> =	-0,19
4	1	1	-1	1	3,52	b <sub>3</sub> =	-0,36
5	-1	-1	1	1,2	1,26	b <sub>12</sub> =	0,04
6	1	-1	1	1,9	2,88	b <sub>13</sub> =	-0,11
7	-1	1	1	1	0,83	b <sub>23</sub> =	0,01
8	1	1	1	2	2,60	b <sub>11</sub> =	-0,23
9	-1	0	0	1,1	3,81	b <sub>22</sub> =	-0,78
10	1	0	0	2,2	5,73	b <sub>33</sub> =	-1,73
11	0	-1	0	1	4,41		
12	0	1	0	1,1	4,03		
13	0	0	-1	1,1	3,63		
14	0	0	1	1,9	2,91		
15	0	0	0	1,6	5,01		
					76,76959		

Таблиця 3.13.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в натуральних значеннях факторів

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
						b <sub>0</sub> =	
1	60	0,5	2	0,5	0,66	b <sub>0</sub> =	0,3587
2	120	0,5	2	1,1	1,10	b <sub>1</sub> =	0,0003
3	60	6	2	0,5	0,75	b <sub>2</sub> =	0,0000
4	120	6	2	1	1,28	b <sub>3</sub> =	0,0483
5	60	0,5	10	1,2	1,28	b <sub>12</sub> =	0,0003
6	120	0,5	10	1,9	1,95	b <sub>13</sub> =	0,0005
7	60	6	10	1	1,37	b <sub>23</sub> =	0,0000
8	120	6	10	2	2,14	b <sub>11</sub> =	0,0000

9	60	3,25	6	1,1	1,01	b22=	0,0000
10	120	3,25	6	2,2	1,62	b33=	0,0000
11	90	0,5	6	1	1,22		
12	90	6	6	1,1	1,35		
13	90	3,25	2	1,1	0,92		
14	90	3,25	10	1,9	1,65		
15	90	3,25	6	1,6	1,29		
					0,984773		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = 0,3587 + 0,0003 q + 0,0483 p + 0,0003 q t + 0,0005 q p \dots \dots \dots (3.3)$$

### 3.3.1. Час відкритої витримки t=0,5 хв (ДВП-Поролон)

На основі отриманого рівняння для різних значень часу відкритої витримки (t=0,5; 3,25 та 6 хв) та вмісту крейди (p=2; 6 та 10%) провели розрахунки (табл. 3.14 3.15, 3.16) та побудували графічні залежності (рис. 3.7, 3.8, 3.9)

Таблиця 3.14.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	bo=	0,3587
1	60,0	0,50	6	0,97	2,33	1,83	b1=	0,0003
2	67,5	0,50	6	1,02	2,70	2,14	b2=	0,0000
3	74,9	0,50	6	1,08	3,03	2,43	b3=	0,0483
4	82,4	0,50	6	1,15	3,34	2,68	b12=	0,0003
5	89,8	0,50	6	1,21	3,63	2,91	b13=	0,0005
6	97,3	0,50	6	1,28	3,88	3,10	b23=	0,0000
7	104,7	0,50	6	1,36	4,10	3,27	b11=	0,0000
8	112,2	0,50	6	1,44	4,30	3,41	b22=	0,0000
9	119,6	0,50	6	1,52	4,46	3,52	b33=	0,0000
	q, г/м2	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.7)

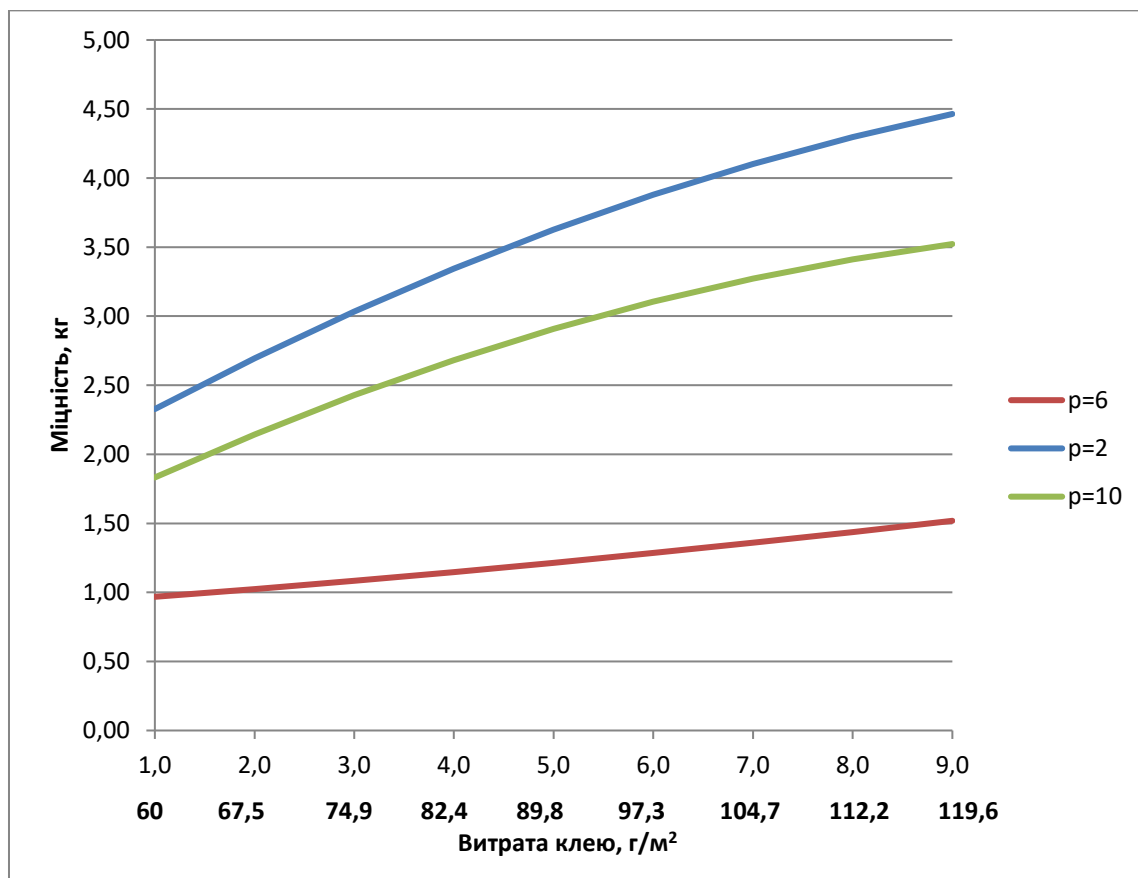


Рис. 3.7. Залежність міцності приклеювання поролону до ДВП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв

При часі відкритої витримки  $t=0,5$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 100% при витраті наповнювача 2%, на 68% при витраті наповнювача 6% і на 103% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 68- 103%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.3.2. Час відкритої витримки $t=3,25$ хв (ДВП-Поролон)

Таблиця 3.15.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b <sub>0</sub> =	0,3587
1	60,0	3,25	6	0,07	2,33	1,83	b <sub>1</sub> =	0,0003
2	67,5	3,25	6	0,08	2,70	2,14	b <sub>2</sub> =	0,0000
3	74,9	3,25	6	0,08	3,03	2,43	b <sub>3</sub> =	0,0483
4	82,4	3,25	6	0,08	3,34	2,68	b <sub>12</sub> =	0,0003
5	89,8	3,25	6	0,08	3,63	2,91	b <sub>13</sub> =	0,0005
6	97,3	3,25	6	0,09	3,88	3,10	b <sub>23</sub> =	0,0000
7	104,7	3,25	6	0,09	4,10	3,27	b <sub>11</sub> =	0,0000
8	112,2	3,25	6	0,09	4,30	3,41	b <sub>22</sub> =	0,0000
9	119,6	3,25	6	0,10	4,46	3,52	b <sub>33</sub> =	0,0000
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.8)

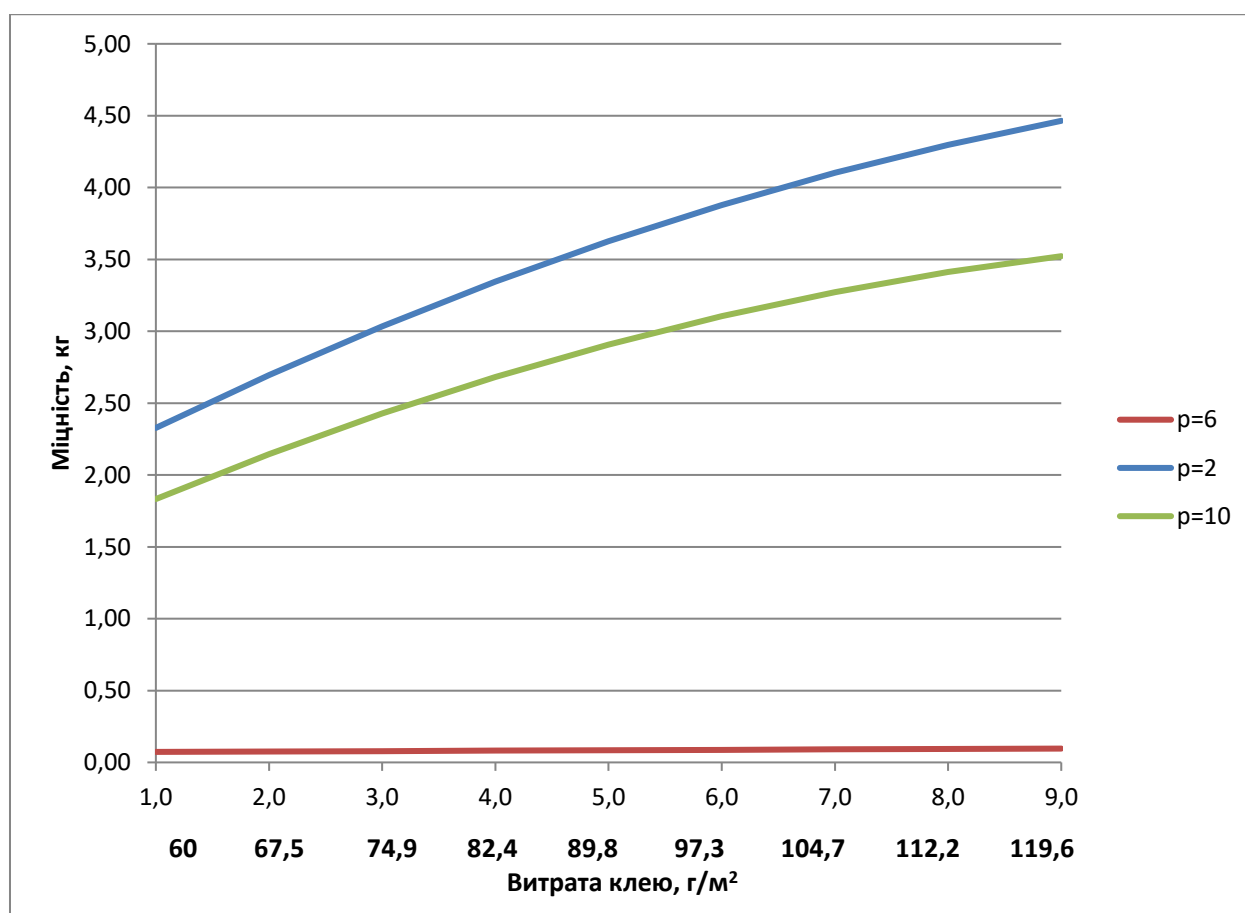


Рис. 3.8. Залежність міцності приклеювання поролону до ДВП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до  $120 \text{ г/м}^2$  міцність приклеювання зростає приблизно на 95% при витраті наповнювача 2%, не змінюється нижче мінімального рівня при витраті наповнювача 6% і зростає на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 0- 95%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг, за виключенням міцності при витраті наповнювача 6%.

### 3.3.3. Час відкритої витримки $t=6$ хв (ДВП-Поролон)

Таблиця 3.16.

№ досл	X1	X2	X3	p=6	p=2	p=10	b0=	0,3587
1	60,0	6,00	6	1,06	2,33	1,83	b1=	0,0003
2	67,5	6,00	6	1,13	2,70	2,14	b2=	0,0000
3	74,9	6,00	6	1,20	3,03	2,43	b3=	0,0483
4	82,4	6,00	6	1,27	3,34	2,68	b12=	0,0003
5	89,8	6,00	6	1,35	3,63	2,91	b13=	0,0005
6	97,3	6,00	6	1,43	3,88	3,10	b23=	0,0000
7	104,7	6,00	6	1,52	4,10	3,27	b11=	0,0000
8	112,2	6,00	6	1,61	4,30	3,41	b22=	0,0000
9	119,6	6,00	6	1,70	4,46	3,52	b33=	0,0000
	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %					

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.9)

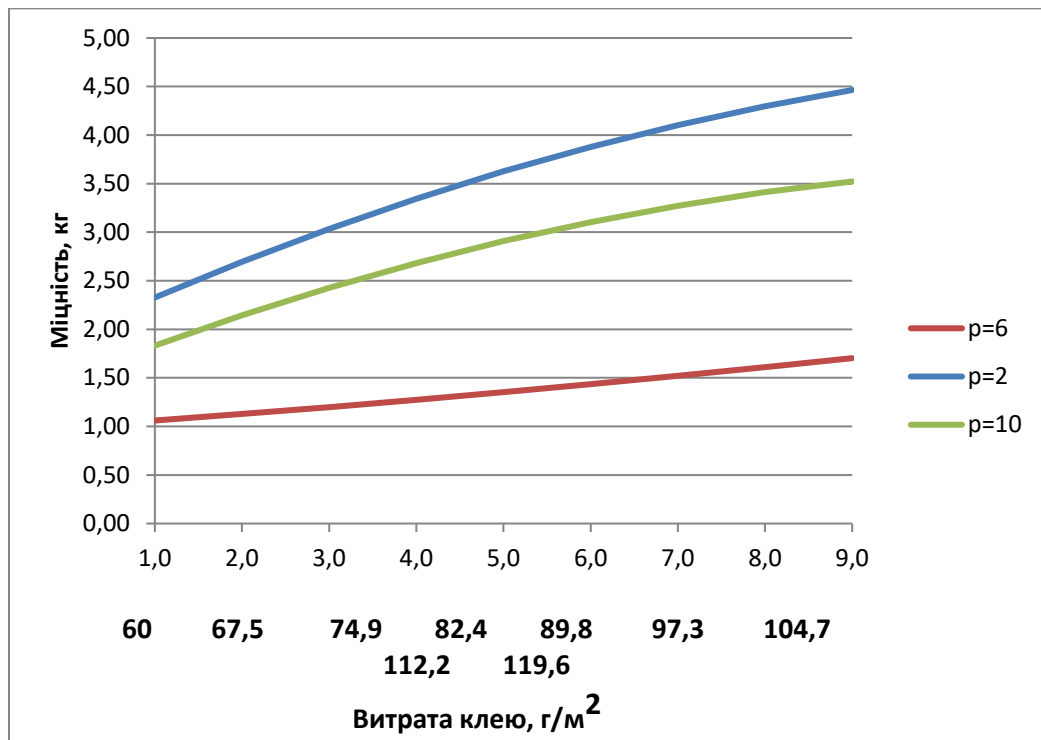


Рис. 3.9. Залежність міцності приклеювання поролону до ДВП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=6$  хв

При часі відкритої витримки  $t=6$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 120 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 61% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 61- 94%. При вмісті наповнювача (крейди) 2% міцність є найбільшою, при 10% - трохи нижча, а при витраті 6% - найнижча. Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

Зведена таблиця збільшення міцності приклеювання, %

Матеріали, що склеюють	Вміст наповнювача p,%	Час відкритої витримки t, хв		
		0,5	3,25	6
ДСП - Поролон	2	91	91	95
	6	85	78	105
	10	94	89	95
Картон- Поролон	2	94	101	100
	6	69	67	68
	10	86	101	103
ДВП - Поролон	2	100	95	93
	6	68	---	61
	10	103	94	94

В цілому міцність приклеювання зросла на 91,4% при склеюванні ДСП з поролоном, на 87,7% при склеюванні картону з поролоном і на 88,5% при склеюванні ДВП з поролоном

## 4. Охорона праці та техніка безпеки

4.1. Аналіз умов праці на дільниці склеювання настилового матеріалу з жорсткою основою та її вплив на довкілля

### 4.1.1. Загальна характеристика умов праці на дільниці склеювання

У цьому розділі питання з охорони праці будуть розглядатися для дільниці склеювання. Основна увага у даному розділі буде приділена рекомендаціям щодо утилізації клею та очищення робочого інструменту, вказівками по використанню розчинників та технікою безпеки при роботі з ними, а також захисту стічних вод і земельних ресурсів від забруднення клейовими матеріалами.

На утилізацію здавати тільки порожню тару. Засохлі залишки клею утилізувати як побутові відходи. Залишки рідкого клею утилізують хіміко - фізичним способом або спалюванням.

Інструмент, устаткування, тару, плями клею очищають розчинником до їх висихання, застарілі клейові відкладення видаляють механічним способом. Щодо розчинника, використовували марку 646, потрібно пам'ятати, що розчинники даних марок являють собою легкозаймисті рідини з характерним запахом, сильною подразнюючою дією на шкіру, слизову оболонку очей і дихальних шляхів. Тому при роботі з ними потрібно дотримуватися певних вимог по техніці безпеки, а саме:

- працівники які використовують дані розчинники повинні бути забезпечені спеціальним одягом по ГОСТ 12.4.103 [15] і засобами індивідуального захисту по ГОСТ 12.4.011[16] і ГОСТ 12.4.068 [17].

- використання розчинників відбувається в приміщеннях, які забезпечені місцевою і загальною припливно-витяжною вентиляцією по ДСТУ Б А.3.2-12:2009 [18].

- контроль небезпечних речовин у повітрі робочої зони – по ГОСТ 12.1.005 [19].

- робота з використанням розчинників повинна відповідати дійсним стандартам і нормам.

- при загорянні розчинника застосовують такі засоби пожежогасіння: пісок, пінні вогнегасники, пінні установки, тонкорозпилюючу воду, вуглекислий газ.

- з цілю охорони атмосферного повітря від забруднень повинні бути передбачені очистка повітря на газоочисних установках, контроль за дотриманням гранично допустимих викидів (ГДВ) по ГОСТ 17.2.3.02 [20] і доочистка повітря у випадку перевищення ГДВ.

- утилізація відходів розчинників відбувається шляхом їх збору і наступної переробки для повторного використання.

Крім того слід пам'ятати, що робота з розчинниками відбувається в гумових рукавицях в добре провітреному приміщенні і додають невеликими порціями при перемішуванні до одержання потрібної консистенції. При попаданні розчинника на шкіру його змивають великою кількістю води з милом.

#### 4.1.2. Захист стічних вод і земельних ресурсів від забруднення відходами клейових матеріалів

Попередження забруднення виробничих стічних вод на промислових підприємствах може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження спуску стічних вод у водоймища без очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними способами, їхнє повторне використання для технічних потреб і поливання, створення оборотних і замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на промислових підприємствах з метою зменшення кількості забруднень у стічних водах, перехід на безвідходні та маловідходні технології, скорочення забруднення територій паливно-мастильними та лакофарбовими матеріалами, мінеральними та органічними добривами, тирсою та іншими виробничими відходами, які зі зливними стоками можуть потрапляти у водоймища.

Очищення виробничих стічних вод на промислових підприємствах може здійснюватися за такими напрямками :

— очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;

— очищення стічних вод після забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водоймища;

— безперервне очищення виробничих стічних вод і розчинів на локальних очисних спорудах протягом визначеного часу, після чого вони потрапляють в обіг, і лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються і передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Основні способи очищення виробничих стічних вод поділяються на: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні.

Механічні способи переважно застосовують для очищення стічних вод від твердих частинок і масляних забруднень. Вибір схеми очищення води від таких речовин залежить від виду, кількості забруднень і необхідного ступеня очищення.

Фізичні способи очищення становлять основу термічного очищення, яке застосовується для знешкодження мінералізованих стічних вод.

Хімічні способи застосовують самостійно перед подаванням стічних вод у систему оборотного водопостачання, перед спусканням їх у водоймища або міську каналізаційну мережу. В деяких випадках хімічне очищення доцільно проводити перед біологічним очищенням.

Фізико-механічні й фізико-хімічні способи широко застосовуються для очищення стічних вод на машинобудівних, деревообробних, целюлозно-паперових підприємствах, а також на заводах ДСП, ДВП, де спостерігається велика кількість забруднювачів.

Біологічне очищення — це досить поширений спосіб очищення стічних вод від багатьох органічних і деяких неорганічних речовин, що викидаються підприємствами харчової, целюлозно-паперової, меблевої промисловості.

З вище перерахованих способів очищення виробничих стічних вод найбільше розповсюджено механічне очищення для вилучення із стічних вод нерозчинених мінеральних та органічних домішок з метою підготовки до біологічного, фізико-хімічного або іншого методу очищення. Механічне очищення є попереднім, рідше – кінцевим етапом очищення стічних вод [21].

#### 4.2. Організація безпеки при виконанні роботи на розривній машині типу РМИ - 60.

До роботи на розривній машині допускаються особи, які пройшли попередній інструктаж на робочому місці з правил ТБ та ППБ і знають правила експлуатації розривної машини. Перед початком робіт необхідно: переконатися в справності вузлів і деталей машини, перевірити стан заземлення машини.

Категорично заборонено:

- працювати на машині без огороження;
- проводити ремонт машини під час роботи, а також проводити зміну плавних запобіжників, і усунення несправності електрообладнання під напругою;
- проводити випробування зразків, які вимагають навантажень більших ніж вказано в паспортних даних машини.

Про всі порушення вимог даної інструкції негайно повідомити керівника та інструктора з охорони праці [22].

## ВИСНОВКИ

За результатами виконання науково-дослідної магістерської роботи на тему: «Дослідження процесу склеювання настілових матеріалів з жорсткими основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі» можна зробити наступні висновки:

- проведений аналіз літературних джерел з даного питання;
- вибрана методика дослідження для досягнення мети поставленої при виконанні роботи;
- вибрані необхідні матеріали і інструмент та вимірювальні прилади для проведення експериментальних досліджень;
- проведені експериментальні дослідження визначення фізико-механічних параметрів клейового з'єднання настілових матеріалів до жорстких основ, а саме міцність на нерівномірний розрив;
- за даними експериментальних досліджень побудовані моделі залежності міцності від часу відкритої витримки та витрати клею;
- встановлено, що додавання в клей ПВА крейди веде до збільшення його в'язкості, підвищує практично в два рази міцність склеювання;
- недолік такого клею полягає в тому, що він нестабільний, оскільки крейда випадає в осад і це вимагає постійного перемішування клею.

У розділі охорона праці надані рекомендації щодо забезпечення умов безпеки праці при роботі з розривною машиною. Проведений аналіз методів очищення забрудненої полівінілацетатом води, яка виникає при промиванні обладнання.

В цілому можна зробити висновок, що мета поставлена в роботі була досягнута.

## Список джерел

1. С.А. Грицак Конспект лекцій з дисципліни: «Технологія м'яких меблевих виробів»
2. Михайлівська Г.Є., Панов В.В., «Клеї для склеювання деревини», В-во «Афіша», 2003.-176 с.
3. Гупало О. П. Високомолекулярні сполуки / О. П. Гупало, Н. М. Ватаманюк.— К. Вид- во НМКВО. — 1993. — 243 с.
4. ГОСТ 17926-80 «Картон и фибра. Термины и определения»
5. ГОСТ 17317-88 «Шкіра штучна. Метод визначення міцності між шарами»
6. Кушпінт А.С. «Розробка технології склеювання деревинних матеріалів з ПВХ плівками воднодисперсійними композиціями.» (Дисертація), Львів 1997, 170 с.
7. Кшивецький Б. Я., Гупало О. П. Проблеми використання клейових з'єднань на основі термопластичних клеїв // Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. — Львів: УкрДЛТУ. — 2001, вип. 11.2. — С. 23-24.
8. ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании»
9. Грицак С.А., Кійко О.А., Кушпінт С.А. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни "Наукові дослідження в деревообробці". –Львів, 2000 – 37с.
10. Кушпінт А.С., Чопенко Н.Ф., Солоника В.Р. , Грицак С.А., Ільків М.М. Методичні вказівки: Застосування методів математичного планування для дослідження технологічних процесів деревообробного та меблевого виробництва. – Львів: НЛТУ України, каф. ТМВД, 2021. – 50 с.
11. Кушпінт А.С., Чопенко Н.Ф., , Кійко О.А. Методичні вказівки з виконання для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Наукові дослідження в деревообробленні". Частина І. "Застосування методів статистичного аналізу в деревообробленні". Частина ІІ "Застосування методів математичного планування для дослідження технологічних процесів у деревообробленні". Львів , УкрДЛТУ, - 2005- 72 с.

12. <http://uk.wikipedia.org>
13. <http://porolon.lviv.ua/>
14. <https://zotti.ua/lateksnyy-kley-denlaks-lateks-10-kg>
15. <https://isolon-west.com.ua/ua/p1623205925-klej-dlya-porolonu.html>
16. <https://prom.ua/ua/p1257007072-klej-aned-anedcoll.html>
17. <https://pl.all.biz/anedcoll-55-60-n-g99995>
18. <https://pl.all.biz/anedcoll-55-60-t-g100001>
19. <https://oberon.com.ua/ru/product/klej-pianoklej.html>
20. <https://oberon.com.ua/ru/product/klej-tapicer-20kg.html>
21. <https://legno.com.ua/ua/p563996793-klej-klejberit-dlya.html>
22. <https://www.jowat.com.ua/ru/catalog/pva-klej/>