

Форма № Н-9.02

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 еластичними 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 Влад. 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 техно-  
логій і дизайну

Кафедра

Технології меблів та виро-  
бів з деревини

Освітньо-кваліфікаційний рівень  
Спеціальність

Магістр  
187 «Деревообробні та меб-  
леві технології»

Навчальна програма

«Технології виробів з деревини»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, проф.

Кійко О.А.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Турчин Владислав Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Дослідження процесу склеювання настільних матеріалів з еластичними 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 15.01.2024

3. Вихідні дані до роботи Проаналізувати характеристика покривних і настільних матеріалів та клеїв для виготовлення м'яких меблів Розробити методика 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 посада 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	15.01.24	

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

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

## **Анотація**

У випускній магістерській роботі на тему «Дослідження процесу склеювання настільних матеріалів з еластичними основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі» було проведено аналіз матеріалів та клеїв для виробництва м'яких меблів. Матеріали, що використовуються найчастіше були взяті для проведення експериментів.

Було розроблено методику проведення досліджень, визначено змінні та постійні фактори, підбрано обладнання для виконання дослідів.

Суть дослідів полягала в визначенні міцності клейового з'єднання для різних комбінацій матеріалів і різних клеїв за змінних технологічних параметрів склеювання.

В розділі «Обробка та аналіз результатів досліджень» опрацьовані дані, отримані в ході експериментів та графічно зображено інформацію про доцільність використання того чи іншого клею при з'єднанні певної пари матеріалів за різних технологічних параметрів.

У розділі «Охорона праці» детально описано заходи запобігання розвитку професійних захворювань та нещасним випадкам при роботі з клеями. З огляду на охорону довкілля, розроблено та запропоновано заходи з утилізації відпрацьованих матеріалів.

Також робота містить загальні висновки, додатки і перелік використаних літературних джерел.

## Зміст

Анотація .....	
Вступ.....	
1. Аналіз літературних джерел.....	
1.1. Покривні матеріали .....	
1.2. Настілові матеріали .....	
1.2.1. Настілові матеріали тваринного походження .....	
1.2.2. Настілові матеріали рослинного походження .....	
1.2.3. Гумовані настілові матеріали.....	
1.2.4. Синтетичні настілові матеріали.....	
1.3. Клеї.....	
1.3.1. Клеї на водній основі.....	
1.3.2. Клеї на основі каучуків .....	
1.3.3. Клеї на основі поліуретанів .....	
2. Методика проведення досліджень .....	
2.1. Обґрунтування вибору підкладки.....	
2.2. Обґрунтування вибору приклеюваних матеріалів .....	
2.3. Обґрунтування вибору клейової композиції .....	
2.4. Вибір змінних та постійних факторів.....	
2.4.1. Постійні фактори .....	
2.4.2. Змінні фактори.....	
2.5. Обладнання для проведення експериментів.....	
2.5. Методика обробки результатів досліджень.....	
3. Аналіз результатів досліджень.....	
4. Охорона праці та техніка безпеки.....	
Висновки .....	
Літературні джерела	
Додатки.....	

## Вступ

В історії людства меблі з'явилися давно і закріпились надзвичайно надійно. Близько 25-35% меблевої галузі становлять м'які меблі. Вони є невід'ємною складовою нашого комфортного відпочинку та затишку в наших оселях. Понад 30% свого життя ми проводимо експлуатуючи м'які меблі, основними комфортоутворюючими елементами яких є гнучкі основи та покривні матеріали. Вони зазнають не лише статичних, але й динамічних навантажень. В наш час основним способом з'єднання цих матеріалів між собою є склеювання. Тобто міцність клейового шва є одним з визначальних факторів тривалості експлуатації м'яких меблів. Але попри наявність широкого асортименту клеїв, нам практично нічого не відомо про міцність з'єднань, яку вони забезпечують. Маючи на меті вибір кращої клейової композиції для забезпечення високих фізико-механічних показників склеювання було прийнято рішення проведення роботи з аналізу процесу приклеювання настилових матеріалів до гнучких основ клеями на основі ПВА.

**Актуальність роботи** визначається можливістю використовувати більш дешеві клеї для склеювання настилових матеріалів з еластичними основами модифікованими клеями на полівінілацетатній основі, оскільки ці клеї вітчизняного виробництва є значно дешевші за імпортні аналоги.

### **Мета:**

Здійснити порівняльний аналіз міцності клейових з'єднань при використанні модифікованих клеїв на полівінілацетатній основі для склеювання різних настилових матеріалів з еластичними основами.

### **Завдання:**

- проаналізувати настилові матеріали для виробництва м'яких меблів;
- проаналізувати еластичні (гнучкі) основи у виробництва м'яких меблів;
- проаналізувати клеї, призначені для склеювання настилових матеріалів з еластичними (гнучкими) основами;
- обрати матеріали для проведення експериментів;
- розробити методіку проведення експериментів;

- визначити постійні та змінні фактори процесу проведення експериментів;
- підібрати інструмент та обладнання для проведення експериментів;
- провести досліди згідно розробленої методики;
- провести обробку отриманих результатів;
- виконати порівняльний аналіз міцності клейового шва;
- розрахувати вартість економічних витрат для різних технологічних параметрів склеювання;
- на основі результатів експерименту та економічних розрахунків зробити висновки про доцільність використання певної клейової композиції.

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

**Об'єкт дослідження:**

Об'єктом дослідження є модифіковані клеї на полівінілацетатній основі, призначені для склеювання матеріалів у виробництві м'яких меблів.

**Предмет дослідження:**

Предметом дослідження є міцність клейового з'єднання для різних матеріалів за різних технологічних умов при використанні модифікованих клеїв на полівінілацетатній основі.

## 1. Аналіз літературних джерел

Кожен виріб м'яких меблів складається з несучої конструкції та функціональних м'яких елементів – м'яких сидінь, спинок та знімних подушок. При виробництві м'яких елементів меблів матеріали повинні застосовуватися залежно від своїх фізико-механічних характеристик: поверхневої щільності, несучої здатності, податливості, тощо. Грамотне застосування кожного з типів матеріалів дозволяє спростити технологічний процес виготовлення м'яких меблів, знизити трудовитрати, збільшити продуктивність праці, а також підвищити довговічність експлуатації м'яких меблів. За типами, матеріали, що входять до складу м'яких елементів меблів, поділяються на настилові, покривні та лицювальні. [1]

### 1.1. Покривні матеріали

**Покривні матеріали** використовують в якості проміжного шару між настиловими матеріалами та облицювальною тканиною і між пружно-еластичними елементами (такими як пружини, пружинні блоки, сітки, стрічки, джгути, тощо) та настиловими матеріалами для зменшення тертя, що мало б призвести до збільшення терміну експлуатації настилових матеріалів та виробу взагалі. Окрім цього покривні матеріали використовують для зміцнення швів та оббивки невидимих частин м'яких меблів. Традиційними покривними матеріалами є мішковина, бязь і міткаль. В даний час переважно використовуються дешеві неткані матеріали на основі відходів бавовни, віскози, лавсанового волокна чи на синтетичній основі. [1]

**Мішковина** — це груба міцна тканина, що виробляється з товстої пряжі полотняним переплетенням ниток. Пряжа для мішковини виготовляється з грубостебельних (жорстких луб'яних) волокон: джуту, кенафу, канатника, конопель тощо. [1]

**Бязь** являє собою бавовняну щільну тканину полотняного переплетення, паперове полотно. Бязь випускається сировою (необробленою) і біленою, набивною або ж гладкофарбованою. Білена бязь зазвичай називається полотном. Бязь є дешевшою за міткаль. Стійка до стирання. Також варто відзначи-

ти гігієнічність, екологічну чистоту, легкість, здатність довгі роки зберігати яскравість малюнку, низький ступінь зминання. [1]

**Міткаль** - сувора тонка бавовняна тканина полотняного переплетення. Складається тканина з досить товстих ниток не вибіленої пряжі, зазвичай має сіруватий відтінок. [1]

Сучасні покривні матеріали відрізняються від класичних тим, що ці полотна виготовлені з волокон, ниток або інших видів матеріалів без застосування прядіння і ткацтва. **Неткані матеріали** мають широке застосування при виробництві засобів гігієни, меблів, взуття, автомобілів, жалюзі, у садівництві, будівництві, а також для упаковки, тощо. Переваги таких матеріалів полягають в тому, що вони стійкі до дії мікроорганізмів, можуть вироблятися з текстильної сировини різної якості та замінювати більш дорогі матеріали. Недоліком є екологічний вплив в процесі виробництва таких тканин. [1]

## **1.2. Настілові матеріали**

Настілові матеріали використовуються в якості основних матеріалів, які визначають пружність, м'якість і якість виробу в цілому та формують такі важливі показники комфортності м'яких меблів, як податливість і несуча здатність. Конструкція і функціональне призначення меблів визначають товщину і щільність настілових матеріалів для формування м'яких елементів. Відомо чотири групи настілових матеріалів: тваринного і рослинного походження, гумовані і синтетичні. [1]

### **1.2.1. Настілові матеріали тваринного походження**

До настілових матеріалів тваринного походження входить волосся, вовна, щетина, пташині пера і пух. [1]

**Кінське волосся** - це пружний і натуральний матеріал, одержаний з хвостів і грив коней. Завдяки обробці латексом, він відмінно підвищує жорсткість спального місця, забезпечує достатню пружність, а також має прекрасні амортизаційні властивості. Сама структура кінського волоса, нагадує структуру вовни - він так само пропускає повітря, добре абсорбує

вологу (при цьому залишаючись абсолютно сухим) і відмінно її випаровує, а також не розшаровується та не накопичує пил і шкідливі мікроорганізми. [2]

**Вовна** по своїй будові близька до волосся, але відрізняється від нього більшою хвилястістю, тому є більш цінною. Застосовується в суміші з волоссям. [1]

**Щетина** відрізняється більшою пружністю, еластичністю і міцністю. Використовується частіше в суміші з волоссям, вовною і рослинними волокнами. Як настиловий матеріал, вона використовується для виготовлення і формування бортів високоякісних меблів. [1]

**Пух і перо** мають високу пружність, малу теплопровідність і м'якість. Застосовуються для набивання подушок, перинок, на матрацників і напірників. [1]

**Повсть (войлок)** - цупкий нетканий текстиль, виготовлений способом валяння вовни і хутрових відходів або формуванням і тепловою обробкою суміші мінеральної вати та зв'язуючої речовини (наприклад, бітуму).. Використовується в якості прокладок та як ущільнюючий, тепло- і звукоізоляційний матеріал.

Випускають повсть у вигляді стрічок, пластин, готових деталей, тощо. Розрізняють повсть технічну, побутову, будівельну і протипожежну. Побутову повсть застосовують у виробництві взуття та м'яких меблів. [1]

### **1.2.2. Настилкові матеріали рослинного походження**

До цієї групи відносяться рослинні волокна морських трав, рослин розових, осокових, пальмових, капкових, злакових і деревних. [1]

Настилкові матеріали рослинного походження одержують із стебел (льону, коноплі, джуту), листя (маніли, сизалю) чи плодів (капок, кокос). Основною будови рослин є рослинна клітина - волокно.

Клітини рослин, використовуваних для виробництва настилкових матеріалів, складаються в основному з целюлози. Целюлоза волокон, що утворюють рослину чи її частину, зв'язана клейкими чи крихкими речовинами. Перше місце серед них у рослинних волокнах займають лігнін і пектин.

Лігнін легко розкладається під час обробки рослин і під впливом лугів. Пектин розкладається в слабких розчинах лугів і кислот.

Методи облагороджування рослинної сировини зводяться до звільнення целюлозних волокон від речовин, що обумовлюють крихкість таких волокон.

Морські і річкові трави містять мало крихких речовин і не вимагають спеціальної обробки для їхнього видалення.

**Мочало** виробляється з луб'яної частини кори липи. В даний час мочало як настиловий матеріал у виробництві м'яких меблів застосовується рідко. [1]

**Кокосова койра** - це волокно кокосової пальми. Отримують його з міжпліддя кокосового горіха. Унікальними властивостями цього продукту є міцність та зносостійкість. Волокно не піддається гниттю. Лігнін протистоїть процесам розкладання навіть у самому вологому кліматі. Цей матеріал абсолютно не вбирає вологу.

Створений матеріал є дуже пружним, скріплюється клейовими розчинами на основі латексних компонентів. Матеріал гіпоалергенний, володіє видатними бактерицидними властивостями. Досвіду деструкції матеріалу в звичайних умовах немає. Важливий показник якості - відсутність розшарування на зрізах і однорідність клейового просочення. [2, 8, 14]

**Мексиканське волокно** є дуже хорошим настиловим матеріалом, що одержують з юки, алое і деяких видів агави, які виростають у Мексиці. Найбільш широке застосування одержали фібер і сизаль, що можуть застосовуватися як настиловий матеріал у чистому виді чи в суміші з іншими настиловими матеріалами. [1]

**Сизаль** - натуральне грубе волокно, що отримується з листя рослини *Agava sisolana* з роду Агава, іноді сизалем називають і саму рослину.

Дані волокна виділяють зі свіжого листя, як правило без спеціальної обробки. Декортикаційні машини мнуть і розчавлюють листя, в результаті відділяється волокно, яке потім промивають, сушать на сонці і обробляють

щітками. Елементарні волокна блискучі, жовтуватого кольору. Йде на виготовлення канатів, стрічок, шпагату, пакувальних (тарних) тканин, класичних мішеней для дартсу, мочалок, щіток і т. п. [12]

**Пальмове волокно** одержують при обробці листя карликової пальми, що виростає в Африці. Листки скручують у джгути, звивають і сушать, після чого гнучкі й еластичні волокна піддають вторинній обробці. Пальмове волокно має велику пружність і значну міцність. Особливо високим є показник міцності до стирання.

**Осокові.** Значна частина осок придатна для виробництва настилових матеріалів. До них відносяться: двотичинкова, гостровидна, пушисто-плодова, водяна, метельчата, берегова й ін. Довжина листка осоки доходять до 1 м і ширина до 23 мм. Найбільш придатною для використання в якості настилового матеріалу для м'яких меблів є болотна довголиста осока. За своїми фізико-механічними показниками і перетираємістю осокові поступають рогозовим. [1]

**Капок** являє собою подібне на шерсть волокно, одержуване з плодів капкового дерева, що виростає в Африці, Індії й Індонезії; є коротким, вологостійким, з малою об'ємною вагою волокном жовтуватого кольору. Є ряд рослин з волокнами, близькими до капкових. Однією з них є бавовна.

В якості настилового матеріалу волокно **бавовни** застосовують у виді вати, що являє собою пухку масу, утворену переплутаними між собою волокнами. Бавовняне волокно по ступені зрілості, вологості, величині розривного навантаження, хвилястості й іншим ознакам розділяють по сортах. Бавовняне волокно надходить на переробні підприємства в тюках, де його очищають від бур'янистих домішок, рихлять, чешуть і намотують на барабани у виді рулонів. [1]

**Ватник** бавовняний являє собою шари вати, покриті покривною тканиною з однієї чи двох сторін і прошиті нитками. Виготовляють ватники на потоковій лінії, що складається з трьох верстатів: ножиці для подовжнього рі-

зання покривної тканини, 14-голкова швейна машина і верстат для різання ватників по довжині.

Покривна тканина з рулону з розмотувального пристосування надходить на верстат для поздовжнього різання, де розрізається на задану ширину дисковими ножами.

Після поздовжнього різання тканина подається на стіл 14-голкової швейної машини, на якому з агрегату з ватою розстеляється кілька шарів. Сформований ватяний настил на тканині подається в рифлені ролики для ущільнення, і потім на прошивання 14 паралельними рядками одночасно. За швейною машиною механічний ніж розрізає смугу на задані по довжині ватяні заготовки.

**Ватин** - шар вати розстеляють, ущільнюють і прошивають нитками.

**Ватилін** бавовняний - шари бавовняної вати чи іншого матеріалу, верхні яких проклеєні емульсією з однієї чи двох сторін. До складу емульсії входять: казеїн технічний - 20%; каніфоль - 6%; натрій їдкий - 5%; вода - 69%. Виготовляють ватилін з бавовняної волокнистої сировини, штучних і синтетичних волокон, а також волокнистих відходів бавовнопрядильного і льняного виробництва та відходів штучних і синтетичних волокон.

Виготовлення починається з очищення і розпушування волокон, чесання волокнистої маси і потім формування, ущільнення і просочування маси смолами. [1]

**Злакові.** Солому злакових - культурних чи дикоростучих, - можна обмежено застосовувати як настиловий матеріал при довжині стебла не менш 200 мм, з дикоростучих злаків найбільший інтерес представляє чий.

**Чий** - дерновидний, дикоростучий багаторічний злак з однолітніми, щорічно поновлюваними наземними пагонами. Значні зарості чия знаходяться в Казахстані, Киргизії, Західному і Східному Сибіру. Волокно чия добувають з листя і стебел, які мають велику пружність і твердість. Після спеціальної обробки виходить високоякісний волокнистий настиловий матеріал.

**Житня солома** пресована і кілька разів тріпана являє собою довгі і товсті волокна. Хімічно оброблене волокно соломи за фізико-механічними показниками нижче морської трави, пальмового волокна, волокна чия, тому застосування його як настилового матеріалу обмежено. В окремих не високоякісних видах м'яких меблів воно використовується для формування бортів і наповнення валиків. [1]

**Морська трава** або Взморник чи Зостера - рід морських багаторічних трав сімейства Взморникових. Росте в основному на мілині або на глибинах від 1 до 4 м (рідше на 10 м і більше), найчастіше на м'якому мулистому або піщаному дні в спокійних водах бухт і заток.

Під назвою «морська трава» в основному мають на увазі висушене листя «взморника морського» і меншою мірою інші види морських рослин, використовувані для набивання матраців та м'яких меблів, а також в якості пакувального матеріалу, добрива та для виробництва будматеріалів. Морська трава - це один з кращих набивочних матеріалів і перевірений часом настиловий матеріал. Наповнювачі з морської трави зазвичай рекомендуються людям, що потерпають від алергічних реакцій. Більше того, морська трава під впливом тепла людського тіла виділяє йод, який є корисним для організму. Наповнені морською травою м'які меблі довговічні, пружні, не бояться вологості, міцні і відмінно вентилуються.

Для того щоб виготовити з морської трави наповнювач для м'яких меблів, її волокна переплітають між собою в коси і прошивають їх крізь тканину (як правило, мішковину з натуральних волокон). Морська трава практично не втрачає і не змінює своїх властивостей під час всього терміну експлуатації, до того ж вона довговічна.

Морська трава характеризується високою міцністю, пружністю, вентиляція, а також стійкістю до вологи, володіє елементами ароматерапії, гіпоалергенними властивостями, довговічна, має високі амортизаційні, ортопедичні та лікувальні властивості. [12]

**Філоспадикс** менш пружний ніж морська трава, але краще перетирається. Листи філоспадикса мають більш задерев'янілу тканину, ніж листя морської трави. Довжина їх досягає 1,5...2 м при ширині 3 мм і товщині 0,5 мм. Виростає філоспадикс у водах Тихого океану. [1]

**Картон технічний.** Чіткої межі між папером і картоном немає. Згідно ГОСТ 17926-80 [2], папером називається «матеріал з масою квадратного метра до 250 г, що складається переважно з рослинних волокон, зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення, в якому можуть міститися склеюючі речовини, мінеральні наповнювачі, хімічні і натуральні волокна, пігменти і барвники». Картоном, в свою чергу, називають «матеріал, що складається переважно з рослинних волокон, що відрізняється від паперу більшою товщиною і масою квадратного метра». За німецькою класифікацією, картоном вважається папір з масою 1 м<sup>2</sup> більше 150 г. Більшість фахівців вважають картоном папір товщиною понад 0,2 мм або будь-який багат шаровий папір.

При виробництві картону основними технологічними операціями є розмелювання, відлив, пресування і сушка – тобто ті ж самі операції, що й при виробництві паперу. Але в якості сировини для виробництва картону частіше використовують речовини з більш грубими і жорсткими волокнами - буру деревну масу, напівцелюлозу, сульфатну целюлозу та макулатуру.

Картон буває одношаровим і багат шаровим. Внутрішні шари багат шарового картону зазвичай відливають з дешевших композицій, зовнішні шари - з міцнішого і дорогого волокна.

Основними характеристиками картону є: граммаж (маса 1 м<sup>2</sup>), товщина, вологість. До числа спеціальних технічних показників відносяться: здатність до поглинання, електроізоляційні властивості, деформація при зволоженні і висушуванні та інші. [2, 12]

### **1.2.3. Гумовані настилові матеріали**

Гумовані волокнисті матеріали отримують шляхом просочення натуральних (кінський волос, морська трава) або синтетичних волокон натуральним латексом з подальшою його вулканізацією. М'які формовані елементи з та-

ких волокон гігієнічні, повітропроникні, володіють високими пружними властивостями, довговічні, не втрачають форми, не чутливі до коливань температури. Їх щільність 40-85 кг/м<sup>3</sup>, залишкова відносна деформація стиснення - 10%. Гумовані матеріали володіють високою пружністю та жорсткістю[1].

#### **1.2.4. Синтетичні настилові матеріали**

У виробництві меблів знайшли широке застосування поропласт поліуретановий (поролон), губчаті вироби з латексу, хімічні волокна, полівінілхлорид і ін. У більшості випадків синтетичні полімери витіснили матеріали, що вважалися традиційними (вата, мочало). [1]

**Пінополіуретан** – належить до групи газонаповнених пластмас, які на 85-90 % складаються з інертної газової фази. Слово «поролон» - це торгова назва еластичного пінополіуретану.

Поролон не шкідливий, не виділяє пилу, не викликає алергію, не пліснявіє. Поролон використовується при виготовленні багатьох предметів побуту: меблів, постільних речей, елементів деталей автомобілів, іграшок і т.д. Мабуть, єдина негативна властивість поролону - це його горючість, адже при горінні поролону виділяється шкідливий газ. [1, 13]

Існує два способи виробництва поролону: періодичний і безперервний.

Періодичним способом поролон виготовляють вже понад півстоліття. Порцію піни вливають в ящик, де вона піднімається як дріжджове тісто, після чого бічні стінки ящика відкриваються. Поролон, отриманий таким способом, не вирізняється високою якістю.

При безперервному способі сформована піна рухається по конвеєру і показники якості такого поролону стабільніші.

Основними фізико-механічними показниками поролону є щільність, жорсткість, повітропроникність, розмір ячейки, еластичність, залишкова деформація, міцність на розрив, відносне видовження.

Для оцінки високоеластичних пін використовують ще два показники: коефіцієнти опори та комфорту.

Основною характеристикою, від якої багато в чому залежать всі інші, є щільність поролону. Наприклад, якщо мова йде про стандартний поролон з щільністю  $25 \text{ кг/м}^3$ , то напруга стиснення буде знаходитися в рамках 3,4-3,5 кПа. В основному саме від щільності залежить довговічність поролону і чим вона вища - тим довшим є термін його експлуатації. Враховуючи, що блок поролону неоднорідний, щільність вимірюють у різних точках по висоті зрізу, а потім враховують середню величину щільності.

Напруга стиснення поролону характеризує жорсткість поролону і відповідно до міжнародного стандарту ISO 3386 DIN 5377, показує, яку силу в кПа потрібно прикласти до зразка поролону, щоб стиснути його на 40 %. Деякі виробники штучно підвищують жорсткість поролону, навмисно використовуючи рецепти його виробництва з напівзакритою структурою (такий поролон видає тріск при натисканні), але після того, як на такий поролон натиснули, відбувається механічне відкриття порожнин і поролон набуває природну нижчу жорсткість.

Межа міцності при розриві відображає зусилля, а відносне видовження при розриві - розтягнення, яких потрібно досягти, щоб зразок розірвався. Для стандартного поролону щільністю  $25 \text{ кг/м}^3$  ці показники становлять відповідно 120-140 кПа і 240-280 %.

Еластичність. Вимірюють за допомогою спеціальної кульки, оцінюючи висоту її відскоку після вільного падіння на зразок поролону з певної висоти. Чим жорсткіше поролон, тим він менш еластичний. Високоеластичний поролон марки HR (комерційна назва «латексний поролон», також називають «штучним латексом») відрізняється від поролону інших марок не тільки еластичністю, але і меншим коефіцієнтом залишкової деформації.

Залишкова деформація, в свою чергу, є однією з найбільш важливих характеристик якості поролону та відображає його здатність зберігати свої розміри і форму в процесі експлуатації. При заданій температурі і вологості повітря зразок поролону стискають на 50 % і в цьому стані витримують певний час. Після зняття тиску визначають на скільки відсотків зменшився зра-

зок щодо первинних розмірів. Чим більше відхилення, тим більше його залишкова деформація. Тобто при високій залишковій деформації поролон не можна використовувати для виготовлення сидінь м'яких меблів. Чим вище щільність поролону - тим менше його залишкова деформація.

Показники комфортності. Це коефіцієнт комфорту і коефіцієнт опори. Перший характеризує приємне відчуття на дотик і м'якість поролону при малому стисненні, а другий - здатність поролону краще утримувати і розподіляти зусилля, викликане при переміщенні зверху великого навантаження.

$$K_{\text{комф}} = \frac{F_{20}}{F_5} \quad (1.2.1)$$

де  $F_{20}$  - сила при 20% стисненні, кПа;  $F_5$  - сила при 5% стисненні, кПа

$$K_{\text{опори}} = \frac{F_{65}}{F_{25}} \quad (1.2.2)$$

де  $F_{65}$  - сила при 65% стисненні, кПа;  $F_{25}$  - сила при 25% стисненні, кПа

Чим вище показники комфортності, тим краще поролон. Ці показники застосовують зазвичай для високоеластичних марок поролону.

Для забезпечення максимальної комфортності своєї продукції виробники м'яких меблів і матраців часто використовують принцип багатошаровості: в якості верхнього настільного шару вони використовують марку поролону з високим значенням коефіцієнта комфорту, а в якості нижнього шару - марку поролону з високим значенням коефіцієнту опору.

Крім перерахованих вище показників якості поролону заслуговує на увагу перевірка на втомну міцність (деформації) поролону при циклічному стисненні.

Перевірка поролону методом циклічного стиснення передбачає безперервне стиснення зразка поролону на 50% протягом 250 000 раз, після чого вимірюється його залишкова деформація. [13]

У виробництві меблів і матраців використовують такі типи поролону: стандартні, підвищеної жорсткості і жорсткі, м'які, суперм'які, високоеластичні, спеціальні (негорючі і в'язко-еластичні).

Стандартні марки поролону (ST) виробляються на базі одного, так званого стандартного (або базового) поліолу і характеризуються залежністю жорсткості від щільності (наприклад, стандартний поролон щільністю 25 кг/м<sup>3</sup> має жорсткість 3,4 кПа, а щільністю 30 кг/м<sup>3</sup> - 3,8 кПа).

Поролон підвищеної жорсткості (EL) або жорсткий (HL) вимагає, на відміну від стандартного, використання в рецептурі додаткового поліол-полімеру (або у випадку жорсткої піни - лише поліол-полімеру), який надає поролону потрібну жорсткість.

Високоеластичні марки поролону (HR), використовувані для дорогих комфортних меблів і матраців, виробляють тільки на базі спеціальних поліолів, причому для отримання широкого спектру високоеластичної піни потрібна система з двох або трьох поліолів. Система обов'язково включає спеціальний поліол-полімер і поліол-розчинник.

Високоеластичний поролон, отриманий на базі одного поліол-полімеру, так само, як і стандартний, характеризується певною залежністю жорсткості поролону від його щільності (наприклад, поролон щільністю 35 кг/м<sup>3</sup> має жорсткість 3,5 кПа, а щільністю 40 кг/м<sup>3</sup> - 4 кПа).

Високоеластичний поролон, отриманий шляхом використання тільки одного поліолу-розріджувача, має низьку жорсткість (наприклад, поролон щільністю 30 кг/м<sup>3</sup> має жорсткість всього 1,8 кПа).

В'язко-еластичні марки поролону останнім часом широко застосовують у матрацному виробництві. Для їх отримання потрібні не тільки спеціальні поліоли, але й спеціальні ізоціанати (ТДІ 65/35 або МДІ). [1, 13]

Стандартні марки в світі зараз поступово витісняються марками з поліпшеними характеристиками. Але на нашому ринку стандарт як і раніше займає чільні позиції. Важливо пам'ятати, що поролон щільністю 25 кг/м<sup>3</sup> і нижче в Європі використовується як пакувальний, в той час як на ринку СНД він переважає і часто використовується меблевиками при виготовленні м'яких меблів.

Для спинок, підлокітників і підголівників може використовуватися стандартний поролон щільністю 25-30 кг/м<sup>3</sup>, а для сидінь і матраців можна використовувати матеріал з щільністю вище 30 кг/м<sup>3</sup>. Поролон підвищеної жорсткості щільністю 25-30 кг/м<sup>3</sup>, на відміну від стандартних марок, може використовуватися при виготовленні сидінь і матраців з урахуванням планованих на них навантажень (60-80 кг). При щільності понад 30 кг/м<sup>3</sup> обмежень за навантаженням немає. Тут не можна не зробити одне важливе зауваження: справа в тому, що виробникам меблів і матраців країн СНД поролон надходить зазвичай в упакованому вигляді, стиснутий в об'ємі у 4-6 разів. Після розпакування та розкрутки рулону його якість суттєво падає. Наприклад, якісний поролон марки EL 2540 після розкрутки має жорсткість 3,2 кПа замість 4 кПа, а неякісний ще менше. Тому в країнах Західної Європи поролон не стискається при транспортуванні.

Високоеластичний поролон використовується для виготовлення дорогих меблів. Для забезпечення максимальної комфортності своєї продукції виробники м'яких меблів і матраців часто використовують принцип багатошаровості: в якості верхнього настилового шару вони використовують марку з високим показником коефіцієнта комфорту, а внизу - марку з високим коефіцієнтом опору. Незважаючи на відносну високу вартість, високоеластичні марки з кожним роком знаходять все більше застосування.

Підводячи підсумок, можна, по-перше, сказати, що при виборі поролону на перше місце слід ставити його функціональне призначення, а потім вартість (не можна використовувати марку ST 2534 на сидіння, хоч вона і найдешевша, оскільки таке застосування суттєво зменшує термін експлуатації сидіння). По-друге, порівнюючи виробників, важливо розглянути показники якості кожної конкретної марки і пам'ятати, що той поролон краще, у якого еластичність, міцність на розрив та відносне видовження при розриві вищі, а залишкова деформація нижче. [1, 13]

**Латексна піна** - матеріал, до складу якого входить сік гевеї (натуральний каучук). Латексна піна складається з каучука, мила, вулканізуючого реа-

генту. Всі ці складові ретельно змішуються в апараті за температури 100° С. Піна заливається в спеціальні форми і вулканізується. Отримана заготовка виймається з форми. Готовий блок послідовно очищається від залишків піни, сушиться при температурі 120 °С, тестується на жорсткість, зважується і упаковується.

Максимальний вміст каучуку, можливий в цьому матеріалі, становить 85%; оптимальний для використання в матрацному виробництві - від 45% до 65%, саме при такому процентному вмісті каучуку отримана латексна піна володіє належною еластичністю, пружністю (завдяки натуральному каучуку) і зносостійкістю (завдяки присадкам).

Натуральний латекс володіє високою еластичністю, самовентиляцією, зносостійкістю, гіпоалергенністю, гігієнічністю і є безшумним матеріалом.

Латексна піна застосовується при створенні пружинних і безпружинних матраців. Так у пружинних матрацах латексна піна служить в якості високоеластичного наповнювача, який надає пружність матрацу, а в безпружинних матрацах латексна піна застосовується у вигляді монолітного блоку. Матрац здатний відновлювати свою первинну форму, тим самим він захищений від вм'ятин і зношування з часом. Матрац не накопичує тепло. Латексна піна вбирає всі вібрації тіла під час сну. Не утворює синтетичної електрики, не виділяє шкідливих речовин.

Термін служби латексного матрацу - 10 років. [12, 13]

**Синтепон** - класичний матеріал, що використовується в меблевій індустрії в якості м'якого прошарку між оббивною тканиною і основним формотворчим елементом. [12] З його допомогою меблі набувають гарного зовнішнього вигляду, пишної форми і максимальної комфортності. Синтепон легкий, об'ємний, пружний нетканий синтетичний матеріал, що володіє хорошими теплозахисними, теплоізолюючими (витримує мороз до -15 °С) та експлуатаційними властивостями. В ньому не заводиться міль, пилові кліщі і цвілеві грибки. Гіпоалергенний. Придатний до прання в домашніх умовах.

Серед недоліків можна розглядати зносостійкість матеріалу. Часті прання порушують структуру волокон, змінюють зовнішній вигляд самого виробу і навіть знижує теплоізоляційні властивості.

Синтепон поділяють на:

- синтепон об'ємний
- синтепон об'ємний з порожнистого силіконізованого волокна
- синтетичний пух - "Skyron"
- полотно неткане, голкопробивне
- полотно неткане голкопробивне, термосерплене-геотекстиль

Випускається у вигляді нетканих полотен щільністю від 80 до 500 г/м<sup>2</sup>, шириною 1,5-1,7 метра. Для зручності транспортування полотно змотують сувоями довжиною від 20 до 50 метрів, а потім вакуумують. Об'єм одного рулону становить 0,21 м<sup>3</sup>.

Також розрізняють кілька видів синтепону: синтепон на силіконовій основі (термоскріпленний), шерстепон, синтепух.

**Синтепон на силіконовій основі** - це полотно, яке складається з поліефірних силіконізованих волокон і скріплене способом термічної обробки. Синтепон на силіконовій основі, в порівнянні зі звичайним синтепоном, значно швидше відновлюється і не втрачає своїх первинних якостей. Використовується у виробництві меблів, ковдр, подушок, іграшок і т.п. [1, 12]

**Шерстепон** - це овеча вовна прочесана певним способом, але скріплена синтетичними волокнами. Завдяки своєму складу матеріал майже не збивається і не кошлатиться. Співвідношення натуральної вовни і синтетичного волокна становить 80 % до 20%. Використовується у пошитті верхнього одягу, спальних мішків, конвертів, подушок і ковдр, рідше в пошитті верхнього дитячого одягу (так як віддається перевага натуральним або більш дорогим матеріалам). [1, 12]

**Синтепух** - це повністю синтетичний наповнювач, виготовлений методом прочісування поліефірного волокна. Якщо порівнювати з натуральним

пухом - тепліший. Використовується в тих же сферах, що і звичайний синтепон і шерстепон. [1, 12]

### 1.3. Клеї

Клеями прийнято називати речовини або композиції, що при нанесенні на з'єднувані поверхні здатні за певних умов тверднути, міцно з'єднуючи ці поверхні. Говорячи про певні умови, мають на увазі: нагрівання або охолодження, висушування або хімічні реакції, внаслідок котрих утворюється клейовий шов (клейове з'єднання).

Основна мета склеювання — одержання міцного з'єднання, що забезпечує потрібну якість клеєного виробу протягом певного часу експлуатації. Крім того, до процесу склеювання ставляться ще специфічні економічні та технологічні вимоги, виконання яких залежить від багатьох факторів — конструкція виробу, специфіка склеюваних матеріалів, вид клею, технологія склеювання.

Головною перевагою склеювання є здатність міцно і швидко з'єднувати різноманітні матеріали із створенням суцільних клейових шарів із великими контактними поверхнями.

Властивості клейового шару більшою мірою залежать від основи клеїв. У меблевому виробництві використовують клеї на основі канчуків, води та на основі поліуретанів. [3, 12]

#### 1.3.1. Клеї на водній основі

**Aned Professional P-1 58-60.** Клей на основі водної дисперсії синтетичних смол з добавкою пластифікатора, наповнювача та опоряджуючих речовин. Застосовується для склеювання різних видів поролону, автомобільних сидінь, підголівників, поролону з деревиною, джгутом, повстю, натуральною та штучною шкірою, а також тканин та інших текстильних матеріалів. Клей можна наносити пістолетом. [14]

**Клеї групи Curvalin** є водною дисперсією, яка має властивості дуже схожі з властивостями клеїв на основі органічних розчинників. Мають високу початкову силу склеювання і характеризуються чудовою поведінкою при склеюванні деталей під напругою, а також володіють відмінною жаростійкістю. Призначені для склеювання поліуретанового або латексного пінопласту

між собою або з текстилем, нетканими матеріалами, деревиною, фанерою та картоном.

При роботі з клеями можна користуватись насосами. Нанесення виконується стандартними HVLP-пістолетами. Перед початком роботи варто переконатись, що всі матеріали, що контактують з клеєм, зроблені з нержавіючої сталі та не містять міді. Якщо потрібна висока сила склеювання - слід наносити клей на обидві поверхні і дати висохнути нетривалий час. Стандартне склеювання може проводитися з нанесенням тільки на одну поверхню. Також варто, щоб як мінімум одна зі склеюваних поверхонь дозволяла волозі випаровуватися.

Цій групі властиві наступні характеристики:

- основа - модифікована поліхлорпреновая дисперсія
- сухий залишок ~ 58 %
- щільність ~ 1,00 г/см<sup>3</sup>
- колір білий, червоний, рожевий
- діаметр сопла 1,0 - 1,3 мм
- час полімеризації ~ 24 год
- очищувач та розчинник - вода

Відмінні значення параметрів для клеїв Curvalin D 4005 та D 3427/4 наведено в таблиці 1.3.3.

Температура зберігання не повинна бути нижче +5 °C (+40 F). Рекомендована середня температура 15-25 °C (60-80 F) і термін використання протягом 6-8 тижнів. Термін зберігання становить 3 місяці. [15]

**Jowatac 414.10** Клей на базі водної дисперсії. Наносять на одну або дві склеювані заготовки. Не потребує відкритої витримки. Застосовується для склеювання піноматеріалів, дерева, ДВП, гуми, пластика, нетканого матеріалу, різного виду пластмас між собою і до металу. Утворений клейовий шов є м'яким та володіє високою теплостійкістю.

Основою є сополімер. Сухий залишок 55%, в'язкість 400 мПа·сек. Може наноситись пістолетом-розпилювачем, пензлем або шпателем. Можливий

час відкритої витримки становить 5-15 хв. Колір безбарвний. Відпускається упаковками по 23 кг, 180 кг.

Доцільне використання з прискорювачем Йоватак ® 414.80 у співвідношенні 12:1. Витримка 2 хв.

Для очищення рекомендовано засіб Jowat 192.40. [16, 17]

**Група клеїв SABA [18]** – клеї на водній основі, призначені для склеювання поролону та інших матеріалів у виробництві м'яких меблів та матраців. Наносяться розпиленням. Тиск розпилення - 2-3 бар, відстань від пістолета до склеюваної поверхні не менше 30 см.

Особливості:

- висока початкова адгезія
  - гнучкий і м'який клейовий шов
  - можливість одностороннього нанесення
  - висока початкова адгезія при склеюванні поролону з дерев'яними поверхнями
- розчинник - 0%

**SABA Aquabond** - це двокомпонентний клей. Розпорошується спеціальним пульверизатором, пристосованим для двокомпонентного склеювання. Клеєм покриваються поверхні обох деталей, і склеюються не пізніше ніж через 8 хвилин при сильному стисненні.

**SABA Aquatherm** - це однокомпонентний (термореактивний) клей на основі води, що реагує під дією високої температури. Після нанесення спеціальними пульверизаторами на поверхні обох деталей, клею дають висохнути і протягом 48 годин з'єднують під пресом за температури не менше +65 °С. [18]

Особливості:

- склеювання обов'язково має відбуватися при високій температурі
- після висихання клейовий шов не відчутний
- висока термостійкість
- вміст розчинника - 0%

**SABA HydroTack** - це однокомпонентний клей на основі води. Поверхні обох деталей покрити клеєм і з'єднати не пізніше ніж через 12 хвилин після нанесення, добре стиснути.

**SIMALFA** [18] є багаторазово перевіреним, зв'язуючим клеєм на основі води. Не містить розчинників. Клей відрізняється досконалими властивостями склеювання та високим ступенем еластичності і стійкістю до високих температур. Початкова зв'язуюча сила клею SIMALFA ® дорівнює тій силі, якою володіють клеї, що містять розчинники. Залежно від типу матеріалу, клей наноситься на одну або обидві поверхні склеювання за допомогою низьконапорного пістолету-розпилювача (HVLP).

SIMALFA ® призначений для використання в промисловості, що займається спіненими і оббивочними матеріалами, для з'єднання спінених матеріалів, тобто латексної, поліефірної, поліуретанової та поліетиленової пінки, а також склеювання деревини, деревиностружкової плити, пергаменту, юти, прогумованих волокон та ін.

Властивості:

- велика початкова сила з'єднання одразу ж після нанесення і без додаткового часу на висихання
- велика стійкість до високих температур
- відсутність розчинників
- відсутність небезпечних речовин
- не займається
- легко видаляється з інструментів за допомогою води
- можливість одностороннього використання
- великий вміст сухих речовин
- низький рівень пилоутворення
- не порушує положень про чистоту повітря

Опис продукту:

- склад: 57% розчин акрилової смоли/синтетичного каучуку у воді
- вид: молочно-білий або рожевий колір

- вміст сухих речовин: близько 57%
- щільність: близько 1,06 г/см<sup>3</sup> при 20 °С
- тиск пари: близько 130 гПа при 50 °С
- точка займання: відсутня
- температура займання: відсутня
- температура займання сухого шару клею:

температура самозаймання 450 °С DIN 54863

зовнішня температура займання 340 °С DIN 34836

- температура вибуху: відсутня
- показник рН: близько 7.5-9.2 DIN 53785
- в'язкість: Brookfield RV
- Sp. 2,20 U/хв.: Близько 900 мПа
- стійкість до розтягування: близько 600%
- стійкість до високих температур: близько 80-90 °С
- точка кипіння: 100 °С при 1013 гПа

Зберігати в оригінальній упаковці при температурі від +5 °С до +40 °С принаймні 6 місяців. Клей не є морозостійким, температура нижче 0 °С руйнує клей! Чистка ємностей та інструменту здійснюється холодною водою. Також для чищення і догляду за інструментами та руками рекомендовано засіб для очищення рук «ALFA».

Клей SIMALFA ® наноситься за допомогою низьконапірного пістолета-розпилювача для клею (система HVLP). Рекомендовано SIMALFA G1 & Walther-Pilat XIII-N. Бажаний діаметр отвору 1.8 - 3.0 мм. Обслуговування за допомогою системи вільного проходу клею або ємності під тиском. Клей можна наносити за максимального тиску 1.0 бар.

Всі частини, що безпосередньо стикаються з клеєм повинні бути виготовлені з благородної сталі (V2A) або штучних пластичних мас. В жодному разі не можна використовувати вироби з кольорових металів, алюмінію або звичайної сталі.

Клей SIMALFA ® варто наносити з двох сторін. У виняткових випадках можна застосовувати одностороннє нанесення. При нанесенні близько 40...100 г/м<sup>2</sup> (20+20 г/м<sup>2</sup>...50+50 г/м<sup>2</sup>) відповідна початкова з'єднувальна сила досягається за рахунок нетривалого стиснення поверхонь, що склеюються. При двосторонньому нанесенні клею ця сила може бути збільшена шляхом попередньої витримки поверхонь, що склеюються (близько 10 хв) з метою підсихання клею. Обробка матеріалів, що склеюються можлива протягом 15 хвилин після застосування клею. Пізніше цього часу не варто нічого переклеювати, так як це знижує остаточну силу зчеплення. Перевірку остаточної міцності зчеплення можна провести тільки після 24 годин з моменту склеювання. [19]

**Клей ПВА (полівінілацетатний клей)** [20]– це один з найпопулярніших і універсальних видів клею. Він використовується для склеювання різних матеріалів, таких як папір, картон, дерево, тканини та багато інших.

Основними перевагами клею ПВА є:

- його безпечність для здоров'я та навколишнього середовища;
- не містить шкідливих речовин, тому його можна використовувати у будь-якому приміщенні без обмежень;
- клеї ПВА добре зчіплюються з різними матеріалами, забезпечуючи міцне з'єднання;
- досить швидко висихає, тому процес склеювання не займає багато часу.
- є легким у використанні і добре розчиняється у воді, що робить його простим у видаленні, якщо він потрапив на непотрібну поверхню. Це робить його відмінним вибором для використання в школах, дитячих садках і вдома.
- клейові з'єднання мають хорошу еластичність;
- клейові з'єднання добре витримують ударні навантаження;
- при висиханні стає прозорим;

- легко змішується з іншими матеріалами, такими як фарби, щоб створювати різноманітні текстури та ефекти.

---

### **Недоліки:**

- клей має низьку водостійкість;
- низька теплостійкість клейового шва. Це пов'язано з низькою теплостійкістю полімеру-основи. При 40 °С починається розм'якшення полімеру, а при 65-70°С — він переходить у в'язкотекучий стан.
- повзучість клейового з'єднання при постійному навантаженні.

Для покращення властивостей клеї модифікують або під час виготовлення дисперсій, або при змішуванні дисперсії і олігомеру у вже готовому вигляді. Метою модифікацій є підвищення водостійкості і теплостійкості клейових з'єднань. [3, 4]

При склеюванні деревини процес проходить в три стадії:

- на першій стадії частково випаровується вода, адсорбується дисперсійне середовище і емульгатор (що також сприяє відведенню води з клейового з'єднання), і як наслідок — відбувається зближення глобул між собою.
- на другій стадії — глобули вступають в тісний контакт і відбувається їхня деформація. Вода з тимчасовим пластифікатором витісняється з міжглобульного простору, і, у міру видалення води, відбувається руйнування плівки з емульгатора — полімер у великій кількості розпочинає адсорбуватися на субстраті займаючи місця, що попередньо були зайняті дисперсійним середовищем (водою).
- на третій стадії, коли вже видалено основну частку води дисперсійного середовища з клейового шару, розм'якшені глобули, злипаючись, утворюють монолітну плівку. Проходить взаємодія полімеру і емульгатора внаслідок якої на субстраті відбувається заміна емульгатора на полімер. Процес злипання проходить за допомогою процесу автогезії.

Завдяки пластифікатору в дисперсійному середовищі полівініловий спирт і полівінілацетат набухають, глобули на їх основі м'якнуть і можуть

з'єднуватись між собою з утворенням монолітного, еластичного клейового з'єднання. [3, 4, 5]

В Україні випускаються в основному пластифікованими. Пластифікаторами служать дибутилфталат, рідше дибутилсебаціанат. Випускаються в основному однокомпонентні клеї на основі ПВА дисперсії. Основним виробником в Україні є ЗАТ «Сєвєродонецьке об'єднання АЗОТ». Найбільшого поширення набули такі торгові марки, як ПВА-М (ТУ В 6-05761672.120-97) та ПВА-МБ (ТУ В 24 6-05761672-170-2001). Згадані клеї використовуються у будівництві, при виготовленні столярно-будівельних виробів, для склеювання масивної деревини, деревинностружкових та деревинноволокнистих плит, фанери, деревинношаруватого пластику, шипових з'єднань, для личкування крайок і пластей щитових деталей натуральним шпоном, склеювання паперу, картону, скла, порцеляни, шкіри, тканин, для приклеювання лінолеуму, облицювальних плиток.

Для покращення міцності клейкої маси додають наповнювачі: каолін, тальк, крейду.

Щоб скоротити термін застигання та твердіння, використовують невеликі добавки скла, порцеляни або металу.

Для збільшення терміну зберігання клею в його склад вводять стабілізатори, до яких відносяться інгібітори стиrolу, різні нітросполуки. [20]

### **1.3.2. Клеї на основі каучуків**

**Група клеїв Anedcoll.** [21] Клеї застосовуються для склеювання пінополіуретану, пінополіуретанових частин, меблевої вати з деревостружкової плитою, деревиною без покриття та з лаковим покриттям, з картоном, крученим гумовим волосом та іншими матеріалами, використовуваними в оббивці. Служать для склеювання полістиролу, натуральної та штучної шкіри. Клеї мають дуже високу початкову міцність, після висихання шов зберігає свою еластичність.

**Anedcoll 55 - 60 N** протягом усього виробничого процесу клей відрізняється негорючістю. Перевагою клею є можливість одностороннього нанесення. Клей після висихання є негорючим.

Клей **BONIKOL T-701** [22] призначений для застосування в меблевому виробництві, для склеювання пінок всіх типів, оббивних ват між собою і з деревиною, деревиноволокнистими і деревиностружковими плитами, картоном і схожими шпалерними матеріалами. Склеює стиропор, ПВХ, руберойд. Характеризується високою адгезією і міцністю при підвищенні температури.

Клей **BONIKOL T-701** є розчином стирол-бутадієнових каучуків і модифікаторів в суміші органічних розчинників.

Фізико-хімічні властивості :

- в'язкість по стаканчику Форда №6  $V=50 \text{ см}^3$  4-6 сек
- в'язкість Brookfield мПа·с  $185,0 \pm 25,0$
- кількість сухого залишку, %  $39 \pm 2$

**Boterm GTA** [23] (клей найритовий) - це однокомпонентний клей, що представляє собою розчин синтетичних каучуків з добавкою модифікаторів в суміші органічних розчинників. Призначений для застосування у взуттєвій промисловості при склеюванні гуми з натуральною та синтетичною шкірою.

Перед застосуванням клей ретельно перемішують. Поверхні гладких матеріалів зачищають наждачним папером, потім наносять тонкий шар клею. Клеєм змазують обидві склеювані поверхні, причому поглинаючі матеріали, такі як шкіра - двічі (вдруге приблизно через 20 хвилин). Для покращення властивостей міцності гуму, покриту шаром клею, активізують при температурі близько 55 градусів за Цельсієм протягом 3 хвилин. Після з'єднання елементи щільно притискають, як мінімум на 15 секунд. Повна міцність настає після закінчення 3 діб з моменту склеювання.

В'язкість клею за чашкою Форда № 6 - 50-80 сек; вміст сухого залишку - мін 20,0 %.

Клей містить вогнебезпечні та токсичні розчинники такі як: бензин, толуол, ацетон. Роботи з клеєм слід проводити в приміщеннях забезпечених

хорошою вентиляцією та достатньо далеко від джерел вогню. Виключити можливість механічних, електричних і електростатичних іскор так як при великих концентраціях пари розчинників створюють з повітрям вибухонебезпечну суміш.

**Denlaks SPG 2077** [24] - однокомпонентний синтетичний клей на еластичній та сольвентній основі. Ефективно застосовується для склеювання поролону і пінних матеріалів та текстильних виробів. Клей наноситься методом розпилення (діаметр сопла - від 1,8 мм при тиску 3-6 бар) на одну поверхню у вигляді тонкої плівки.

Використовуються для приклеювання абсорбуючих і неабсорбуючих матеріалів, таких як гнучка поліуретанова губка і подібні матеріали до дерев'яних матеріалів та металів.

В порівнянні з подібними, клей відрізняється хорошою термостійкістю.

Технічні характеристики :

- сухий залишок 38-40 %
- в'язкість 570-630 мПа·с
- питома вага 1,18 г/см<sup>3</sup>
- колір клею бурштиновий
- витрата при розпиленні 45-60 г/м<sup>2</sup>
- тиск розпилення 3-6 бар
- температура застосування понад 15-25 °С
- відкритий час 1-5 хв (залежно від температури)
- впір шва при відриванні для з'єднання «ППУ-ППУ» - розшарування

ППУ понад 60 % поверхні

**Herkules 55-60** [25] застосовується для склеювання поролону, пінополіуретанових частин, меблевої вати з деревостружкової плитою, деревиною без покриття та з лаковим покриттям, з картоном, крученим гумовим волосом та іншими матеріалами, що застосовують для оббивки. Служить для склеювання полістиролу, натуральної та штучної шкіри. Клей володіє дуже високою початковою міцністю, після висихання шов зберігає свою еластичність.

Перевагою клею є можливість одностороннього нанесення. Клей можна наносити пістолетом.

При нанесенні методом розпилення, середня витрата клею 90 г/м<sup>2</sup>.

Суша маса 60 %.

**Pianoklej** [26] застосовується для склеювання поролону, пінополіуретанових частин, меблевої вати з деревостружкової плитою, деревиною без покриття та з лаковим покриттям, з картоном, крученим гумовим волосом та іншими матеріалами, що застосовують для оббивки. Використовується для склеювання полістиролу. Перевагою клею Pianoklej є дуже хороша адгезія в початковій стадії склеювання і короткий термін висихання. Клейовий шов зберігає свою еластичність.

**Pianoklej Spray** застосовується для склеювання поролону, меблевої вати з деревостружкової плитою, деревиною без покриття та з лаковим покриттям, з картоном, крученим гумовим волосом та іншими матеріалами, що застосовують для оббивки. Перевагою клею Pianoklej Spray є дуже хороша адгезія в початковій стадії склеювання і короткий термін висихання. Клейовий шов зберігає свою еластичність. Клей можна наносити пістолетом.

**SABA Foamspray 2505** [18] - клей на основі негорючих розчинників, використовується для склеювання більшості матеріалів, що використовуються при обробці поролону. Придатний для виробництва м'яких меблів і матраців.

Спеціальні властивості:

- жаростійкість;
- хороша початкова адгезія;
- підходить для використання на автоматичних машинах при виробництві матраців;
- низька в'язкість.

Для нанесення клею доцільне використання пневморозпилювача. На плоских поверхнях можливе одностороннє нанесення клею, відразу ж після чого склеювані частини необхідно з'єднати і притиснути. Клей можна трима-

ти відкритим протягом 3 хвилин. При склеюванні елементів, що зазнають великих навантажень, клей наносити двосторонньо, після чого протягом 8 хвилин з'єднати склеювані деталі і щільно притиснути. Робочий тиск приблизно 4 бар, діаметр сопла 1,5 - 2,5 мм, відкритість сопла мінімально на ширину 1 мм, відстань при розпиленні 25-30 см.

Технічні параметри:

- в'язкість при 25 ° С приблизно 260 мПа
- щільність 1170 кг/м<sup>3</sup>
- сухий залишок 40%
- відкритий час при односторонньому нанесенні від 30 сек до 3 хв;
- при двосторонньому нанесенні від 30 сек до 8 хв.
- час затвердіння 24 год
- витрата 70 - 100 г/м<sup>2</sup>
- очищення - SABA Green Clean або SABA Cleaner 48
- робоча температура min +15 ° С (вологість повітря не більше 70 %)
- температура зберігання min -27 ° С, max +35 ° С
- термостійкість +60 ° С
- термін зберігання 6 місяців в закритій упаковці

**Tapicer Contactcoll Nepalny [27]** - клей меблевий вироблений на основі каучуку у вогнетривких розчинниках. Клей утворює еластичний шов, швидко досягає первісної міцності, не деформує склеювані елементи, короткий час відкритої витримки. Призначений для склеювання поліуретанової губки, поліефірної губки, сатинових тканин, повсті, джуту, шпалерної гуми в різних поєднаннях, а також для металу, сирі і лакованої деревини, деревинопохідних матеріалів.

Технічні характеристики:

- вміст сухої маси 38 ± 2%
- щільність, г/см<sup>3</sup> 1,15 ± 10 %
- липкість (в'язкість) за чашкою Форда № 4 - 100 ± 20 сек.
- відкритий час - до 3 хвилин

- міцність шва на відривання при з'єднанні пінка PU з пінкою PU - деградація понад 60% поверхонь, що склеюються

- витрата, г/м<sup>2</sup> 45 – 70

Клей перед використанням акуратно розмішати. Наносити пневматичним пістолетом з соплом 1,2 -1,8 мм при тиску повітря 3-6 бар. Температура застосування 15-25 °С. Для випаровування розчинника після нанесення клею варто почекати до 30 секунд. Потім з'єднати та стиснути склеювані елементи. Після склеювання елементів коректування не є можливим. До досягнення початкової міцності склеюваних матеріалів варто уникати впливу високих температур. Остаточну міцність шов набуває через 48 годин.

Продукт негорючий, проте пари можуть утворювати вибухонебезпечну суміш з повітрям.

**Tapicer Spray 47-52** [27] - це розчиномісткий клей на основі високоякісного стирол бутадієн стирольного каучуку, з добавкою синтетичних смол і модифікаторів. Використовується провідними виробниками меблів в Європі. Створює еластичний шов; швидко досягає первісної міцності; володіє високою початковою міцністю; пристосований до нанесення розпиленням; не деформує склеювані матеріали; відрізняється високим вмістом сухих речовин.

Технічні дані клею і клейових швів:

- сухий залишок близько 50-60 %
- в'язкість близько 550 мПа·с
- питома вага близько 0,85 г/куб.см
- колір клею червоний
- тиск матеріалу 0,5-1,5 бар
- температура застосування понад 15 °С
- відкритий час 1-20 хв в залежності від температури

Клей Tapicer застосовується в меблевій промисловості для склеювання поліуретанової губки, поліефірної губки, сатину, повсті, оббивної гуми, ки-

лімів та інших оббивних матеріалів до металевих і бетонних основ, а також до основ з сирої і лакованої деревини.

Клей перед застосуванням ретельно розмішати. Клей і з'єднувальні матеріали повинні мати температуру 18-25 °С. Клей рівномірно розпорошити пульверизатором на обидві склеювані поверхні. Рекомендується обертальне сопло 1,5 - 2,0 мм. Тиск близько 6 бар. Клей зберігати в оригінальній упаковці у сухому і прохолодному приміщенні (5-25 °С) до 6 місяців. [8, 18]

### 1.3.3. Клеї на основі поліуретанів

**Anedcoll PU1** застосовується, головним чином, для склеювання натуральної та штучної шкіри з шкіряними, гумовими, поліуретановими підошвами, а також з підошвами з полівінілхлориду. Крім цього має хорошу адгезію до металів, скла, паперу, повсті, деревини. Може застосовуватися для склеювання різних синтетичних матеріалів, крім поліетилену, полістиролу і фтор-полімерів. Клей не залишає плям на світлих матеріалах. [14]

**Anedcoll PU2** застосовуються аналогічно до Anedcoll PU1 з температурною активацією. [14]

**Butacoll A** застосовується для склеювання верхньої частини взуття з натуральної та штучної шкіри зі шкіряними й гумовими підошвами, а також для затягування (кріплення) верхньої частини взуття до підошов зі шкіркартона, тексону і натуральної шкіри. Клей не залишає плям на світлих матеріалах. [4]

**Butacoll DBT-3** - клей для допоміжних робіт. Головним чином використовується у взуттєвій промисловості для склеювання шкіри зі шкірою, шкіри зі шкірпідкладкою та тканин з гумою. [28]

**Butacoll KL** - клей для допоміжних робіт. Головним чином використовується у взуттєвій промисловості для склеювання шкіри зі шкірою, шкіри зі шкірпідкладкою та тканин з гумою. [28]

**Kleiberit C135.6** [29] - клей поліхлорпропеновий. Застосовують для склеювання різних піноматеріалів між собою, а також для приклеювання пі-

номатеріалов до деревини та деревних матеріалів, картону і ґратчастого литтєвого настилу і текстильних матеріалів; нетканих матеріалів, гумових волокон, кокосових матів з піноматеріалами.

Клей має велику частку сухого залишку, добре розпилюється, не потребує двостороннього нанесення, володіє хорошою теплостійкістю і є важко займистим. [29]

Аналіз представлених клеїв показав, що основна частина клейових композицій відноситься до клеїв на основі синтетичних канчуків, друге місце посідають клеї на водній основі і на третьому місці клеї на основі поліуретану. Інформація, що стосується основ клеїв, зведена в таблицю 1.3.1. Технічні характеристики клеїв в залежності від основи наведено в таблицях 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4.

Таблиця 1.3.1

## Класифікація клеїв за основами

Клеї		
На водній основі	На основі каучуку	На основі поліуретанів
Aned Professional P-1 58-60	Anedcoll 34 - 36	Anedcoll PU1
Curvalin D 3427/4	Anedcoll 55 - 60 N	Anedcoll PU2
Curvalin D 4005	Anedcoll 55 - 60 T	Kleiberit
SABA Aquabond	Aned Professional P-2 50-55	
SABA Aquatherm	Bonikol T-701	
SABA HydroTack	Boterm GTA	
SIMALFA	Denlaks SPG 2077	
ПВА	Herkules 55 – 60	
	Pianoklej Spray	
	Pianoklej	
	SABA Foamspray 2505	
	Tapicer Contactcoll Niepalny	
	Tapicer Spray 47-52	



Таблиця 1.3.3

## Технічна характеристика клеїв на основі каучуку

Клеї на основі каучуку								
Властивості Назва	Сухий залишок, %	В'язкість, сек	Питома вага, г/см <sup>3</sup>	Тиск матері- алу, бар	Температура застосував- ння, °С	Відкритий час, хв	Час загвер- діння, год	Витрата г/м <sup>2</sup>
Aned Professional P-2 50-55								
Anedcoll 34 - 36								
Anedcoll 55 - 60 N								
Anedcoll 55 - 60 T								
Bonicol T-701	39±2	(№6) 8-12 185±25 мПа·с				0,5-10	48	45-60
Boterm GTA	>20	(№6) 50-80			55	3	72	
Denlaks SPG 2077	38-40	570-630 мПа·с	1,18	3-6	15-25	1-5	48	45-60
Herkules 55 – 60	60	(№6) 20-21	0,8	1-5	15-25	1-10	48	90
Pianoklej								
Pianoklej Spray								
SABA Foamspray 2505	40	260 мПа·с	1,17		>15	0,5-3	24	70-100
Tapicer Contactcoll Niepalny	38±2	(№4) 80-120	1,15		15-25	3	48	45-70
Tapicer Spray 47-52	50-60	550 мПа·с	0,85	0,5-1,5	>15	1-20		



## **Висновки**

Аналіз літературних джерел висвітлив стан справ в галузі виробництва м'яких меблів. Високий рівень конкуренції є рушієм розвитку та удосконалення. Головними критеріями є довговічність експлуатації, екологічна безпека та комфортабельність. Женучись за кращою якістю та нижчою ціною, виробники розробляють нові матеріали та модифікують існуючі.

Покривні та настилові матеріали на ринку представлені матеріалами природного, штучного та синтетичного походження. Переваги на недоліки кожного з цих типів матеріалів наведені безпосередньо в розділі. Природні матеріали, окрім поділу на групи за походженням «рослинного-тваринного», поділяються і за географічним походженням, що пояснює суттєву різницю в ціні. Широкого застосування знайшли поропласт поліуретановий (поролон), губчаті вироби з латексу, хімічні волокна, полівінілхлорид і ін. У більшості випадків синтетичні полімери витіснили матеріали, що вважалися традиційними (вата, мочало) [2].

Клеї на основі синтетичних канчуків і на основі поліуретану добре склеюють настилові матеріали із гнучкими основами. Однак вони не так сильно розповсюджені, дорогі і суттєво впливають на собівартість виробів. Тому в даній роботі ми приділимо увагу клеям на полівінілацетатній основі. Враховуючи специфічну структуру матеріалів, які будемо склеювати (наявність дрібних волокон, пористої поверхні) і, іноді, невисоку їх міцність потрібно вжити заходів для підвищення міцності склеювання та зменшення витрати клею. На нашу думку це можна зробити модифікувавши клеї ПВА шляхом додавання наповнювача, зокрема крейди, як найбільш доступного і найдешевшого матеріалу.

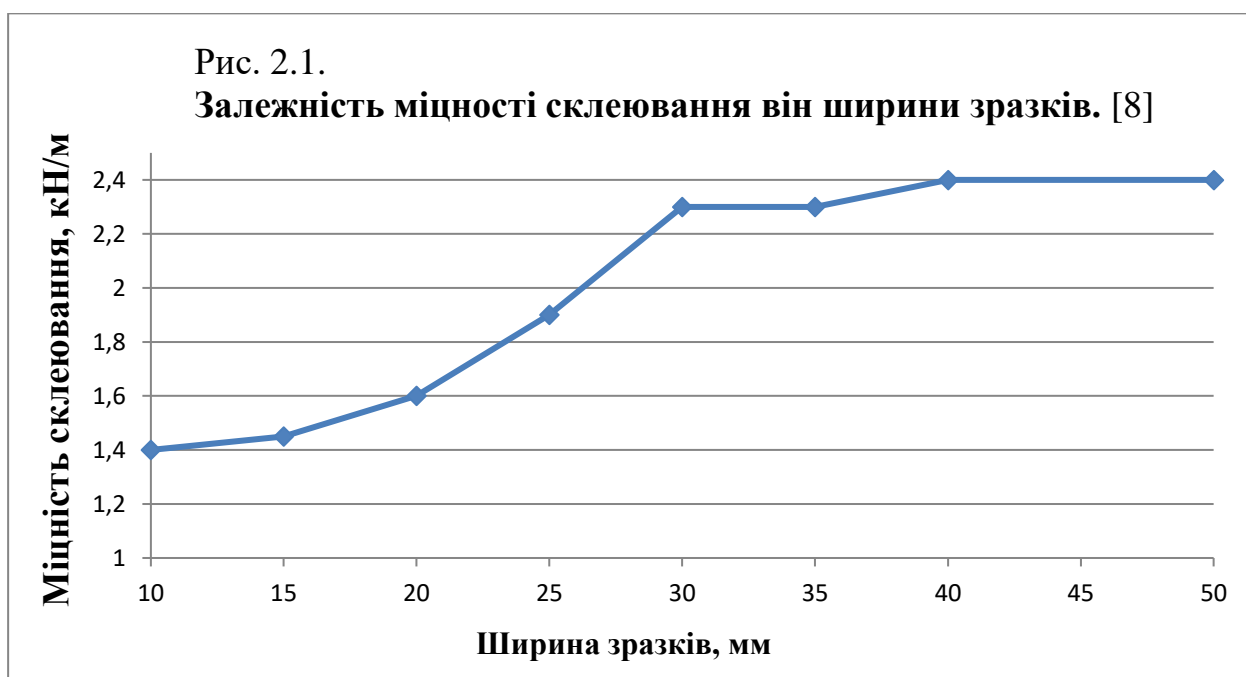
## 2. Методика проведення досліджень

Розробка методики проведення досліджень полягає у виборі підкладки, приклеюваних матеріалів та клеїв для проведення експериментів. Проаналізувавши технічну характеристику обраних клеїв, обираються технологічні параметри проведення дослідів, визначаються постійні та змінні фактори. Останнім на цьому етапі є підбір необхідних інструментів та обладнання, що забезпечать дотримання вимог нормативних документів для даного типу робіт та параметрів, зазначених у нижче наведеній методиці.

### 2.1. Обґрунтування вибору підкладки

Для аналізу процесу склеювання настільних матеріалів і гнучких основ, в якості останніх обрано матеріали, що використовуються найчастіше: поролон марки L-2519 (щільність 25 кг/м<sup>3</sup>, напруження при стисканні 1,9 МПа за DIN 53577), повсть побутова (войлок), тканина покривна (мішковина).

Згідно ГОСТ 17317-88 «Шкіра штучна. Метод визначення міцності між шарами» для визначення міцності зв'язку при відшаруванні розмір експериментальних зразків може становити 150±2 мм завдовжки та 20±1 чи 50±1 мм завширшки [7]. Дослідженнями Кушпіта А.С. [24], які проводились на зразках шириною від 10 мм до 80 мм, виявлено, що міцність клейового з'єднання стабілізується починаючи від ширини зразків 30 мм. В подальшому ширина зразка практично не впливає на питому міцність склеювання. Результати дослідження графічно зображені на рис.2.1. [8]



Тому для проведення даної роботи було прийнято ширину зразків 50 мм, а довжину - 200 мм. Товщина зразків поролону 20 мм, повсть (войлок) – 3 мм, щільність покривної тканини - 80 г/м<sup>2</sup>.

## **2.2. Обґрунтування вибору приклеюваних матеріалів**

Розглянувши ряд приклеюваних матеріалів, для проведення експериментальних досліджень було відібрано настилові матеріали, які використовуються для виготовлення м'яких меблів на місцевих підприємствах, а саме: поролон марки Н-2130 (щільність 21 кг/м<sup>3</sup>, напруження при стисканні 3,0 мПа за DIN 53577), ватилін. Розміри зразків: довжина 200±2 мм; ширина 50±1 мм; товщина поролону 20 мм, ватиліну – 10 мм.

## **2.3. Обґрунтування вибору клейової композиції**

При проведенні аналізу літературних джерел [розділ 1] було виявлено, що для приклеювання настільних матеріалів до гнучких основ у виробництві м'яких меблів в основному використовують три групи клеїв: на основі каучуків, на основі поліуретанів та на основі полівінілацетатів. Перші дві групи мають хороші клеючі характеристики, однак є певні особливості в технології їх використання і, основне, вони дорогі і суттєво впливають на вартість, а, отже, і на конкурентоспроможність продукції. Тому в даній роботі ми вибрали клей на полівінілацетатній основі. Спроби використовувати ці клеї для приклеювання настільних матеріалів до гнучких основ у виробництві м'яких меблів вже були. Особливої популярності використання не відбулось. На нашу думку це обумовлено низькою клеючою здатністю, що є наслідком швидкого і глибокого просочення клею в пористі настилові матеріали. Щоб запобігти цьому ми пропонуємо застосувати дешевий наповнювач (крейду), що дасть можливість збільшити вязкість клею і тим самим зменшити його просочення в пористі матеріали.

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

Факторами, що впливають на міцність склеювання настільних матеріалів з гнучкою підкладкою є:

- в'язкість клейової композиції;
- сухий залишок клею;
- матеріал підкладки;
- матеріал що приклеюється;
- технологічні параметри процесу склеювання;

- кліматичні умови процесу склеювання.

**В'язкість** 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, змінювати час твердіння, тощо.

**Сухий залишок** характеризує вміст сухих речовин. Клей з малим сухим залишком не буде мати добрих склеюючих властивостей через наявність значної кількості летких речовин. Крім цього, надлишок води/розчинника в клейовій композиції призводить до набухання підкладки і сповільнює процес твердіння клейового шару.

Вплив **матеріалу підкладки та настилового матеріалу** на міцність склеювання визначається шорсткістю та густиною поверхонь, на які наноситься клей, адгезійними властивостями поверхні матеріалу, її фізико-механічними властивостями та будовою.

**Технологічні параметри** процесу склеювання, в основному, визначаються витратою клею, часом відкритої та закритої витримки, питомим тиском пресування, температурою пресування, часом витримки під тиском, технологічною витримкою склеєних деталей до наступної обробки чи експлуатації і суттєво впливають на міцність клейового з'єднання.

Від **метеорологічних умов**, в яких проходить процес, (таких як вологість, температура оточуючого середовища, тощо) залежить швидкість наростання міцності склеювання. В залежності від умов навколишнього середовища змінюється швидкість видалення вологи з клейового шару в матеріал підкладки та наступного випаровування з підкладки в навколишнє середовище. [8]

#### **2.4.1. Постійні фактори**

З факторів, що впливають на міцність склеювання, постійними прийнято: гнучкі основи та приклеюваний матеріал, *в'язкість клейової композиції та сухий залишок клею*, кліматичні умови проведення процесу склеювання, тривалість закритої витримки, тиск пресування, тривалість пресування.

##### **Гнучкі основи та приклеюваний матеріал**

В якості приклеюваного матеріалу виступають поролон Н-2130 та ватилін. В якості гнучких основ: поролон L-2519, войлок, тканина покривна (мішковина). Ці фактори є постійними і склеюються в комбінаціях «Поролон L-2519 - Поролон Н-2130», «Войлок - Ватилін», «Тканина - Поролон Н-2130»,

##### **Кліматичні умови проведення процесу склеювання**

Дослідження проводили при температурі повітря  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  та відносній вологості

повітря 60%.

**Тривалість закритої (технологічної) витримки** становить 24 год, як і рекомендовано більшістю виробників клейових композицій. [53...67]

**Тиск пресування.** Для щільного з'єднання матеріалу та підкладки необхідно прикладення зовнішнього тиску на склеювані деталі. В виробничих умовах складальні одиниці не склеюють з використанням пресів, обмежуючись лише зусиллям притиску робітника. Експериментальним шляхом було визначено, що такий тиск складає 0,1 кгс/см<sup>2</sup>, тобто 9,8 кПа.

**Тривалість пресування.** Середнє значення часу, протягом якого робітник прикладає зусилля стискачі заготовки, дорівнює 10 секунд, тобто 0,17 хвилини.

#### 2.4.2. Змінні фактори

Змінними факторами в ході проведення дослідів будуть тривалість відкритої витримки, витрата клею та кількість наповнювача.

**Тривалість відкритої витримки** відповідно до характеристики клею у виробничих умовах складає 0,5-6 хв для клею ПВА-М.

Згідно літературних даних рекомендовано **витрату клею** в межах 80...160 г/м<sup>2</sup> [3...7]. Кількість нанесеного клею контролювали ваговим методом.

**Кількість наповнювача** (крейда мелена) змінювали в межах 2...10 %.

Вплив технологічних параметрів на міцність склеювання як правило має нелінійний характер залежності відгуку від ряду факторів. Це зумовило проведення обробки результатів експериментів з використанням композиційного В-плану другого порядку. [9]. Було прийнято дворівневий план В3. Згідно ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании» [10] у зв'язку з високою відтворюваністю результатів було прийнято кількість спостережень у кожному експерименті рівну 3. 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)	80	0,5	2
Основний рівень (0)	120	3,25	6

Верхній рівень (+1)	160	6	10
Інтервал зміни	40	2,75	4
Натуральні позначення факторів	q	t	p
Нормалізовані позначення факторів	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>

В загальному випадку, при числі факторів рівному k=3 рівняння регресії має вигляд :

$$y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ii} x_i^2 + \sum b_{ij} x_i x_j \quad (2.1)$$

де: y - значення вихідного параметру;

b – коефіцієнти регресії;

x - незалежні змінні.

Для трьох змінних факторів рівняння регресії прийме вигляд:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 \quad (2.2)$$

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

$$x_1 = \frac{q-120}{40} \quad \text{Витрата клею, г/м}^2 \quad (2.3)$$

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

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

## 2.5. Обладнання для проведення експериментів

При проведенні експериментів в'язкість клеїв визначалась віскозиметром ВЗ-4.

Клей наносили валковим методом.

Визначення витрати клею та зважування зразків матеріалів здійснювалось за допомогою електронної ювелірної ваги, що має точність вимірювання 0,01 г при межах виміру 0,01...200 г.

Витрата клею при нанесенні на зразки розраховувались за формулою:

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

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

M<sub>1</sub> - маса зразка з клеєм, г;

M<sub>2</sub> - маса зразка до нанесення клею, г;

F - площа зразка, м<sup>2</sup>.

Геометричні розміри зразка вимірювали з точністю до 1 мм лінійкою металевою з ціною поділки 1,0 мм.

Випробування зразків на міцність склеювання проводили на розривній машині РМІ-80 зі шкалою 0...30 кгс, ціна поділки 0,1 кгс. Схему випробування зразків наведено на рис.2.2.

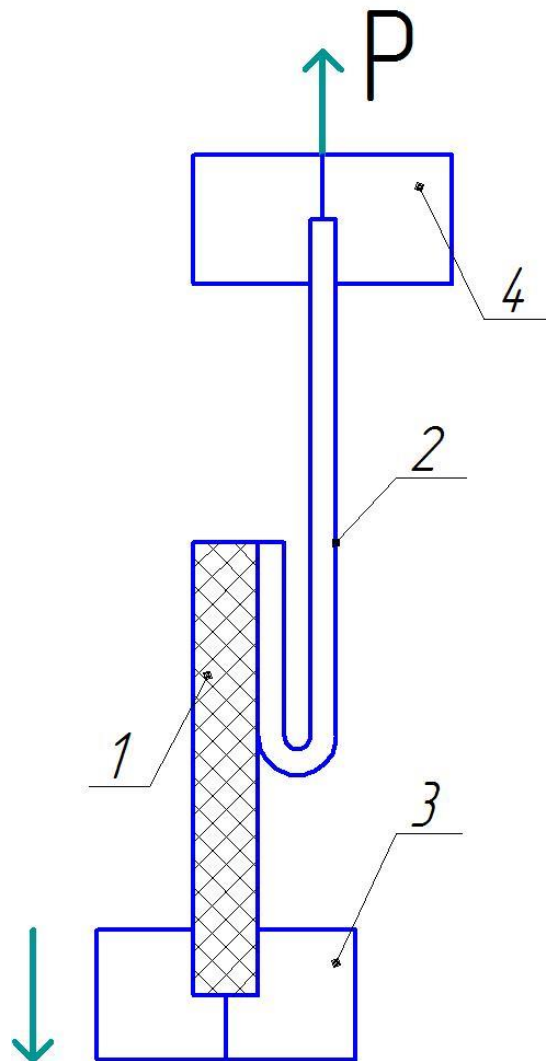


Рис.2.2. Схема випробування на міцність склеювання:

1 - гнучка основа; 2 - настільний матеріал; 3 - рухомий затискач розривної машини; 4 - затискач вимірювального механізму розривної машини.

## 2.6. Методика обробки результатів досліджень

Статистичну обробку результатів досліджень виконували згідно методик, представлених у джерелах [9, 11,12]. Вибрані матеріали було розкрито на заготовки розміром 200x50 мм. Використовуючи пневматичний розпилювач було нанесено клейовий шар. Норма витрат контролювалась вагою електронною. По завершенні часу відкритої витримки зразки було зведено в контакт. Час технологічної витримки становив 24 годин. Після цього міцність клейового шва визначали на розривній машині.

Після завершення експериментів, одержані дані в межах одного досліду перевірялись на наявність грубих промахів. Сумнівні результати перевірялись за допомогою  $t$ -критерію Стюдента. Для цього сумнівний результат  $y_c$  тимчасово відкидався з вибірки, а по решті даних розраховували середнє арифметичне  $\bar{y}$  і оцінку дисперсії  $S^2$ . Величина  $t_{розр.}$  визначалась за формулою:

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

З таблиць розподілу Стюдента за рівнем значимості  $q=0,05$  і за числом ступеней волі  $f$ , зв'язаному із дисперсією  $S$ , знаходили табличне значення  $t$ -критерію. Якщо  $t_{розр.} > t_{табл.}$ , то сумнівний результат є промахом і виключався з вибірки. Для збереження рівномірного дублювання дослідів в експерименті дослід повторювався ще раз.

На наступному етапі, з використанням програмного забезпечення компанії Microsoft пакету Office додатку Excel, було запрограмовано рівняння регресії для кодованих та натуральних значень. Значення коефіцієнтів рівняння регресії було визначено за допомогою функції "Пошук рішення" з тим, щоб сума квадрату різниці середніх значень експерименту та функції відгуку прямувала до нуля.

Перевірку однорідності дисперсій у дослідях проводимо за  $G$ -критерієм Кохрена. Розрахункове значення критерію Кохрена визначаємо за формулою:

$$G_{розр} = \frac{S_{j\max}^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2} \quad (2.8)$$

де  $S_{j\max}^2$  – найбільша дисперсія у дослідях.

Із таблиці розподілу  $G$ -критерію Кохрена за прийнятим рівнем значимості  $q=5\%$ , кількістю дослідів  $N$  та числом ступенів волі кожної вибірки  $f_n=n-1$  вибираємо табличне значення критерію Кохрена  $G_{табл.}$ . Якщо  $G_{розр.} \leq G_{табл.}$  - то приймаємо гіпотезу про однорідність дисперсій.

Дисперсія відтворюваності розраховується за формулою:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N} \quad (2.9)$$

Якщо умова відтворюваності виконується - то дисперсії є однорідними.

Для перевірки адекватності спочатку розраховуємо дисперсію адекватності для математичної моделі:

$$S_{ад}^2 = \frac{n}{f_{ад}} \cdot \sum_{j=1}^T (\bar{y}_j - y_j^p)^2 \quad (2.10)$$

Маючи значення двох дисперсій, визначаємо розрахунковий критерій Фішера за формулою:

$$F_{\text{розр.}} = \frac{S_{\text{більша}}^2}{S_{\text{менша}}^2} \quad (2.11)$$

Якщо  $F_{\text{розр.}} \leq F_{\text{табл.}}$ , яке залежить від рівня значимості  $q=5\%$ , числа ступенів вільності меншої дисперсії та числа належних оцінок більшої дисперсії, - то модель вважається адекватною і може бути використана для опису об'єкта. [24, 29]

Всі розрахунки виконувались за допомогою додатку Excel (пакет Microsoft Office).

### 3. Аналіз результатів досліджень

Результати реалізації експериментів згідно матриці планування у відповідності з межами планування приведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

№ досліду	Позначення вхідних факторів у досліді						Міцність з'єднання (середнє значення), $\sigma$ , кгс		
	в кодовому позначенні			в натуральному позначенні			Поролон-Поролон	Войлок-Ватилін	Тканина-Поролон
	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	80	0,5	2	2,5	0,5	0,8
2	1	-1	-1	160	0,5	2	3,1	0,7	1,8
3	-1	1	-1	80	6	2	1,5	0,6	0,5
4	1	1	-1	160	6	2	2,6	1,0	1,5
5	-1	-1	1	80	0,5	10	1,6	0,5	0,4
6	1	-1	1	160	0,5	10	2,0	0,9	1,0
7	-1	1	1	80	6	10	1,2	0,3	0,3
8	1	1	1	160	6	10	2,0	1,0	0,7
9	-1	0	0	80	3,25	6	2,1	0,6	0,7
10	1	0	0	160	3,25	6	3,3	1,6	1,9
11	0	-1	0	120	0,5	6	2,2	0,8	1,4
12	0	1	0	120	6	6	1,6	1,1	1,0
13	0	0	-1	120	3,25	2	3,3	1,0	1,4
14	0	0	1	120	3,25	10	2,1	0,8	0,5
15	0	0	0	120	3,25	6	2,7	1,2	1,2

Розраховуємо значення коефіцієнтів рівняння регресії, будуємо і аналізуємо графічні залежності для кожної пари матеріалів:

#### Поролон-Поролон, Войлок-Ватилін, Тканина-Поролон

##### 3.1. Склеювання Поролон-Поролон

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів приведені в таблиці 3.2., а в натуральних значеннях – в табл. 3.3

Таблиця 3.2.

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів (Поролон-Поролон)

№ досл	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>сер</sub>	Y <sub>регр</sub>	Значення коефіцієнтів	
1	-1	-1	-1	2,5	0,00	b <sub>0</sub> =	2,64
2	1	-1	-1	3,1	0,00	b <sub>1</sub> =	0,41
3	-1	1	-1	1,5	0,00	b <sub>2</sub> =	-0,25
4	1	1	-1	2,6	0,00	b <sub>3</sub> =	-0,41
5	-1	-1	1	1,6	0,00	b <sub>12</sub> =	0,11
6	1	-1	1	2	0,00	b <sub>13</sub> =	-0,06
7	-1	1	1	1,2	0,00	b <sub>23</sub> =	0,14
8	1	1	1	2	0,00	b <sub>11</sub> =	0,07

9	-1	0	0	2,1	0,00	b22=	-0,73
10	1	0	0	3,3	0,00	b33=	0,07
11	0	-1	0	2,2	0,00		
12	0	1	0	1,6	0,00		
13	0	0	-1	3,3	0,00		
14	0	0	1	2,1	0,00		
15	0	0	0	2,7	0,00		
					82,16		

Таблиця 3.3.

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в натуральних значеннях факторів (Поролон-Поролон)

№ досл	q, г/м2	t, хв	p, %	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	80	0,5	2	2,5	0,00	b0=	2,4789
2	160	0,5	2	3,1	0,00	b1=	-0,0015
3	80	6	2	1,5	0,00	b2=	0,3369
4	160	6	2	2,6	0,00	b3=	-0,1504
5	80	0,5	10	1,6	0,00	b12=	0,0010
6	160	0,5	10	2	0,00	b13=	-0,0004
7	80	6	10	1,2	0,00	b23=	0,0125
8	160	6	10	2	0,00	b11=	0,0000
9	80	3,25	6	2,1	0,00	b22=	-0,0962
10	160	3,25	6	3,3	0,00	b33=	0,0045
11	120	0,5	6	2,2	0,00		
12	120	6	6	1,6	0,00		
13	120	3,25	2	3,3	0,00		
14	120	3,25	10	2,1	0,00		
15	120	3,25	6	2,7	0,00		
					82,16		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = 2,4789 - 0,0015 q + 0,3369 t - 0,01504 p + 0,0010 q t - 0,0004 q p + 0,0125 t p - 0,0962 t^2 + 0,0045 p^2 \dots \dots \dots (3.1)$$

На основі цього рівняння графічну інтерпретацію результатів досліджень проводили для різного часу відкритої витримки: t=0,5 хв., t=3,25 хв. і t=6 хв. Розрахунки приведені в таблицях 3.4, 3.5, 3.6.

**3.1.1. Час відкритої витримки t=0,5 хв (Поролон-Поролон)**

Таблиця 3.4

№ досл	q, г/м2	t, хв	p, %	p=6	p=2	p=10	Значення коефіцієнтів	
1	80,0	0,50	6	7,67	2,33	1,83	b0=	2,4789

2	90,0	0,50	6	10,89	2,70	2,14	b1=	-0,0015
3	100,0	0,50	6	14,61	3,03	2,43	b2=	0,3369
4	110,0	0,50	6	18,83	3,34	2,68	b3=	-0,1504
5	120,0	0,50	6	23,55	3,63	2,91	b12=	0,0010
6	130,0	0,50	6	28,77	3,88	3,10	b13=	-0,0004
7	140,0	0,50	6	34,49	4,10	3,27	b23=	0,0125
8	150,0	0,50	6	40,72	4,30	3,41	b11=	0,0000
9	160,0	0,50	6	47,44	4,46	3,52	b22=	-0,0962
							b33=	0,0045

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.1). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ , г/м<sup>2</sup>.

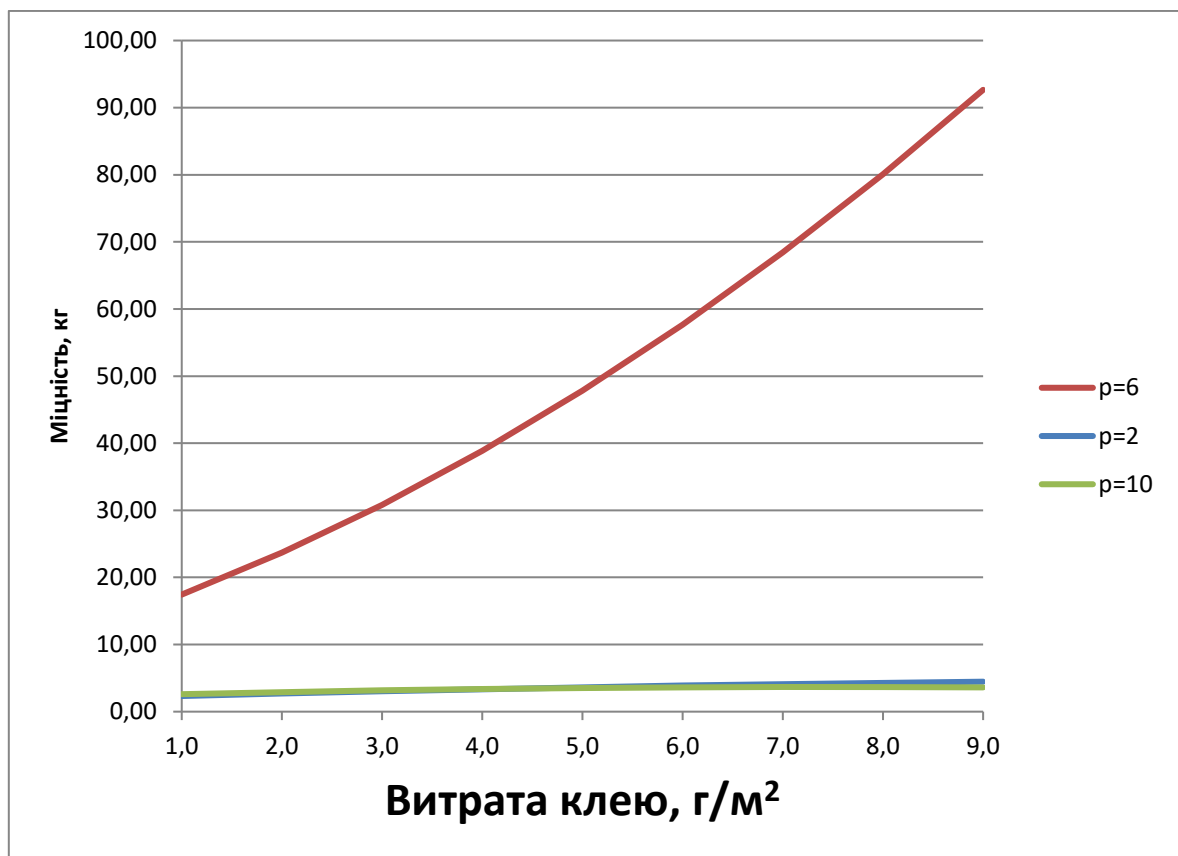


Рис. 3.1. Залежність міцності приклеювання поролону до поролону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв

При часі відкритої витримки  $t=0,5$ хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 500% при витраті наповнювача 6%, на 60% при витраті наповнювача 2 і 10%. В цілому – на 60-500%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міцність є найбільшою, при 2 і 10% - практично однакова (на рівні 2,5...4 кг). Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

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

Таблиця 3.5

№ досл	$q$ , г/м <sup>2</sup>	$t$ , хв	$p$ , %	$p=6$	$p=2$	$p=10$	Значення коефіцієнтів
--------	------------------------	----------	---------	-------	-------	--------	-----------------------

1	80,0	3,25	6	8,15	2,33	1,83	b <sub>0</sub> =	2,4789
2	90,0	3,25	6	11,62	2,70	2,14	b <sub>1</sub> =	-0,0015
3	100,0	3,25	6	15,60	3,03	2,43	b <sub>2</sub> =	0,3369
4	110,0	3,25	6	20,07	3,34	2,68	b <sub>3</sub> =	-0,1504
5	120,0	3,25	6	25,05	3,63	2,91	b <sub>12</sub> =	0,0010
6	130,0	3,25	6	30,53	3,88	3,10	b <sub>13</sub> =	-0,0004
7	140,0	3,25	6	36,51	4,10	3,27	b <sub>23</sub> =	0,0125
8	150,0	3,25	6	42,99	4,30	3,41	b <sub>11</sub> =	0,0000
9	160,0	3,25	6	49,97	4,46	3,52	b <sub>22</sub> =	-0,0962
							b <sub>33</sub> =	0,0045

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.2). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ , г/м<sup>2</sup>.

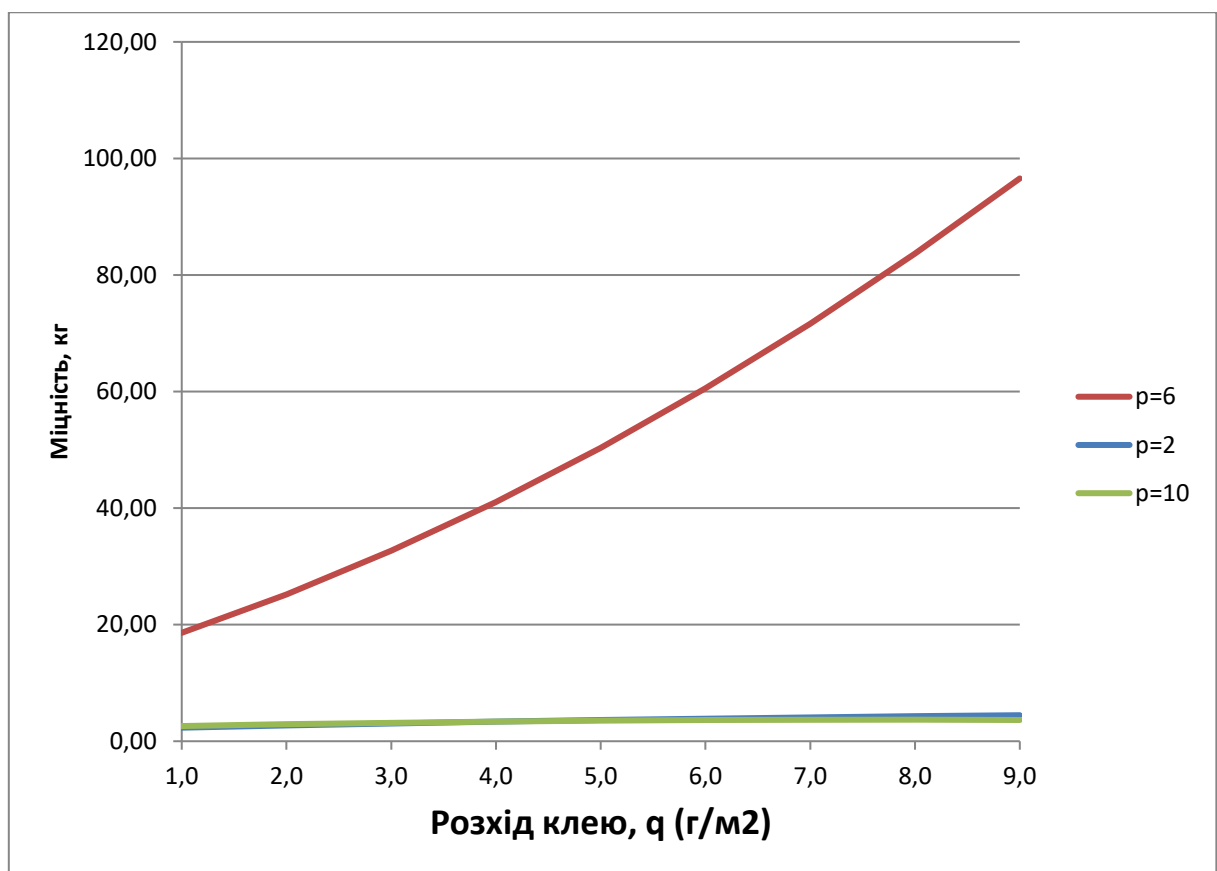


Рис. 3.2. Залежність міцності приклеювання поролону до поролону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 500% при витраті наповнювача 6%, на 60% при витраті наповнювача 2 і 10%. В цілому – на 60-500%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міцність є найбільшою, при 2 і 10% - практично однакова (на рівні 2,5...4 кг). Однак всі значення вищі мінімально допустимого рівня 0,5 кг.

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

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	p=6	p=2	p=10	Значення коефіцієнтів	
							b <sub>0</sub> =	
1	80,0	6,00	6	8,63	2,33	1,83	b <sub>0</sub> =	2,4789
2	90,0	6,00	6	12,36	2,70	2,14	b <sub>1</sub> =	-0,0015
3	100,0	6,00	6	16,59	3,03	2,43	b <sub>2</sub> =	0,3369
4	110,0	6,00	6	21,32	3,34	2,68	b <sub>3</sub> =	-0,1504
5	120,0	6,00	6	26,55	3,63	2,91	b <sub>12</sub> =	0,0010
6	130,0	6,00	6	32,28	3,88	3,10	b <sub>13</sub> =	-0,0004
7	140,0	6,00	6	38,52	4,10	3,27	b <sub>23</sub> =	0,0125
8	150,0	6,00	6	45,26	4,30	3,41	b <sub>11</sub> =	0,0000
9	160,0	6,00	6	52,50	4,46	3,52	b <sub>22</sub> =	-0,0962
							b <sub>33</sub> =	0,0045

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.3). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею q, г/м<sup>2</sup>.

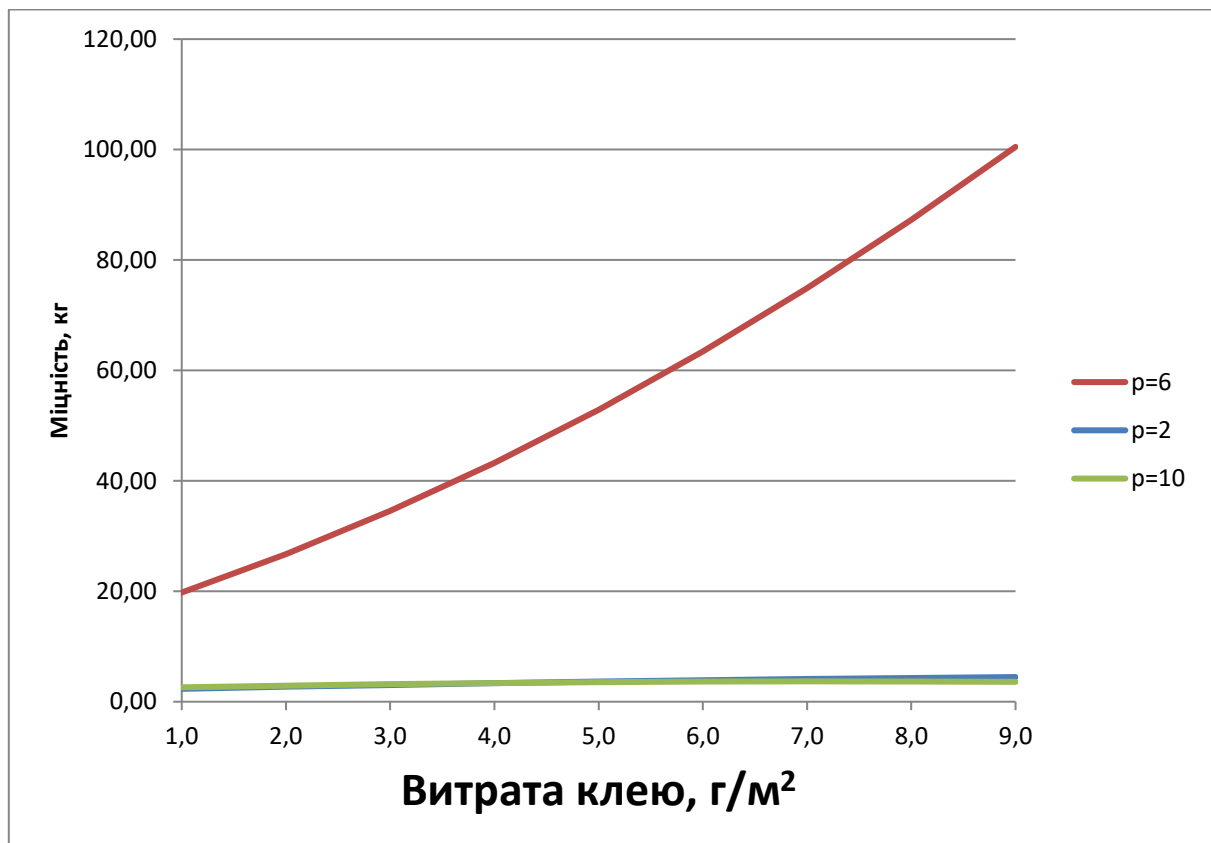


Рис. 3.3. Залежність міцності приклеювання поролону до поролону від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки t=6 хв

При часі відкритої витримки t=0,5хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 500% при витраті наповнювача 6%, на 60% при витраті наповнювача 2 і 10%. В цілому – на 60-500%. При вмісті наповнювача (крейди) 6% міцність є найбільшою, при 2 і 10% - практично однакова (на рівні 2,5...4 кг). Однак всі значення вищі мінімального допустимого рівня 0,5 кг.

### 3.2. Склеювання Войлок-Ватилін

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів приведені в таблиці 3.7., а в натуральних значеннях – в табл. 3.8

Таблиця 3.7.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів

№ досл	X1	X2	X3	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	-1	-1	-1	0,5	0,00	b0=	1,16
2	1	-1	-1	0,7	0,00	b1=	0,27
3	-1	1	-1	0,6	0,00	b2=	0,06
4	1	1	-1	1	0,00	b3=	-0,03
5	-1	-1	1	0,5	0,00	b12=	0,06
6	1	-1	1	0,9	0,00	b13=	0,06
7	-1	1	1	0,3	0,00	b23=	-0,06
8	1	1	1	1	0,00	b11=	-0,06
9	-1	0	0	0,6	0,00	b22=	-0,18
10	1	0	0	1,6	0,00	b33=	-0,22
11	0	-1	0	0,8	0,00		
12	0	1	0	1,1	0,00		
13	0	0	-1	1	0,00		
14	0	0	1	0,8	0,00		
15	0	0	0	1,2	0,00		
					12,1		

Таблиця 3.8.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії в натуральних значеннях факторів

№ досл	q, г/м2	t, хв	p, %	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	80	0,5	2	0,5	0,00	b0=	-0,4439
2	160	0,5	2	0,7	0,00	b1=	0,0084
3	80	6	2	0,6	0,00	b2=	0,1501
4	160	6	2	1	0,00	b3=	0,1433
5	80	0,5	10	0,5	0,00	b12=	0,0006
6	160	0,5	10	0,9	0,00	b13=	0,0004
7	80	6	10	0,3	0,00	b23=	-0,0057
8	160	6	10	1	0,00	b11=	0,0000
9	80	3,25	6	0,6	0,00	b22=	-0,0250
10	160	3,25	6	1,6	0,00	b33=	-0,0149
11	120	0,5	6	0,8	0,00		
12	120	6	6	1,1	0,00		
13	120	3,25	2	1	0,00		
14	120	3,25	10	0,8	0,00		
15	120	3,25	6	1,2	0,00		
					12,1		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = -0,4439 + 0,0084 q + 0,1501 t + 0,1433 p + 0,0006 q t + 0,0004 q p - 0,0250 t^2 - 0,0149 p^2 \dots \dots \dots (3.2)$$

На основі цього рівняння графічну інтерпретацію результатів досліджень проводили для різного часу відкритої витримки:  $t=0,5$  хв.,  $t=3,25$  хв. і  $t=6$  хв. Розрахунки приведені в таблицях 3.9, 3.10, 3.11.

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

Таблиця 3.9

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	p=6	p=2	p=10	b <sub>0</sub> =	-0,4439
1	80,0	0,50	6	0,50	2,33	1,83	b <sub>1</sub> =	0,0084
2	90,0	0,50	6	0,56	2,70	2,14	b <sub>2</sub> =	0,1501
3	100,0	0,50	6	0,62	3,03	2,43	b <sub>3</sub> =	0,1433
4	110,0	0,50	6	0,67	3,34	2,68	b <sub>12</sub> =	0,0006
5	120,0	0,50	6	0,72	3,63	2,91	b <sub>13</sub> =	0,0004
6	130,0	0,50	6	0,77	3,88	3,10	b <sub>23</sub> =	-0,0057
7	140,0	0,50	6	0,82	4,10	3,27	b <sub>11</sub> =	0,0000
8	150,0	0,50	6	0,86	4,30	3,41	b <sub>22</sub> =	-0,0250
9	160,0	0,50	6	0,90	4,46	3,52	b <sub>33</sub> =	-0,0149

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.4). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею q, г/м<sup>2</sup>.

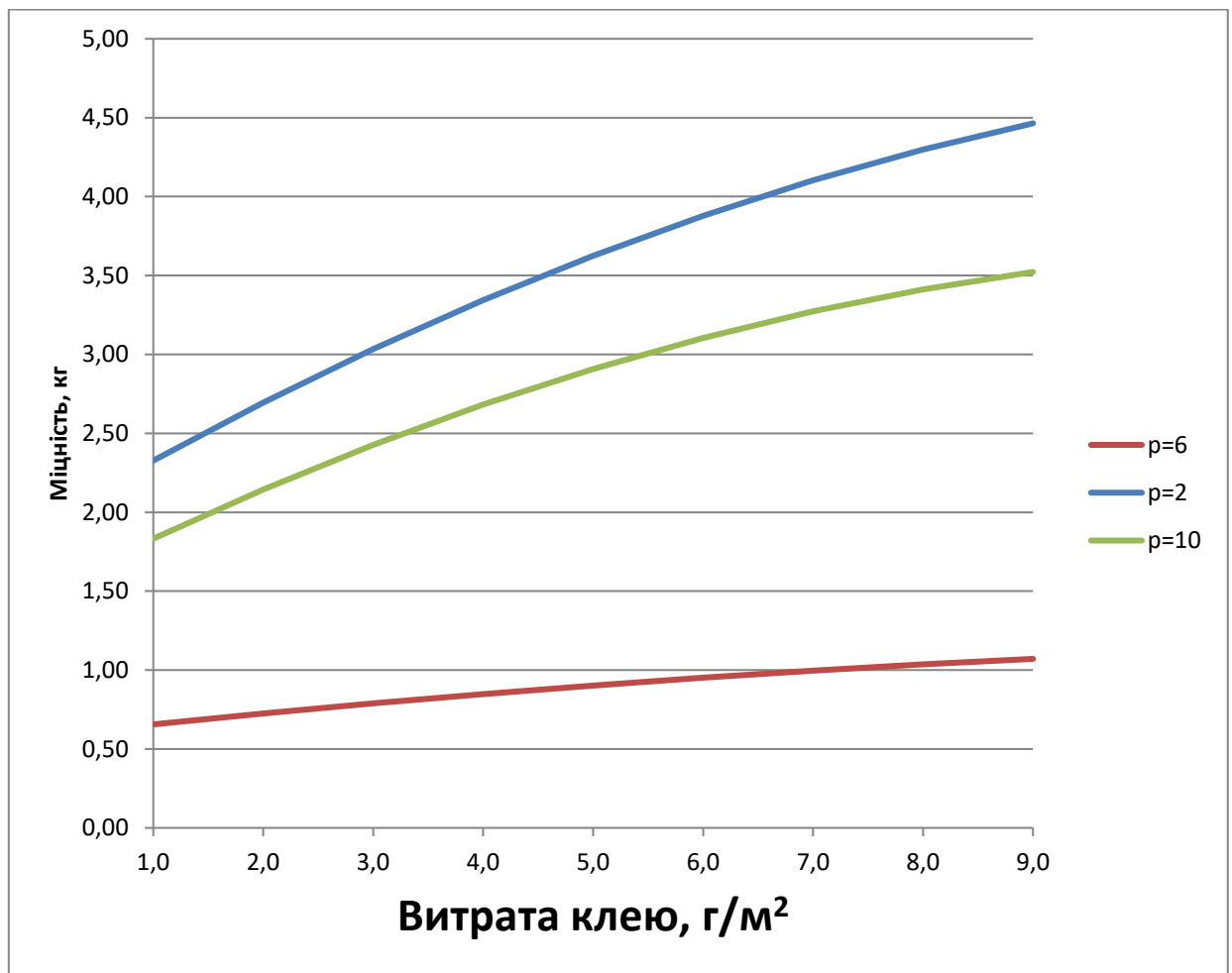


Рис. 3.4. Залежність міцності приклеювання **Войлок-Ватилін** від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв

При часі відкритої витримки  $t=0,5$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 69% при витраті наповнювача 6% і на 65% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 65- 93%. 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.

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

Таблиця 3.10.

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	Значення коефіцієнтів									
				p=6	p=2	p=10	b0=	b1=	b2=	b3=	b12=	b13=	b23=
1	80,0	3,25	6	-85,92	2,33	1,83	b0=	-0,4439					
2	90,0	3,25	6	-110,05	2,70	2,14	b1=	0,0084					
3	100,0	3,25	6	-137,17	3,03	2,43	b2=	0,1501					
4	110,0	3,25	6	-167,28	3,34	2,68	b3=	0,1433					
5	120,0	3,25	6	-200,37	3,63	2,91	b12=	0,0006					
6	130,0	3,25	6	-236,45	3,88	3,10	b13=	0,0004					
7	140,0	3,25	6	-275,52	4,10	3,27	b23=	-0,0057					

8	150,0	3,25	6	-317,57	4,30	3,41	b11=	0,0000
9	160,0	3,25	6	-362,61	4,46	3,52	b22=	-0,0250
							b33=	-0,0149

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.5). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ ,  $\text{г}/\text{м}^2$ .

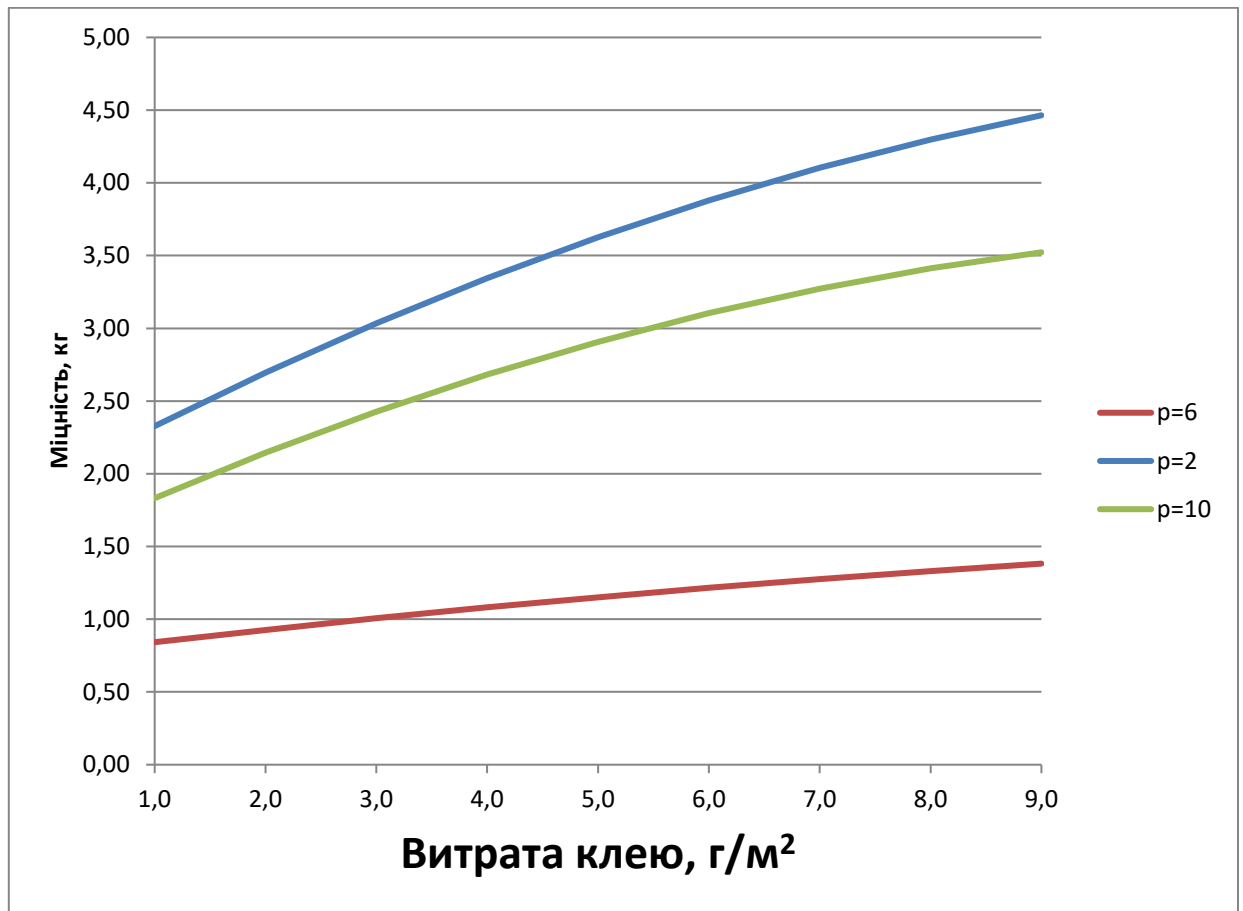


Рис. 3.5. Залежність міцності приклеювання **Войлок-Ватилін** від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160  $\text{г}/\text{м}^2$  міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 75% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 75- 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.

### 3.2.3. Час відкритої витримки $t=6$ хв (Войлок-Ватилін)

Таблиця 3.11

№ досл	$q$ , $\text{г}/\text{м}^2$	$t$ , хв	$p$ , %	$p=6$	$p=2$	$p=10$	$b_0=$	$b_1=$
1	80,0	6,00	6	-9,39	2,33	1,83	b0=	-0,4439
							b1=	0,0084

2	90,0	6,00	6	-10,51	2,70	2,14	b2=	0,1501
3	100,0	6,00	6	-11,62	3,03	2,43	b3=	0,1433
4	110,0	6,00	6	-12,73	3,34	2,68	b12=	0,0006
5	120,0	6,00	6	-13,85	3,63	2,91	b13=	0,0004
6	130,0	6,00	6	-14,96	3,88	3,10	b23=	-0,0057
7	140,0	6,00	6	-16,07	4,10	3,27	b11=	0,0000
8	150,0	6,00	6	-17,19	4,30	3,41	b22=	-0,0250
9	160,0	6,00	6	-18,30	4,46	3,52	b33=	-0,0149

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.6). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ ,  $г/м^2$ .

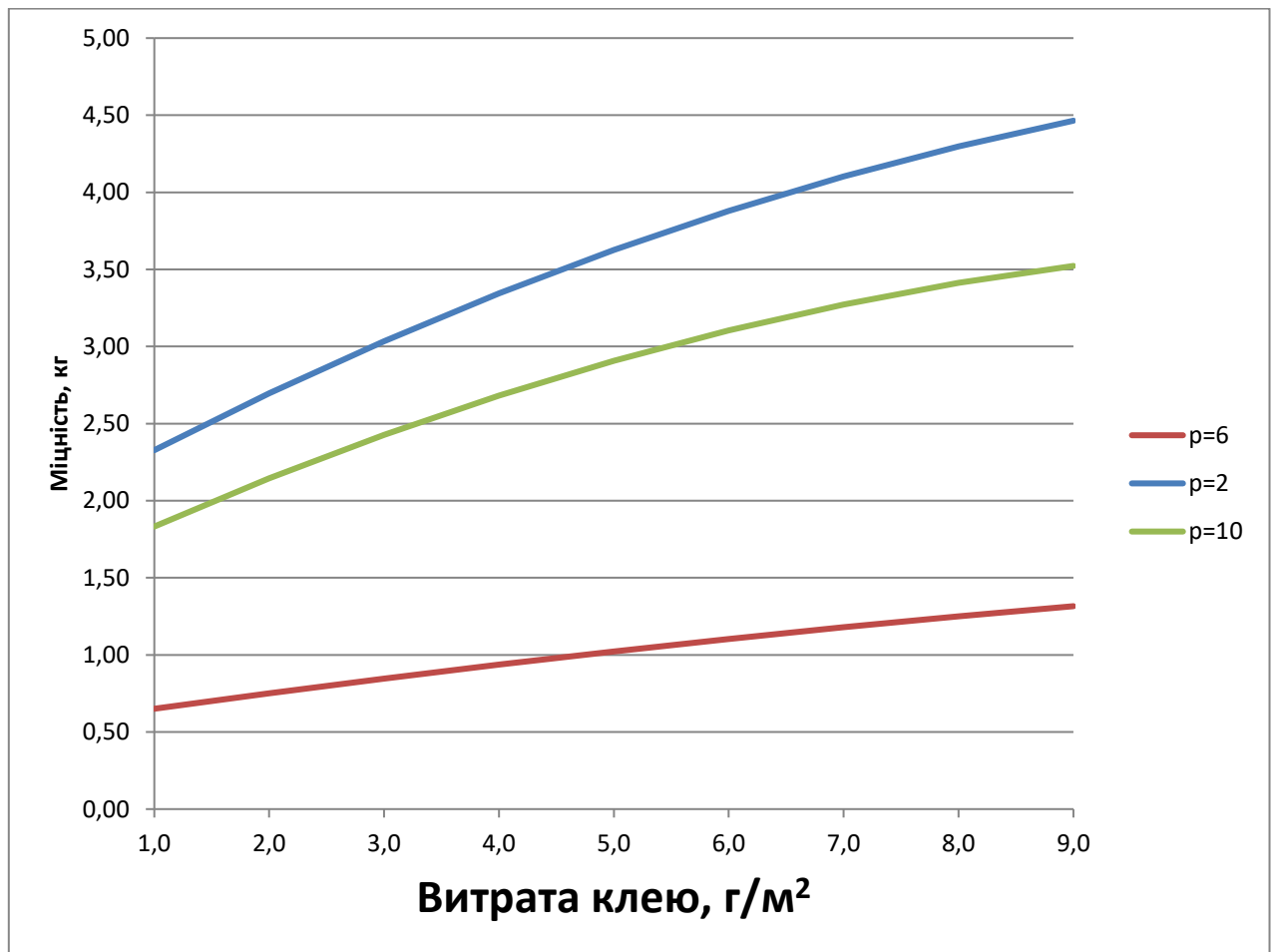


Рис. 3.6. Залежність міцності приклеювання **Войлок-Ватилін** від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=6$  хв

При часі відкритої витримки  $t=6$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160  $г/м^2$  міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 100% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 93 - 100%. 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. Склеювання Тканина-Поролон

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів приведені в таблиці 3.12., а в натуральних значеннях факторів - в таблиці 3.13

Таблиця 3.12.

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів

№ досл	X1	X2	X3	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	-1	-1	-1	0,8	0,00	b <sub>0</sub> =	1,26
2	1	-1	-1	1,8	0,00	b <sub>1</sub> =	0,42
3	-1	1	-1	0,5	0,00	b <sub>2</sub> =	-0,14
4	1	1	-1	1,5	0,00	b <sub>3</sub> =	-0,31
5	-1	-1	1	0,4	0,00	b <sub>12</sub> =	-0,03
6	1	-1	1	1	0,00	b <sub>13</sub> =	-0,12
7	-1	1	1	0,3	0,00	b <sub>23</sub> =	0,03
8	1	1	1	0,7	0,00	b <sub>11</sub> =	0,02
9	-1	0	0	0,7	0,00	b <sub>22</sub> =	-0,08
10	1	0	0	1,9	0,00	b <sub>33</sub> =	-0,33
11	0	-1	0	1,4	0,00		
12	0	1	0	1	0,00		
13	0	0	-1	1,4	0,00		
14	0	0	1	0,5	0,00		
15	0	0	0	1,2	0,00		
					18,83		

Таблиця 3.13.

Результати розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії в кодованих значеннях факторів

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	Yсер	Yрегр	Значення коефіцієнтів	
1	80	0,5	2	0,80	0,00	b <sub>0</sub> =	-0,7000
2	160	0,5	2	1,80	0,00	b <sub>1</sub> =	0,0140
3	80	6	2	0,50	0,00	b <sub>2</sub> =	0,0299
4	160	6	2	1,50	0,00	b <sub>3</sub> =	0,2531
5	80	0,5	10	0,40	0,00	b <sub>12</sub> =	-0,0002
6	160	0,5	10	1,00	0,00	b <sub>13</sub> =	-0,0008
7	80	6	10	0,30	0,00	b <sub>23</sub> =	0,0023
8	160	6	10	0,70	0,00	b <sub>11</sub> =	0,0000
9	80	3,25	6	0,70	0,00	b <sub>22</sub> =	-0,0101
10	160	3,25	6	1,90	0,00	b <sub>33</sub> =	-0,0203
11	120	0,5	6	1,40	0,00		
12	120	6	6	1,00	0,00		
13	120	3,25	2	1,40	0,00		

14	120	3,25	10	0,50	0,00		
15	120	3,25	6	1,20	0,00		
					18,83		

Загальний вигляд рівняння регресії:

$$\sigma = -0,7000 + 0,0140 q + 0,0299 t + 0,2531 p - 0,0002 q t - 0,0008 q p + 0,0023 t p - 0,0101 t^2 - 0,0203 p^2 \dots \dots \dots (3.3)$$

На основі цього рівняння графічну інтерпретацію результатів досліджень проводили для різного часу відкритої витримки:  $t=0,5$  хв.,  $t=3,25$  хв. і  $t=6$  хв. Розрахунки приведені в таблицях 3.14, 3.15, 3.16

### 3.3.1. Час відкритої витримки 0,5 хв. (Тканина-Поролон)

Таблицях 3.14.

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	p=6	p=2	p=10	Значення коефіцієнтів	
1	80	0,50	6	-109,58	2,33	1,83	b <sub>0</sub> =	-0,7000
2	90	0,50	6	-141,55	2,70	2,14	b <sub>1</sub> =	0,0140
3	100	0,50	6	-177,58	3,03	2,43	b <sub>2</sub> =	0,0299
4	110	0,50	6	-217,67	3,34	2,68	b <sub>3</sub> =	0,2531
5	120	0,50	6	-261,81	3,63	2,91	b <sub>12</sub> =	-0,0002
6	130	0,50	6	-310,02	3,88	3,10	b <sub>13</sub> =	-0,0008
7	140	0,50	6	-362,29	4,10	3,27	b <sub>23</sub> =	0,0023
8	150	0,50	6	-418,62	4,30	3,41	b <sub>11</sub> =	0,0000
9	160	0,50	6	-479,00	4,46	3,52	b <sub>22</sub> =	-0,0101
							b <sub>33</sub> =	-0,0203

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.7). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею q, г/м<sup>2</sup>.

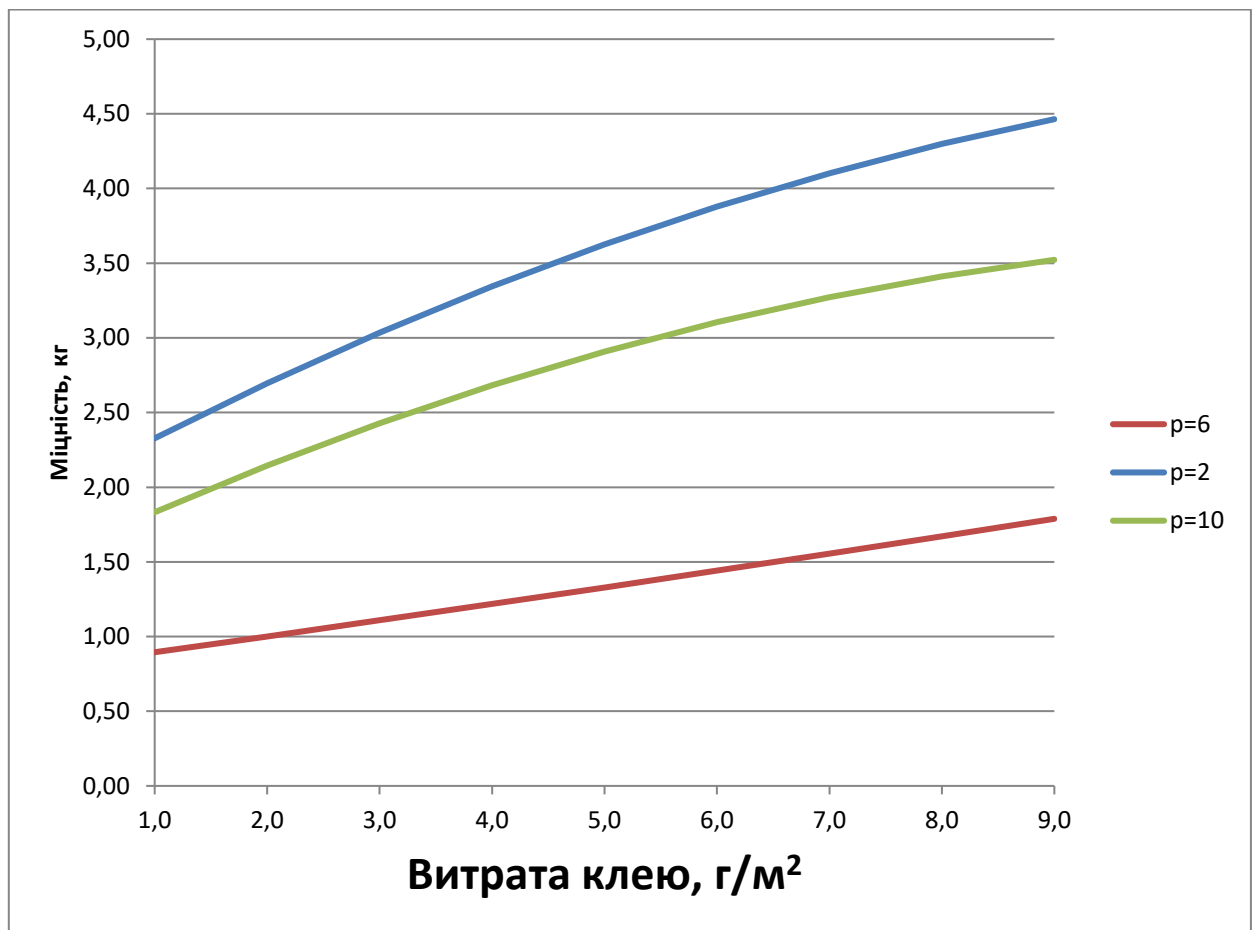


Рис. 3.7. Залежність міцності приклеювання поролону до тканини від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=0,5$  хв

При часі відкритої витримки  $t=0,5$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 100% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 93 - 100%. 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 3,25 хв. (Тканина-Поролон)

Таблицях 3.15.

№ досл	q, г/м <sup>2</sup>	t, хв	p, %	p=6	p=2	p=10	Значення коефіцієнтів	
							b <sub>0</sub> =	
1	80,0	3,25	6	-58,46	2,33	1,83	b <sub>0</sub> =	-0,7000
2	90,0	3,25	6	-75,80	2,70	2,14	b <sub>1</sub> =	0,0140
3	100,0	3,25	6	-95,38	3,03	2,43	b <sub>2</sub> =	0,0299
4	110,0	3,25	6	-117,23	3,34	2,68	b <sub>3</sub> =	0,2531
5	120,0	3,25	6	-141,32	3,63	2,91	b <sub>12</sub> =	-0,0002
6	130,0	3,25	6	-167,67	3,88	3,10	b <sub>13</sub> =	-0,0008
7	140,0	3,25	6	-196,27	4,10	3,27	b <sub>23</sub> =	0,0023
8	150,0	3,25	6	-227,12	4,30	3,41	b <sub>11</sub> =	0,0000

9	160,0	3,25	6	-260,23	4,46	3,52	b22=	-0,0101
							b33=	-0,0203

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.8). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ , г/м<sup>2</sup>.

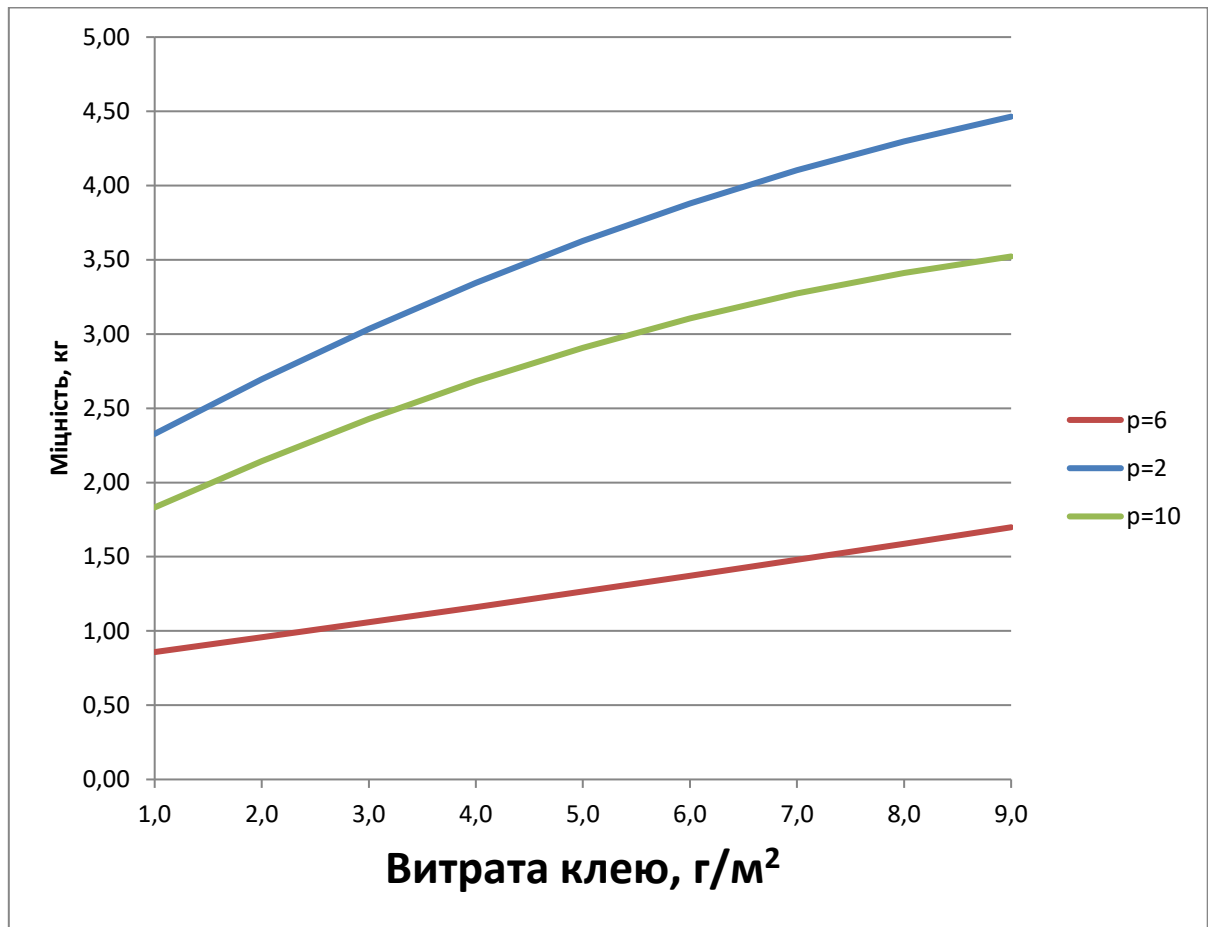


Рис. 3.8. Залежність міцності приклеювання поролону до тканини від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=3,25$  хв

При часі відкритої витримки  $t=3,25$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160 г/м<sup>2</sup> міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 112% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 93 - 112%. 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.

### 3.3.3. Час відкритої витримки 6 хв. (Тканина-Поролон)

Таблицях 3.16.

№ досл	$q$ , г/м <sup>2</sup>	$t$ , хв	$p$ , %	$p=6$	$p=2$	$p=10$	Значення коефіцієнтів	
							$b_0=$	
1	80,0	6,00	6	-57,42	2,33	1,83	$b_0=$	-0,7000
2	90,0	6,00	6	-74,71	2,70	2,14	$b_1=$	0,0140
3	100,0	6,00	6	-94,25	3,03	2,43	$b_2=$	0,0299
4	110,0	6,00	6	-116,05	3,34	2,68	$b_3=$	0,2531

5	120,0	6,00	6	-140,09	3,63	2,91	b12=	-0,0002
6	130,0	6,00	6	-166,40	3,88	3,10	b13=	-0,0008
7	140,0	6,00	6	-194,95	4,10	3,27	b23=	0,0023
8	150,0	6,00	6	-225,76	4,30	3,41	b11=	0,0000
9	160,0	6,00	6	-258,82	4,46	3,52	b22=	-0,0101
							b33=	-0,0203

На основі цих розрахунків побудували графіки (рис. 3.2). По горизонтальній осі в нас визначена витрата клею  $q$ ,  $\text{г}/\text{м}^2$ .

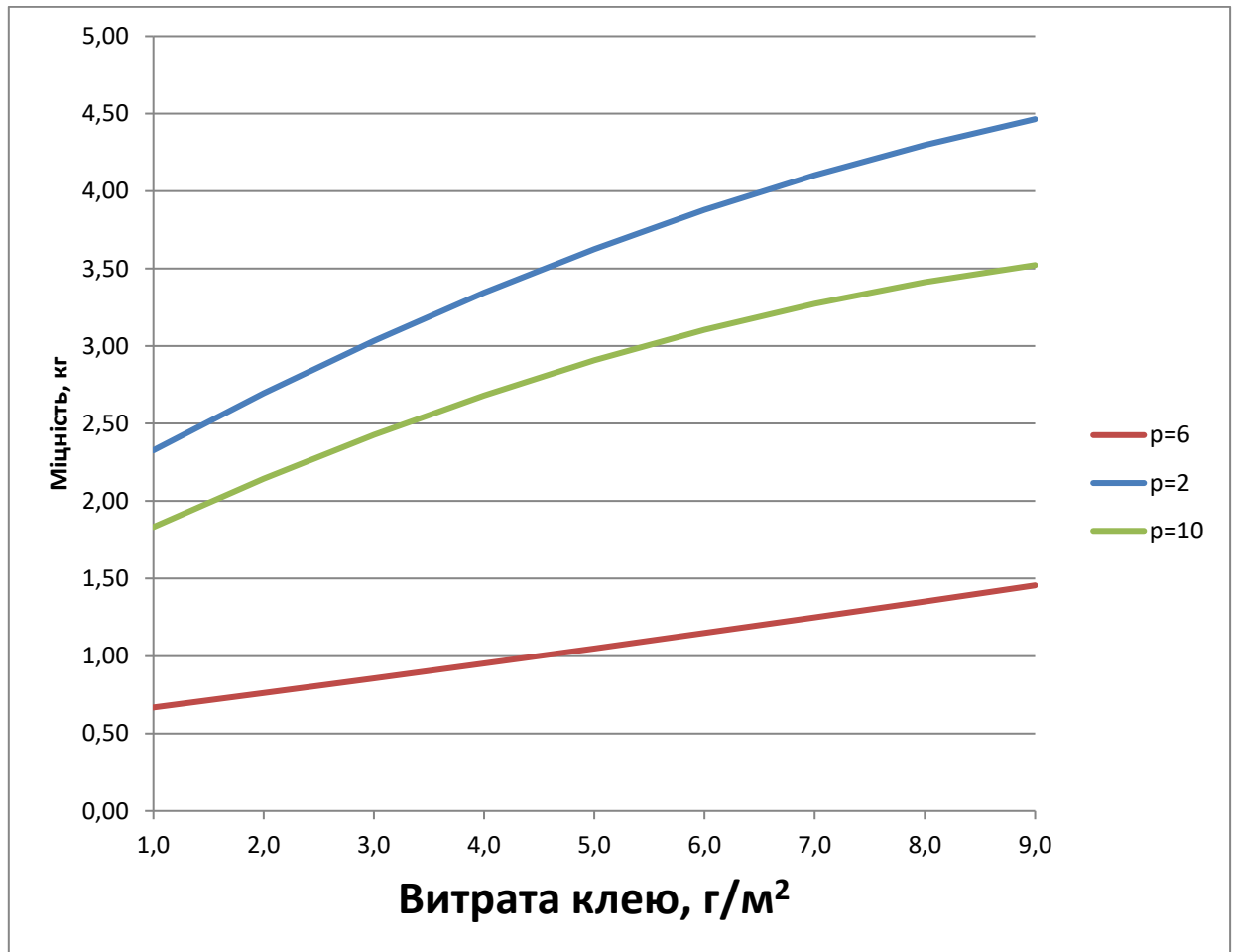


Рис. 3.9. Залежність міцності приклеювання поролону до ДВП від витрати клею і вмісту крейди при тривалості відкритої витримки  $t=6$  хв

При часі відкритої витримки  $t=6$  хв із збільшенням витрати клею з 60 до 160  $\text{г}/\text{м}^2$  міцність приклеювання зростає приблизно на 93% при витраті наповнювача 2%, на 107% при витраті наповнювача 6% і на 94% при витраті наповнювача 10%. В цілому – на 93 - 107%. 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
Поролон - Поролон	2	60	60	60
	6	50	50	50
	10	60	60	60
Войлок – Ватин	2	93	93	93
	6	69	75	100
	10	65	94	94
Тканина - Поролон	2	93	93	93
	6	100	112	107
	10	94	94	94

В цілому міцність приклеювання зросла на 56,7% при склеюванні поролону з поролоном, на 56,2% при склеюванні войлоку з ватином і на 97,8% при склеюванні тканини 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 (водою) до їх висихання, застарілі клейові відкладення видаляють механічним способом.

Крім того слід пам'ятати, що робота з клеями відбувається в гумових рукавицях в добре провітреному приміщенні і добавляють невеликими порціями при перемішуванні до одержання потрібної консистенції. При попаданні клею ПВА 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 настільних 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 настільних 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.

## Літературні джерела

1. Нікітіна С., «Настилочні матеріали у виробництві меблів»,  
<http://www.parket72.ru/>
1. С.А. Грицак Конспект лекцій з дисципліни: «Технологія м'яких меблевих виробів»
2. ГОСТ 17926-80 «Картон и фибра. Термины и определения»
3. Михайлівська Г.Є., Панов В.В., «Клеї для склеювання деревини», В-во «Афіша», 2003.-176 с.
4. Гупало О. П. Високомолекулярні сполуки / О. П. Гупало, Н. М. Ватаманюк.— К. : Вид- во НМКВО. — 1993. — 243 с.
5. 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.
6. ГОСТ 17317-88 «Шкіра штучна. Метод визначення міцності між шарами»
7. Кушпіт А.С. «Розробка технології склеювання деревинних матеріалів з ПВХ плівками воднодисперсійними композиціями.» (Дисертація), Львів 1997, 170 с.
8. Грицак С.А., Кійко О.А., Кушпіт С.А. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни "Наукові дослідження в деревообробці". –Львів, 2000 – 37с.
9. ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании»
10. Кушпіт 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 виробництв. – Львів: НЛТУ України, каф. ТМВД, 2021. – 50 с.
11. Кушпіт 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. <http://aned.biz.pl53>.

15. <http://www.klej-problem.net>
16. <http://laki-kraski.com.ua/>
17. [www.jowat.com.pl](http://www.jowat.com.pl)
18. <http://www.saba-m.com>
19. <https://lymitex.biz.ua/ua/p60600544-klej-dlya-porolona.html>
20. <https://poradumo.com.ua/85199-klei-pva-sklad-tehnichni-harakteristiki-kleu/>
21. <https://aned.pl/ru/anedcoll-55-60-t/>
22. <https://matrasy.com.ua/materials-supplies/bonikol-t-701-klej.html>
23. <http://www.shoematerials.com.ua/uk/item/931>
24. <https://ua.all.biz/uk/spg-2077-g1122692>
25. <https://motopoland.com.ua/detail/9756516894/>
26. pianoklej do płyt gk leroy merlin
27. <https://prom.ua/ua/p1757018276-klej-dlya-porolona.html>
28. <https://aned.pl/ru/butacoll-a/>
29. <https://avangardklf.com.ua/ua/p1458847823-klej-dlya-myagkoj.html>