

Національний лісотехнічний університет України
Інститут деревообробних та комп'ютерних технологій і дизайну
Кафедра технології меблів та виробів з деревини

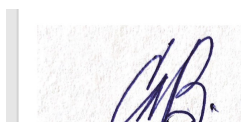
Пояснювальна записка

до магістерської роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему : Визначення та порівняльний аналіз характеристик столярної плити із
вживаної деревини, м. Львів



Виконав: студент VI курсу, групи ТВД-61м
Сафроній Віктор Петрович

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»



Керівник: д-р техн. наук, проф. Гайда С.В.

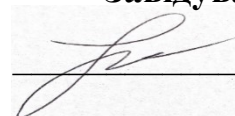
Рецензент:  доц. Ференц О.Б.

м. Львів – 2021 рік

Національний лісотехнічний університет України
Інститут деревообробних та комп'ютерних технологій і дизайну
Кафедра технології меблів та виробів з деревини
Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр
Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»
Спеціалізація: «Технології виробів з деревини»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМВД



проф. Кійко О.А.

“ 15 ” 07 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Сафроній Віктору Петровичу

1. Тема роботи: Визначення та порівняльний аналіз характеристик столярної плити із вживаної деревини, м. Львів

керівник роботи: д-р техн. наук, проф. Гайда С.В. _____

затверджені наказом по університету від 30 червня 2021 року, № С-250

2. Термін подання студентом роботи: 15 грудня 2021 року.

3. Вихідні дані до бакалаврської роботи:




Характеристика вживаної деревини. Техніко-економічні показники за 2020 рік. Стан вживаної деревини із цінами. Аналіз стану питання та завдання досліджень. Особливості перероблення деревини у деревообробному та меблевому виробництві. Дослідження обсягів утворення вживаної деревини. Методика визначення характеристик вживаної деревини та виготовлення столярної плити із неї. Відомості з охорони праці та економіки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічний розділ. Охорона праці. Розділ з економіки. Висновки. Анотація. Додатки.

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

1. Генеральний план підприємства.
2. Техніко-економічні показники.
3. Презентація магістерської роботи у вигляді 16 слайдів, представлених у програмі “Power-Point”.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	доц. Сомар Г.В.		
Економічна частина	Доц. Наливайко Н.Я.		

7. Дата видачі завдання _____ 15.07.2021 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз деревинних відходів в Україні	01.10-30.10	Виконав
2.	Теоретичне обґрунтування досліджень	11.10-05.11	Виконав
3.	Складання методики досліджень	01.11-25.11	Виконав
4.	Експериментальні дослідження	20.11-30.11	Виконав
5.	Обробка даних досліджень	01.12-06.12	Виконав
6.	Оформлення рисунків та таблиць	07.12-12.12	Виконав
7.	Написання розділу з економіки	13.12-16.12	Виконав
8.	Написання висновків та пропозицій	11.12-16.12	Виконав
9.	Оформлення пояснювальної записки	10.12-17.12	Виконав
10.	Збір рецензій	18.12-20.12	Виконав

Студент: _____ студ. Сафроній В.П.

Керівник роботи: _____ проф. Гайда С.В.

Анотація

ВСТУП

1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

- 1.1. Огляд літературних джерел та вивчення стану питання
- 1.1.1. Характеристика вживаної деревини як додаткової сировини
- 1.2.2. Світова практика використання вживаної деревини
- 1.2.3. Характеристики столярних традиційних плит
- 1.2.4. Технологія виготовлення столярної плити
- 1.2.5. Методи очищення вживаної деревини від лакофарбових матеріалів
- 1.2.6. Наукові роботи по столярній плиті
- 1.3. Задачі дослідження
- 1.4. Висновки з розділу

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит

2.1.1. Матеріали, прилади та обладнання

2.1.2. Опис технологічного процесу одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит в лабораторних умовах

2.1.3. Методика реалізації композиційного В-плану

2.2. Методика процесу виготовлення дослідних зразків

2.2.1. Методика процесу виробництва підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД для випробовування показника міцності під час статичного згинання впоперек рейок.

2.2.2. Методика процесу виготовлення дослідних зразків для випробовування границі показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку в сухому стані.

2.2.3. Методика підготовки дослідних зразків – столярних плит із ВЖД для визначення формостійкості.

2.3. Опис методів дослідження фізичних та механічних характеристик столярної плити, вимоги до конструкції та параметрів експериментальної установки, схема зняття показів при дослідженнях

2.3.1. Визначення формостійкості столярної плити

2.3.2. Визначення границі міцності столярної плити під час статичного згинання

2.3.3. Визначення границі міцності столярної плити на сколювання по клейовому шву в сухому стані

2.4. Висновки з розділу методика

3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБІНОВАНИХ СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ З СТОЛЯРНИМИ ПЛИТАМИ ТРАДИЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1. Результати одержання столярних плит із ВЖД

3.2. Отримані показники випробування плит із використаної ВЖД при ширині рейок 50міліметрів

3.2.1. Загальна статистична обробка даних з визначення міцності комбінованих столярних плит із вживаної деревини під час статичного згинання шириною 50 мм при сталих технологічних параметрах

3.2.2. Результати експерименту та порівняльний аналіз фізичних та механічних характеристик одержаних столярних плит при ширині рейок 50 міліметрів

3.2.2.1. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних показника міцності під час статичного згинання

3.2.2.2. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних показника міцності під час сколювання взірців СП вздовж клейового прошарку

3.2.2.3. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних формостійкості одержаних столярних плит

3.3. Дослідження фізичних та механічних характеристик комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД з очищеної Вживаної деревини

3.3.1. Вплив ширини рейок комбінованих СП на показники міцності під час статичного згину

3.3.2. Вплив ширини рейок комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД з очищеної Вживаної деревини на показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку

3.3.3. Вплив ширини брусків комбінованих СП(ВЖД) на показники формостійкості

3.4. Аналіз фізичних та механічних характеристик комбінованих столярних плит із ВЖД з шириною рейок 30, 50 та 70 мм

3.4.1. Порівняльний аналіз показника міцності під час статичного згинання

3.4.2. Порівняльний показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку

3.4.3. Порівняльний показника площинної формостійкості

3.5. Висновки з розділу

Розділ 4. Охорона праці

4.1. Загальні правила техніки безпеки на деревообробних та меблевих підприємствах.

4.2. Основні та необхідні правила техніки безпеки на деревообробних та меблевих підприємствах з перероблення вживаної деревини.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок кошторису виробничої собівартості первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та плити із вживаної деревини.

5.2. Висновки з економіки

6. ВИСНОВКИ ЗАГАЛЬНІ

Практичні рекомендації за результатами експериментальних досліджень

Для виробництва практичні рекомендації:

Список використаної літератури

Відгук керівника

Анотація

Обґрунтовано, деревинні ресурси повинні комплексно використовуватись, зокрема це стосується деревинних відходів та залишків на всіх етапах виробництва. Але сьогодні як ніколи постало питання перероблення вживаної деревини (ВЖД)– додаткового резерву деревини, яка у виробках втратила вже свої споживчі характеристики. Проаналізовано, що ВЖД заслуговує особливої уваги – придатна для матеріального використання з одного боку, та економить первинну деревину, а її утилізація мінімізує негативний вплив на довкілля. З'ясовано шляхи підготовки ВЖД до перероблення, та запропоновано її використання у виробництві конструкційних щитових матеріалів, зокрема для одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит. Запропоновано конструкції столярних звичайних та комбінованих плит із ВЖД, яку отримано із демонтованих вікон, дверей та будинкових конструкцій. Зроблено партію столярних плит із ВЖД шляхом реалізації В-плану другого порядку де змінними були ширина рейок внутрішнього щита, при чому рейки були із брусків деревини та із випиляних полос деревностружкових плит. З отриманих експериментальних плит розміром 440x440 мм, були одержані взірці для випробування на показники міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість. Побудовано три регресійні моделі залежності вихідних параметрів міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість залежно від ширини рейок комбінованих столярних плит із деревинних ресурсів вживаної деревини. Моделі адекватні. Встановлено, фізичні та механічні характеристики всіх столярних плит із ресурсів ВЖД не залежно від їх конструкції задовольняють вимоги ДСТУ:13715:1978. Встановлено за результатами експериментальних досліджень, що найвищими фізичними та механічними параметрами характеризується комбіновані СП із ВЖД таких конструкцій за шириною рейки: $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 70$ мм – параметр площинна формостійкість становив 0,088 мм; $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 30$ мм – показник на міцність під час статичного згинання – 32,252 МПа; $V_{ВЖД} = 70$ мм; $V_{ДСП} = 50$ мм – показник на міцність під час сколювання вздовж клейового прошарку – 1,735 МПа. Встановлено, що найвищими фізичними та механічними показниками характеризується личковані фанерою товщиною 4 мм столярні плити з клеєним щитом із вживаної деревини та комбінована столярна плита з клеєним щитом із вживаної деревини та ДСП. При ширині рейок 50 мм середня міцність під час статичного згинання таких плит становить відповідно 27,88 та 25,211 МПа, а на показники міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку відповідно 1,652 та 1,612 МПа. Розраховано, що використання ВЖД дає фінансову та екологічну вигоду, а саме, що столярні плити із ВЖД (312 грн) є на 17-23 % дешевшими за аналогічні із первинної деревини (378 грн).

ВСТУП

Актуальність дослідження: *Залучення деревинних додаткових ресурсі до матеріального використання є актуальним та нагальним питанням сьогодення.* Вживана деревина являється ресурсною базою деревинної сировини, але в даний час вона ефективно не використовується В цьому і проблема. Бо засмічується довкілля, виникають екологічні проблеми забруднення територій.

Дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених із зазначеної проблеми стосуються, в основному, використання виробничих деревних відходів, без залучення ВЖД до процесу перероблення – виготовлення виробів з неї.

Проблема дослідження: відсутність ресурсощадних та екологобезпечних технологій з практичними рекомендаціями щодо використання ВЖД.

По можливості часткове вирішення даної проблеми дасть можливість забезпечити галузі деревообробки додатковим джерелом сировини, альтернативним додатковим ресурсом шляхом перероблення ВЖД на столярну плиту.

Тепер люди суттєво задумалось над екологічними проблемами. Ці виклики також стосуються лісових ресурсів, деревообробних та меблевих галузей, вторинних деревинних резервів сировини, відходів, залишків деревини основного виробництва, твердих побутових відходів і так далі.

Додатковим, незадіяним резервом деревинної сировини в Україні є вживана деревина (ВЖД), річні запаси приблизно складають два 2 млн. тон».

У Європи питання використання ВЖД частково вирішені. В Україні це питання ще не вирішувалось. З одного боку, серед вчених та виробників меблевої і столярної продукції, а також виробників електричної та теплової енергії інколи виникає дилема – спалювати ВЖД чи дати цій деревині «друге життя».

Мета дослідження – проаналізувати фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання , міцність під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість згідно ДСТУ:13715:1978) первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та столярної плити із вживаної деревини як звичайної конструкції, так і комбінованої.

Мета роботи – здійснити порівняльний аналіз фізичних та механічних параметрів первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та плити із вживаної деревини різних конструкцій.

Об'єкт дослідження – столярна плита із вживаної деревини СП(ВЖД).

Предмет дослідження – закономірності впливу конструкцій щита столярної плити та комбінованого укладання рейок різної ширини на Фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання , показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість) столярної плити із вживаної деревини.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

1.1. Огляд літературних джерел та вивчення стану питання

1.1.1. Характеристика вживаної деревини як додаткової сировини

На сьогоднішній день коли термін експлуатації столярних виробів вийшов, а сучасні тенденції в інтер'єрі прагнуть змін, мільйони тонн деревних відходів опиняються на звалищах чи в кращому випадку відвозяться батькам, що проживають у сільській місцевості чи оновлюють інтер'єр дачних будинків.

Тим часом правила, запроваджені в багатьох європейських країнах у сфері охорони довкілля, змушують виробників деревообробної продукції шукати інші шляхи переробки цього виду сировини.

З березня 1992 року у ЄС обов'язковим для виробів є знак охорони середовища (ЕС).

В Україні також є напрацювання з цього питання. Особливо ініціативним є Лісотехнічний університет, що місті Львів. Вчені університету розробили класифікатор вживаної деревини, запропонували класифікацію вживаної деревини за ступенем забруднення з поділом на чотири категорії:

1. Перша ступень чистоти – це абсолютно чиста та природна деревина без будь яких шкідливих домішок.
2. Друга ступень чистоти – це деревина яке не містить галогенопохідних, зокрема ПВХ.
3. Третя ступень чистоти – це деревина яка містить галогенопохідних, зокрема ПВХ, але не має речовин захисту.
4. Четверта ступень чистоти – це деревина яка містить речовин захисту: антипірети, антисептики та інші.

Вживана деревина після очищення може сміливо залучатись до матеріального використання:

- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятись кондиційні рейки для залучення у виробництві щитових конструкцій : столярної плити
- деревина без будь яких шкідливих домішок.
- Друга ступень чистоти – це деревина яке не містить галогенопохідних, зокрема ПВХ.
- Третя ступень чистоти – це деревина яка містить галогенопохідних, зокрема ПВХ, але не має речовин захисту.
- Четверта ступень чистоти – це деревина яка містить речовин захисту: антипірети, антисептики та інші.

Вживана деревина після очищення може сміливо залучатись до матеріального використання:

- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятись кондиційні рейки для залучення у виробництві *щитових конструкцій : столярної плити*

- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні рейки для залучення у виробництві *щитових конструкцій меблевого щита*.
- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні рейки для залучення у виробництві зрощених складальних одиниць.
- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні рейки для залучення у виробництві каркасів м'яких меблевих виробів.
- З габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні рейки для залучення у виробництві каркасів екстер'єрних меблевих виробів.
- З малогабаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні бездефектні відрізки бруски для залучення у виробництві каркасів екстер'єрних меблевих виробів.
- З малогабаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні бездефектні відрізки бруски для залучення у виробництві зрощених ламелей для меблевого щита.
- З малогабаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні бездефектні відрізки бруски для залучення у виробництві каркасів ґратчастих меблевих виробів.
- З малогабаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні бездефектні відрізки бруски для залучення у виробництві зрощених ламелей для євробруса.
- З малогабаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися кондиційні бездефектні відрізки бруски для залучення у виробництві зрощених ламелей для створення масивних клеєних ніжок столів чи крісел.
- З дрібної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися тріска та стружка для залучення у виробництві деревностружкових плит.
- З дрібної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися тріска та стружка для залучення у виробництві деревноволокнистих плит.
- З дрібної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися тріска та стружка для залучення у виробництві плит середньої щільності.
- З дрібної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятися тріска та стружка для залучення у виробництві паливних брикетів.

- З дрібної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятись тріска та стружка для залучення у виробництві паливних гранул.
- Взагалі всю некондиційну вживану деревину крім потреб меблевої та деревообробної галузі можуть залучати з енергетичною метою з одержанням тепла та енергії.

1.2.2. Світова практика використання вживаної деревини

Питання раціонального використання деревини, зокрема використання вживаної деревини було розглянуте більше 50 років тому.

Актуальним питання перероблення вживаної деревини на різноманітну продукцію займались в різних країнах:

- Наприклад у США зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для виготовлення деревностружкових плит.
- Наприклад у Німеччині зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для виготовлення волокнистих стружок для деревноволокнистих плит.
- Наприклад у Франції зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для виготовлення цементностружкових та гіпсовостружкових плит.
- Наприклад у Польщі зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для виготовлення паливних брикетів.
- Наприклад у Білорусії зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання бездефектних очищених брусків.
- Наприклад у Чехії зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання бездефектних

очищених брусків для зрощування на лініях зрощування ламелей великої довжини.

- Наприклад у Словаччині зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання бездефектних очищених брусків для виготовлення Євробрусів зі зрощених ламелей.
- Наприклад у Португалії зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання бездефектних очищених брусків для зрощування та отримання меблевого щита шляхом склею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» ванна на гладку фугу.
- Наприклад у Швеції зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для виготовлення енергетичних паливних гранул.
- Наприклад у Нідерландах зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для очищення шкурок норок.
- Наприклад у Греції зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання подрібнених частинок для мульчування ґрунтів.
- Наприклад у Канаді зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема отримання екстер'єрних малих архітектурних форм.
- Наприклад у Румунії зрозуміли ефективність перероблення вживаної деревини та з метою екологізації довкілля були розроблені технологічні процеси перероблення вживаної деревини на ефективний напрямок, зокрема декоративних парканів та огорож в паркових відпочинкових зонах.

Таким чином, вживану деревину для перероблення залучають у багатьох країнах. Там організовують її збір, аналогічно до збирання паперу, скла чи металу. Звісно людям виплачують винагороду. Асортимент великий,

забрудненість різна, придатність відповідно до якості. Оцінку ведуть досвідчені робітники, майстри і навіть реставратори, що надають ВЖД другого життя.

1.2.3. Характеристики столярних традиційних плит

Столярні плити - це личковані щити або несклеєні укладені рейки, наприклад шпоном, фанерою або ДВП.

За конструкцією Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи:

- В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні
- В середині конструкції столярної плити рейки склеєні
- В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами

Рейки столярних плит виготовляють із деревини :

- Шпилькових порід
- м'яких листяних порід
- твердих листяних порід

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за точністю:

НР – звичайної точності: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної точності: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної точності: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за формостійкістю:

НР – звичайної площинної формостійкості: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної площинної формостійкості: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної площинної формостійкості: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів та товщиною личківки:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів та товщиною личківки та габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,:

НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,; В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні

СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,; В середині конструкції столярної плити рейки склеєні

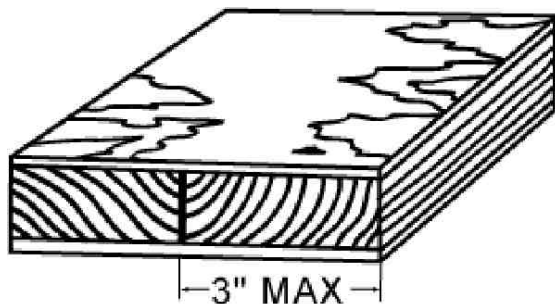
БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,; В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів та товщиною личківки та габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм характеризуються двома нормативними документами:

- ДСТУ:13715:1978 "Плити столярні. Технічні умови"
- DIN 68705:2002 Клеєні дерев'яні щитові конструкції

Столярні плити , що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів та товщиною личківки та габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм, за стандартом DIN 68705:2002 Клеєні дерев'яні щитові конструкції

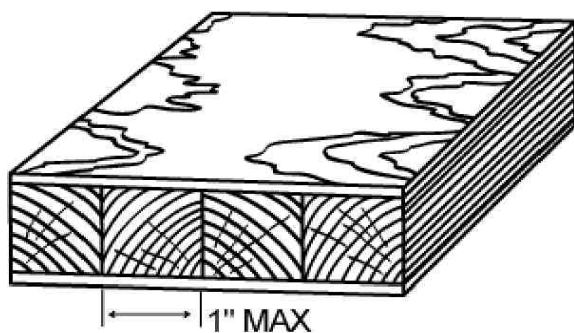
Battenboard— столярна плита, з серединним заповненням із склеєних тонких рейок при відношенні розмірів поперечного перерізу один до трьох склеєних крайками і личкованих шпоном (фанерою, МДФ), (рисун.: 1.2.3.1.)



BATTEN BOARD

Рисун.: 1.2.3.1. Тип столярної плити у країнах ЄС Battenboard

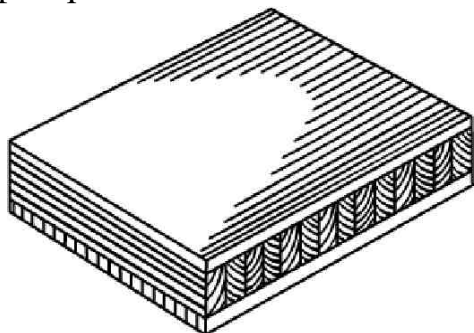
Blockboard— столярна плита, з серединним заповненням із дощок шириною рейок при відношенні розмірів поперечного перерізу один до одного, покритої шпоном (фанерою, МДФ), (рисун.: 1.2.3.2.)



BLOCK BOARD

Рисун.: 1.2.3.2. Тип столярної плити у країнах ЄС Blockboard

Laminboard— столярна плита, з серединним заповненням із дощок товщиною 6-7 мм і шириною 25-30 мм, поставлених на ребро і склеєних пласть до пласті, що створюють стійкий блок, покритий зверху і знизу шпоном або фанерою товщиною від 3мм до 6 мм, (рисун.: 1.2.3.3.)



LAMINBOARD

Рисун.: 1.2.3.3. Тип столярної плити у країнах ЄС Laminboard

1.2.4. Технологія виготовлення столярної плити

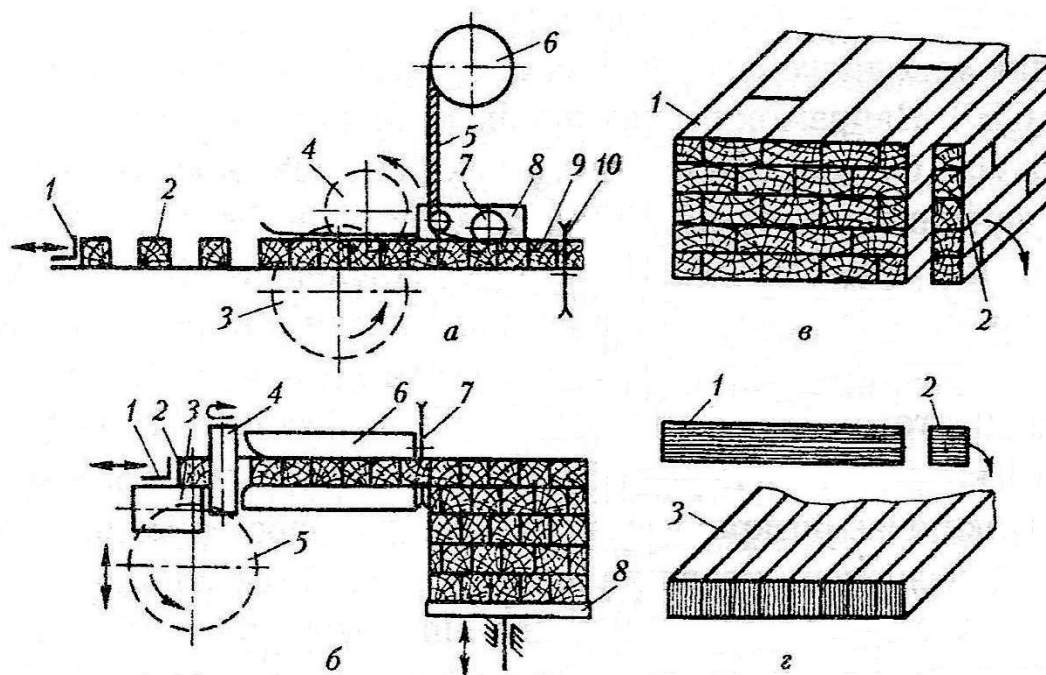
Технологічний процес одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит включає: виготовлення щита, личкування його шпоном і обробка столярних плит. Відмінна особливість у технології плит різних видів – процес виготовлення щита.

Виготовлення щита.

При виготовленні щитів із рейок

- Розпилюють на обрізні дошки
- Отримують рейки
- фрезерують із двох сторін
- використовують односторонні рейсмусовому верстаті
- розпилюють на рейки потрібної ширини
- задіюють багатопилковому верстаті.

Існують ребросклею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вальні агрегати для створення щитів (рисун.: 1.2.4.1,б)[32].



Рисун.: 1.2.4.1. Можливі варіанти отримання щитів для виготовлення столярних різних плит

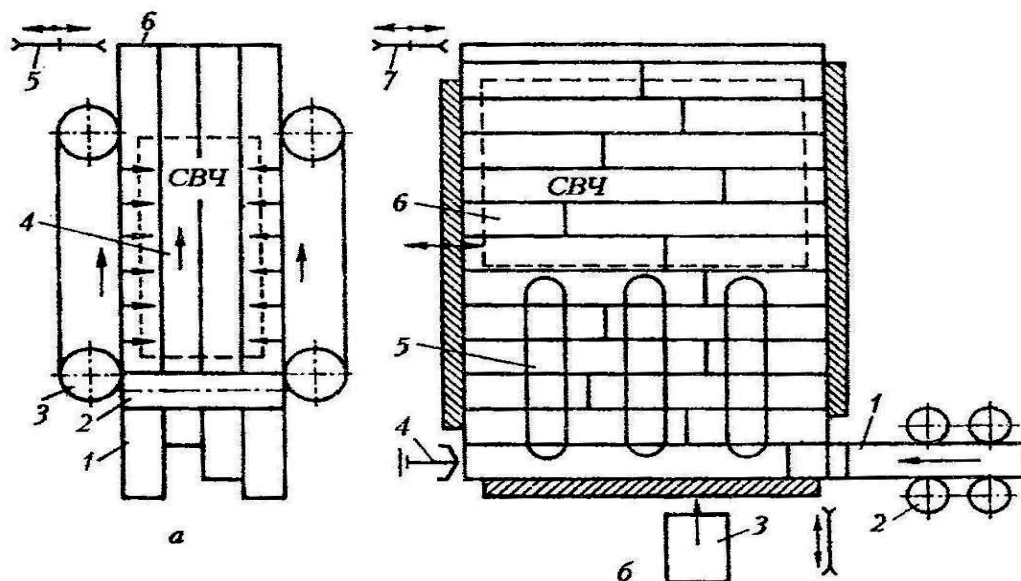
Під час складання щитів слід чергувати суцільні та складені рейки. Відстань між стидами рейок у суміжних шарах має бути не менше 150 мм.

Отримані рейкові щити фрезерують на рейсмусовому верстаті.

Товщина щита має бути:

- для плити товщиною 16 мм – 11 мм;
- для 19 мм – 14 мм.;
- для 22 мм – 17 мм;
- для 25 мм – 20 мм;
- для 30 мм – 25 мм з відхиленням $\pm 0,3$ мм.

У процесі склею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання потрібне рівномірне стискання склею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» ваних поверхонь під певним тиском. Наприклад як на рисунку 1.2.4.2.



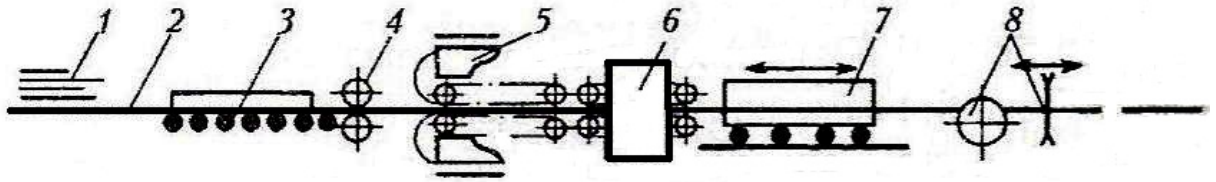
Рисун.: 1.2.4.2. Принципові схеми пристроїв для склею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання заготовок у щити

Личкування щитів СП шпоном:

- Підготовка шпону
- Ребросклею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання шпону
- Нанесення в нормі клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» із витратою 130–140 г/м²
- клей П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5»
- Створення пакету
- Пресування під тиском 1,2–1,3 МПа
- Надання температури 120–125 °С
- Створення тиску
- Витримка під тиском – 6 хв Тиск зменшується за 165–170 с
- Тех витримка

Технологія столярних плит вимагає контролю на різних стадіях роботи:

- Перерізи рейок
- Геометрія щитів
- Площинність конструкції
- Затрати клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5»
- Режим приклею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання
- Якість роботи.



Рисун.: 1.2.4.3. Схеми безперервного способу одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит

Норми витрат сировини, матеріалів, основних видів енергії на виготовлення 1 м³ столярних плит залежать від їх конструкції, товщини і формату.

Статистичні та рекомендовані дані такі:

Столярні плити, що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за витратою пиломатеріалів:

НР – звичайної точності: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні із несклеєних рейок – 1,320 м³,

СР – підвищеної точності: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні зі склеєних рейок – 1,534 м³,

БР – підвищеної точності: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами. при виготовленні блоко-рейкових плит 1,68 м³,

Середня витрата шпону – 0,16–0,52 м³,

Середня витрата клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» 11,8–39,0 кг м³.

1.2.5. Методи очищення вживаної деревини від лакофарбових матеріалів

Підготовка вживаної деревини до механічного оброблення вимагає детального очищення:

Серед ефективних методів та способів очищення вважаються такі варіанти:

- Механічне відторцьовування бракованої пошкодженої чи гнилої деревини
- Автоматизоване відторцьовування бракованої пошкодженої чи гнилої деревини
- Механічне відпилювання бракованої пошкодженої чи гнилої деревини
- Механічне очищення бракованої пошкодженої чи гнилої деревини
- Механічне очищення вживаної деревини від наявного металу
- Механічне очищення вживаної деревини від наявного паперу
- Механічне очищення вживаної деревини від наявного скла
- Механічне очищення вживаної деревини від наявного піску
- Механічне очищення вживаної деревини від наявного ґрунту
- Механічне очищення вживаної деревини від наявної пластмаси

- Механічне відпарювання та відрізання бракованої пошкодженої чи гнилої деревини
- Механізоване поверхнєве очищення бракованої пошкодженої чи гнилої деревини щітковим інструментом
- Механізоване поверхнєве очищення бракованої пошкодженої чи гнилої деревини голкофрезерним інструментом
- Механізоване поверхнєве очищення бракованої пошкодженої чи гнилої деревини шліфувальним інструментом
- Механізоване поверхнєве очищення бракованої пошкодженої чи гнилої деревини ножовим інструментом

1.2.6. Наукові роботи по столярній плиті

У теперішній літературі зустрічаємо праці по різних сферах використання деревинних відходів та залишків, але дуже мало інформації по використанню вживаної деревини. Окремі теми розглядаються, але тільки частково

Проведені Пардаєвим А.С., що працює в Білорусії дослідження стануть у нагоді при виготовленні склеєних щитів, меблевого щита або столярної плити, оскільки він вивчав площинну формостійкість, тобто відхилення від площинності клеєних щитових конструкцій.

Науковці НЛТУ України впевнені, що майбутнє ВЖД – за матеріальним використанням, зокрема Гайда С.В. описує в своїх наукових працях. Він накреслив шляхи перероблення ВЖД, що забезпечить деревообробні та меблеві підприємства додатковою сировиною, а також зменшить обсяги накопичень на звалищах відходів, крім того все це в комплексі покращить екологію зовнішнього середовища, збереже первинні лісові ресурси, що є актуальним та перспективним у майбутньому.

Тому в цьому напрямку ще можна проводити багато досліджень. Розробляти практичні рекомендації з перероблення вживаної деревини, для одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит різних конструкцій.

1.3. Задачі дослідження

Для реалізації мети дослідження потрібно реалізувати наступні задачі дослідження:

- Виготовити столярні плити із вживаної деревини (звичайну та комбіновану) та традиційну столярну плиту;
- Виготовити із столярної плити із вживаної деревини 100 пробних зразків для визначення підпорядкованості фізичних та механічних характеристик таких плит закону нормального розподілу згідно із діючими стандартами;
- При успішній реалізації попередньої задачі, виготовити зразки для порівняння фізичних та механічних характеристик виготовлених плит;

- Проаналізувати Фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання , Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість згідно ДСТУ:13715:1978 [25]) первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та столярної плити із вживаної деревини як звичайної конструкції, так і комбінованої;
- Реалізувати В-плани для виявлення впливу ширини рейок на Фізичні та механічні характеристики столярної плити та виявлення раціональної ширини рейки;
- Отримати закономірності впливу конструкцій щита столярної плити та комбінованого укладання рейок різної ширини на Фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання , Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість) столярної плити із вживаної деревини;
- Подати практичні рекомендації по отриманих даних.

1.4. Висновки з розділу

1. Обґрунтовано, що залучення деревинних додаткових ресурсі до матеріального використання є актуальним та нагальним питанням сьогодення. Вживана деревина являється ресурсною базою деревинної сировини, але в даний час вона ефективно не використовується в цьому і проблема. Бо засмічується довкілля, виникають екологічні проблеми забруднення територій.
2. Встановлено, що дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених із зазначеної проблеми стосуються, в основному, використання виробничих деревних відходів, без залучення ВЖД до процесу перероблення – виготовлення виробів з неї.
3. Окреслено проблему дослідження: відсутність ресурсощадних та екологобезпечних технологій з практичними рекомендаціями щодо використання ВЖД.
4. Проаналізовано, що ступень забруднення є визначальним для класифікації вживаної деревини, що зумовило її поділ на чотири категорії : перша ступень чистоти – це абсолютно чиста та природня деревина без будь яких шкідливих домішок. Друга ступень чистоти – це деревина яка не містить галогенопохідних, зокрема ПВХ. Третя ступень чистоти – це деревина яка містить галогенопохідних, зокрема ПВХ, але не має речовин захисту. Четверта ступень чистоти – це деревина яка містить речовини захисту: антипірети, антисептики та інші.
5. Вияснено, що Вживана деревина після очищення може сміливо залучатись до матеріального використання: з габаритної вживаної деревини для потреб меблевої та деревообробної галузі можуть виготовлятись кондиційні рейки для залучення у виробництві щитових конструкцій , зокрема столярної плити .

6. Встановлено, що в країнах ЄС є досвід використання вживаної деревини. Там вживану деревину для перероблення залучають у багатьох країнах. Там організують її збір, аналогічно до збирання паперу, скла чи металу. Звісно людям виплачують винагороду. Асортимент великий, забрудненість різна, придатність відповідно до якості. Оцінку ведуть досвідчені робітники, майстри і навіть реставратори, що надають ВЖД другого життя.
7. Вияснено та проаналізовано, що столярні плити, що личковані шпоном, фанерою або ДВП діляться на три типи за міцністю за укладанням рейок в середині плити та видом личківки та способом шліфування та за сортом пиломатеріалів та товщиною личківки та габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,: НР – звичайної механічної міцності на статичний згин до 15 МПа при ширині рейок більше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,: В середині конструкції столярної плити рейки не склеєні; СР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 50 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,: В середині конструкції столярної плити рейки склеєні; БР – підвищеної механічної міцності на статичний згин більше 15 МПа при ширині рейок менше 30 мм личковані струганим шпоном та шліфовані з двох боків 3-го або 4-го сорту для шпилькових порід і 3-го сорту для листяних порід при товщині личківки 2 мм, 3 мм, 4 мм габаритними розмірами виготовлення 1525x1525 мм, 2500x1525 мм, 1525x1200 мм,: В середині конструкції столярної плити рейки укладені пластами.
8. Розглянуто варіанти підготовки вживаної деревини до механічного оброблення, що вимагає детального очищення. Серед ефективних методів та способів очищення вважаються очищення голкофрезами.
9. Розглянуто наукові роботи по залученню вживаної деревини до використання. У теперішній літературі зустрічаємо праці по різних сферах використання деревинних відходів та залишків, але дуже мало інформації по використанню вживаної деревини. Окремі теми розглядаються, але тільки частково. Існують дослідження з виготовлення склеєних щитів, меблевого щита або столярної плити, що визначають площинну формостійкість, тобто відхилення від площинності клеєних щитових конструкцій. Науковці НЛТУ України впевнені, що майбутнє ВЖД – за матеріальним використанням, зокрема Гайда С.В. описує в своїх наукових працях.

Він накреслив шляхи перероблення ВЖД, що забезпечить деревообробні та меблеві підприємства додатковою сировиною, а також зменшить обсяги накопичень на звалищах відходів, крім того все це в комплексі покращить екологію зовнішнього середовища, збереже первинні лісові ресурси, що є актуальним та перспективним у майбутньому. Тому в цьому напрямку ще можна проводити багато досліджень. Розробляти практичні рекомендації з перероблення вживаної деревини, для одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит різних конструкцій.

10. Розроблено задачі досліджень, що реалізуються у магістерській роботі. Для реалізації мети дослідження потрібно реалізувати наступні задачі дослідження: Виготовити столярні плити із вживаної деревини (звичайну та комбіновану) та традиційну столярну плиту; Виготовити із столярної плити із вживаної деревини 100 пробних зразків для визначення підпорядкованості фізичних та механічних характеристик таких плит закону нормального розподілу згідно із діючими стандартами; При успішній реалізації попередньої задачі, виготовити зразки для порівняння фізичних та механічних характеристик виготовлених плит; Проаналізувати Фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання, Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість згідно ДСТУ:13715:1978 [25]) первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та столярної плити із вживаної деревини як звичайної конструкції, так і комбінованої; Реалізувати В-плани для виявлення впливу ширини рейок на Фізичні та механічні характеристики столярної плити та виявлення раціональної ширини рейки; Отримати закономірності впливу конструкцій щита столярної плити та комбінованого укладання рейок різної ширини на Фізичні та механічні характеристики (міцність під час статичного згинання, Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку та формостійкість) столярної плити із вживаної деревини; Подати практичні рекомендації по отриманих даних.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит

Загальна методика досліджень. Для реалізації поставлених завдань було розроблено комплексну методику, що включає такі логічні розробки:

- виготовлення звичайних та комбінованих СП із ВЖД;
- методичні підходи та логічність операцій визначення формостійкості СП із ВЖД;
- методичні підходи та логічність операцій фізичних та механічних характеристик СП із ВЖД.

2.1.1. Матеріали, прилади та обладнання

Матеріали:

- Вживані віконні рами та коробки, дверні коробки та дверні полотна, вживані елементи ґратчастих, м'яких, спеціалізованих корпусних меблів;
- Вживані ДВП та фанера 4 мм, зокрема із задніх стінок корпусних меблів;
- Клей ПВА класом міцності D3. клей П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5»

Прилади та обладнання: типового устаткування та обладнання, контрольно вимірювальний інструмент, допоміжні складові для здійснення експериментальних досліджень.

2.1.2. Опис технологічного процесу одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит в лабораторних умовах

Столярна плита виготовляється товщиною 22мм. у відповідності з ДСТУ:13715:1978 . Для виготовлення столярної плити використовувались старі очищені від фурнітури віконні рами, віконні та дверні коробки. Порода з яких вони були виготовлені хвойна.

Згідно з ДСТУ:13715:1978 товщина сорочки із луценого шпону повинна становити не менше 3 мм при використанні шпону 1-2 сорту. Відповідно чим нижчий сорт тим більша товщина шпону. На сучасному етапі виробництва виготовляється столярна плита із зовнішніми шарами традиційно із луценого шпону, а також фанери і ДВП.

Для виготовлення столярної плити мною була використана трьохшарова фанера. Фанера розміщувалась так, щоб напрямок зовнішніх шарів фанери співпадав з повздовжнім розміщенням рейок столярної плити, а внутрішній шар фанери відповідно розміщувався впоперек рейок.

У трьохшаровій фанері використовується шпон товщиною 1,5 мм, відповідно у фанерованій столярній плиті впоперек рейок своїм повздовжнім напрямком волокон знаходилось два листи шпону сумарною товщиною 3,0 мм. Але в нас присутні ще чотири зовнішні шари луценого шпону, які при випробуваннях на статичний згин в поперек рейок щита будуть мати якийсь вплив, який саме слід визначити.

Отже, при випробуванні під час статичного згинання нас буде цікавити який супротив розтягу чинитимуть два шари фанери які розтягуються. Відомо що міцність деревини на розтяг впоперек волокон в 20-30 разів менша міцності на розтяг вздовж волокон. Міцність цих шарів по відношенню з внутрішнім шаром фанери на розтяг можна розрахувати так:

$$\sigma = 2 * (1/30) = 0,066 \text{ у.од. від міцності внутрішнього шару при розтягу.}$$

$$\text{У відсотках це } 0,066 * 100 = 6,6\%$$

Також слід врахувати, що два шари при статичному згині працює на стиск. Як відомо міцність на стиск поперек волокон в 4-6 разів менша ніж вздовж волокон, тобто

$$\sigma = 2 * (1/6) = 0,333 \text{ у.од. від міцності внутрішнього шару при стиску.}$$

$$\text{У відсотках це } 0,333 * 100 = 33,3\%$$

$$\text{Сумарно ми отримаємо додаткову міцність } 6,6\% + 33,3\% = 39,9\% \approx 40\%$$

Оскільки це відсоток у порівнянні з міцністю шпону товщиною 1,5 мм вздовж волокон, то таку міцність нам би дозволив отримати повздовжній шар шпону товщиною: $1,5 * (40/100) = 0,6 \text{ мм.}$

Відповідно можемо зробити висновок, міцність двох шарів фанери з вищенаведеним способом розміщення відносно рейок при статичному згині дає міцність аналогічну шару шпону товщиною $0,6/2 = 0,3 \text{ мм.}$ Відповідно в такому випадку сумарна товщина луценого шпону $1,5 * 2 + 0,3 * 2 = 3,6 \text{ мм.}$ Отже згідно з ДСТУ:13715:1978 відповідають столярній плиті товщиною 22 мм з сумарною товщиною шарів луценого шпону більше 3,6мм.

Технологічний процес виготовлення столярної плити із вживаної деревини складався з наступних стадій:

1. Збирання та складування
2. Сорткування за типом, породою та забрудненням
3. Очищення деревини від фурнітури та інших сторонніх включень;
4. Руйнування шипових з'єднань та вирізання дефектних місць;
5. Очищення деревини від поверхневого забруднення;
6. Створення базової поверхні - Фугування пластів;
7. Повздовжній розкрій деревини;
8. Двобічне фрезкування крайок;
9. Торцювання в розмір;
10. Склеювання П-ВА «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» у ваймі столярного щита;
11. клей П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5»
12. Розкрій фанери на необхідний розмір;
13. Напресування на столярний щит фанери;
14. Форматний розкрій;
15. Шліфування.

Підготовка дерев'яних брускових компонентів СП включає очищення ВЖД від фурнітури та інших сторонніх включень; руйнування шипових з'єднань та вирізання дефектних місць; очищення поверхонь деревини від лакофарбових матеріалів; фугування пластів; повздовжній розкрій деревини; двобічне фрезювання крайок; торцювання в розмір 520 мм.

Підготовка рейок з ДСП для комбінованих СП включає зовнішнє очищення від фурнітури та інших сторонніх включень; поверхнєве очищення щитів від лакофарбових матеріалів та плівок; форматний розкрій з отриманням рейок шириною 30; 50; 70 мм та довжиною 520 мм; двобічне фрезювання в розмір 14 мм.

Для очищення деревини від фурнітури використовувались стандартні інструменти плоскогубці, викрутки, цвяховидьоргувачі.

Для очищення плоских поверхонь від лакофарбових матеріалів використовувався фугувальний верстат. Очищена деревина розкрюювалась на рейки товщиною 17 мм та шириною 43; 63; 83 мм. Отримані рейки фрезювались на двобічному рейсмусовому верстаті по ширині з отриманням рейок шириною 30; 50; 70 мм.

На відповідні розміри розкрюювалась фанера.

Отримання столярного щита включає підбір рейок за шириною рейок та за кутом нахилу річних шарів для звичайних плит, а для комбінованих – почергове укладання рейок з різних матеріалів, нанесення клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» на крайки рейок з витратою 200-250 г/м², склею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання у ваймах (режимні параметри: температура – 85-90 °С, час витримки – 30-40 хв, тиск – 0,5-1,0 МПа) на столярні щити розміром 520х520 мм, технологічна витримка (вологість – 50±5 %, температура 20±2 °С) протягом 8-12 год., фрезювання за товщиною з двох боків до 14 мм,

Кінцевий етап виготовлення СП включає наступні операції: нанесення клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» на пластів столярного щита з витратою 150-200 г/м², формування пакету, личкування у плоскому пресі (режимні параметри: температура – 115-120 °С, час витримки – 4-6 хв, тиск – 1,2-1,3 МПа), технологічна витримка (вологість – 50±5 %, температура 20±2 °С) протягом 4-8 год., розкрій за периметром на розміри 500×500 мм, для формостійкості розміри зменшували до 440×440 мм.

Витрата клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» при виготовленні столярних плит дозувалась наступним чином. Спочатку в магазині була придбана банка клей П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вагою 2,5кг та мірний стакан.

За допомогою мірного стакана було перелито клей в трилітрову банку і відповідно визначено об'єм клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» який містився в придбаній банці.

Знаючи вагу клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» 2,5кг=2500г і об'єм який він займає, що становив 2249мл.=2249см³, можемо визначити густину клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» :

$$\rho_{\kappa} = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3 \quad 2.1.2.1.)$$

$$\rho_{\kappa} = \frac{2500}{2249} = 1,11, \text{ г/см}^3;$$

де: ρ_{κ} – густина клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», г/см³;

m – маса клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», г;

V – об'єм клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», мл. (см³);

Відповідно, знаючи витрату клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» припусти і знаючи його густину ми легко можемо розрахувати скільки потрібно налити клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» для використання в мірний стакан:

$$Q_{\kappa} = \frac{q \cdot S}{\rho_{\kappa}}, \text{ см}^3(\text{мл}) \quad 2.1.2.2.)$$

$$Q_{\kappa.p.} = \frac{225 \cdot 0,00884}{1,11} = 1,8, \text{ см}^3(\text{мл})$$

$$Q_{\kappa.o.} = \frac{175 \cdot 0,2704}{1,11} = 42,6, \text{ см}^3(\text{мл})$$

де: Q_{κ} – кількість клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», мл;

q – витрата клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», г/м²;

S – площа поверхні на яку потрібно нанести клей з витратою q , м²;

ρ_{κ} – густина клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5», г/см³.

2.1.3. Методика реалізації композиційного В-плану

Оскільки дослідження базувалися на вивченні залежності характеристик структурних компонентів СП на показники формостійкості та на фізико-механічні характеристики отриманих плит, то було реалізовано В-план другого порядку (табл. 2.1.3.1.).

Підготовлені рейки із масиву сосни (В_{ВЖД}) та ДСП (В_{ДСП}) виготовлялись шириною 30, 50 та 70 мм.

Стандартна сітка досліджень для плану В2 двох факторів Т-ця: 2.1.3.1

№ досліду	Цифри вхідних факторів			
	Натуральні		Кодовані	
	В _{ВЖД}	В _{ДСП}	x ₁	x ₂
Повний	30	30	-1	-1
	70	30	1	-1
	30	70	-1	1
	70	70	1	1

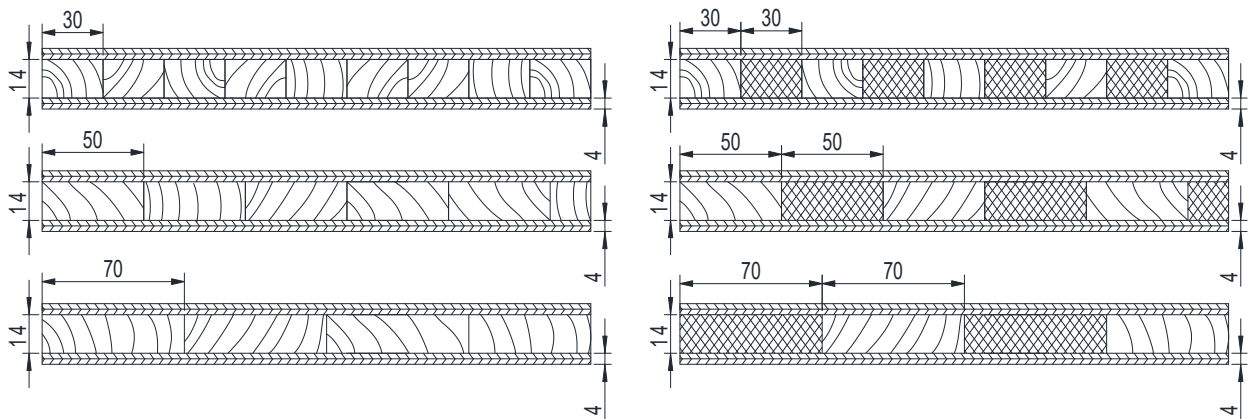
Зірковий		30	50	-1	0
		70	50	1	0
		50	30	0	-1
		50	70	0	1

Також було проведено додатковий дослід в центрі плану. Кількість дубльованих досліджень – 5.

Підсумок розрахунків, для реалізації експериментальних досліджень було виготовлено 15 видів СП із ВЖД (рисун.: 2.1.3.1.-2.1.3.2.).

Для порівняння було виготовлено СП(Брусок) свіжа та нових плит ДСП.

Рисун.: 2.1.3.1. СП із ділової деревини та комбінована СП із ділової деревини та ділової ДСП



Рисун.: 2.1.3.2. СП із ВЖД та комбінована СП із ВЖД та ВЖД (ДСП)

Кожен із різновидів щитів личкувався фанерою товщиною 4,0 мм.

Під час виготовлення СП із ВЖД постійними факторами даного дослідження були: відносна вологість повітря 61-66 %; температура повітря 17-21 °С; атмосферний тиск 740 ммрт. ст.; швидкість циркуляції повітря $V \approx 0$ м/с; рівень запиленості повітря; клей П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5»; метод нанесення; тиск пресування; час витримки; устаткування; об'єм приміщення.

2.2. Методика процесу виготовлення дослідних зразків

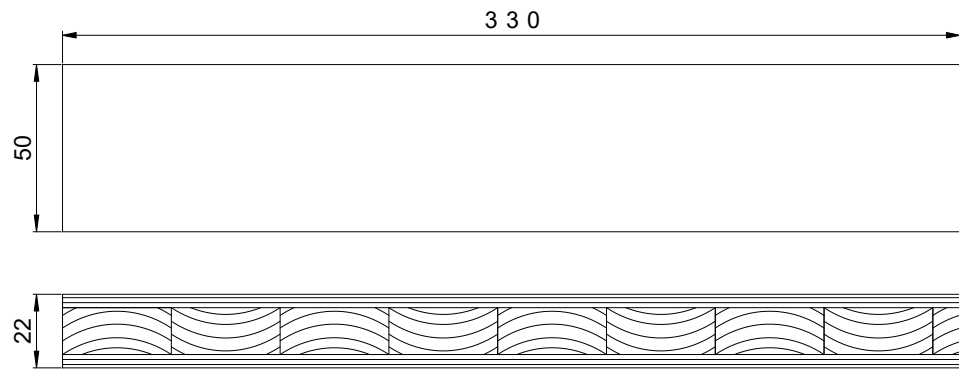
2.2.1. Методика процесу виробництва підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД для випробовування показника міцності під час статичного згинання впоперек рейок.

Виробництво підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД проводиться у відповідності з ГОСТ 9625-87 року на який посилається ДСТУ:13715:1978.

Відбір зразків, їхня кількість, виготовлення й підготовка до випробувань - за ГОСТ 9620-94 на який посилається ГОСТ 9625-87.

Зразки столярних плит виготовляють у формі прямокутної призми (рисун.:2.2.1.1.) з розмірами:

- товщина h - розмір зразка по напрямку дії зусилля, що вигинається;
- ширина $b = 50$ мм;
- довжина $l_1 = 15 h$ мм при $h > 10$ мм;
- довжина $l_1 = 150$ мм при $h < 10$ мм.



Рисун.: 2.2.1.1. Зразок столярної плити для випробовування показника міцності під час статичного згину впоперек рейок

Товщина зразка h рівна товщині столярної плити, а саме 22 мм. Ширина зразка $b = 50$ мм. Довжина тоді відповідно $l_1 = 15 h = 15 \cdot 22 = 330$ мм.

Під час експериментального випробування підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД довжиною $l_1 = 15 h$ відстань між опорами l приймають рівною $l = 12h = 12 \cdot 22 = 264$ мм.

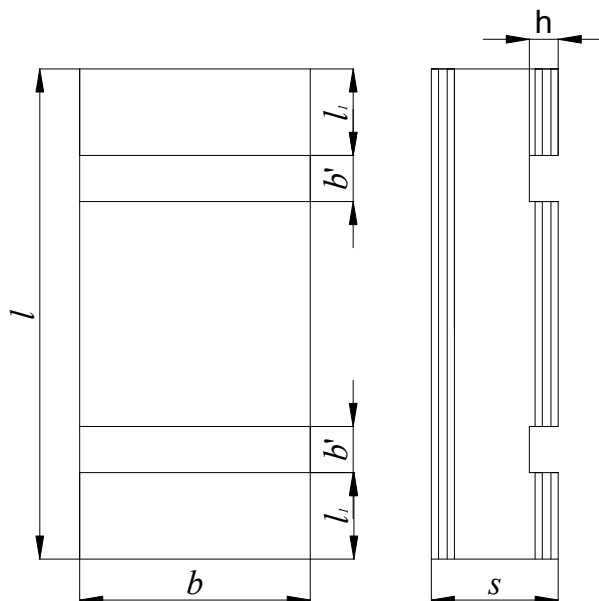


Рисун.: 2.2.1.2. Загальний вигляд експериментального зразка СП із ВЖД так і ВЖД (ДСП) різних конструкцій для випробовування показника міцності під час статичного згину впоперек рейок

2.2.2. Методика процесу виготовлення дослідних зразків для випробовування границі показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку в сухому стані.

Виробництво підготовлених відповідно до розмірів зрізів ВЖД проводять у відповідності із ГОСТ 9624-93 (рисун.:2.2.2.. Відбір зрізів їх виготовлення і підготовку до випробовування проводять у відповідності з ГОСТ 9620 -94.

Форма і розміри зрізів для випробовування на сколювання по клейовому шву повинні відповідати вказаному на рисунку 2.2.2.1 Рекомендована глибина пропилу для столярної плити рівна 5 мм.



Рисун.: 2.2.2.1. Взірець для випробовування границі показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку в сухому стані

l – довжина зрізця, рівна 85мм; h – глибина пропилу, що рівна 5 мм; l_i – довжина поверхні сколювання, яка розраховується як $2,5 \cdot h = 15$ мм; b' – ширина пропилу, що залежить від конструкції захоплюючого пристосування 8мм; s – товщина столярної плити, рівна 22мм; b – ширина зрізця, рівна 40мм.



Рисун.: 2.2.2.2. Загальний вигляд експериментального зразка СПіз ВЖД так і ВЖД (ДСП) різних конструкцій для випробовування границі показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку в сухому стані

2.2.3. Методика підготовки дослідних зразків – столярних плит із ВЖД для визначення формостійкості.

Для визначення формостійкості використовувались звичайні та комбіновані столярні плити із ВЖД та із первинних матеріалів для порівняння розміром 440x440x22 мм.

Згідно вимог стандарту ДСТУ:13715:1978 [25] жолоблення СП може бути не більшим 1,5 ... 2,5 мм, а хвилястість – 0,2 ... 0,6 мм.

Хвилястість плит визначають за максимальною глибиною хвилі на поверхні плити, яка вимірюється з похибкою не більше 0,05 мм, індикатором типу ИЧ-10 по ГОСТ 577-68 [27],

Жолоблення СП визначають по максимальній стрілі прогину плити, віднесеної на 1 м довжини діагоналі плити, покладеної на вивірену горизонтальну поверхню. Найпростіше стрілу прогину виміряти з похибкою не більше 0,1 мм індикатором типу ИЧ-10 за ГОСТ 577-68,

Після проведення всіх вимірювань для всіх видів і конструкцій столярних плит, дані щитові матеріали підлягали розкроюванню на зразки для визначення фізичних та механічних характеристик – міцності на згин та міцності на сколювання.



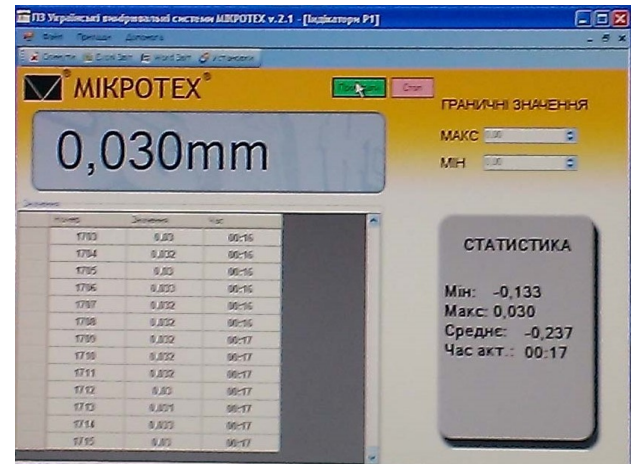
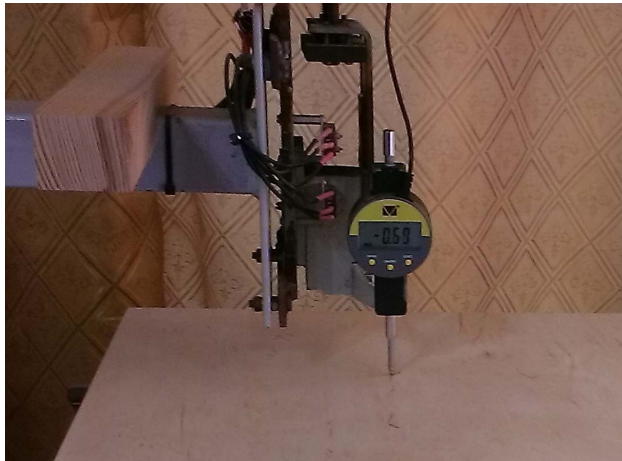
Рисун.: 2.2.3.1. Загальний вигляд експериментального зразка столярної плити, виготовленого із ВЖД (масив) так і ВЖД (ДСП) різних конструкцій

2.3. Опис методів дослідження фізичних та механічних характеристик столярної плити, вимоги до конструкції та параметрів експериментальної установки, схема зняття показів при дослідженнях

Згідно з ДСТУ:13715:1978 (табл.3) [25] для столярної плити регламентуються такі Фізичні та механічні характеристики, як міцність під час статичного згинання, Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку в сухому стані та формостійкість.

2.3.1. Визначення формостійкості столярної плити

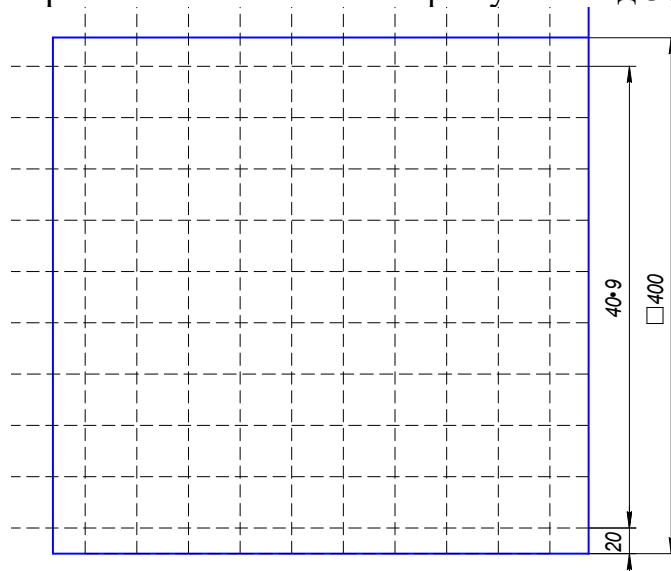
Вимірювання стріли прогину (відхилення від площинності) за допомогою експериментальної установки з числовим програмним управлінням. (рисун.: 2.3.1.1).



Рисун.: 2.3.1.1. Експериментальна установка з ЧПУ для визначення формостійкості СП із ВЖД

Значення числового індикатора ІГЦ (3)-25-0,01 (точність вимірювання 0,001 мм) зчитували за допомогою програмного забезпечення фірми «Мікротех» типу УІС-Р1-СОМ та передавали у середовище Microsoft Excel для запису та оброблення.

Покази знімали з готових форматних лабораторних плит столярниху двох напрямках (напрямок вздовж волокон – напрямок А, вздовж довжини рейок СП; напрямок поперек волокон – напрямок Б, вздовж ширини СП). У кожному із напрямів СП із ВЖД вимірювання проводили за 10-ма умовними лініями, тобто Підсумок розрахунків 20 умовних ліній з кроком між лініями у 40 мм (рисун.: 2.3.1.2.). Внаслідок вимірювань на кожній лінії фіксували від 380 до 440 точок.



Рисун.: 2.3.1.2. процедура визначення формостійкості на площині столярної плити.

Таким чином, за результатами одного вимірювання отримували вибірку сукупність обсягом від 7600 до 8800 (20×(380...440)).

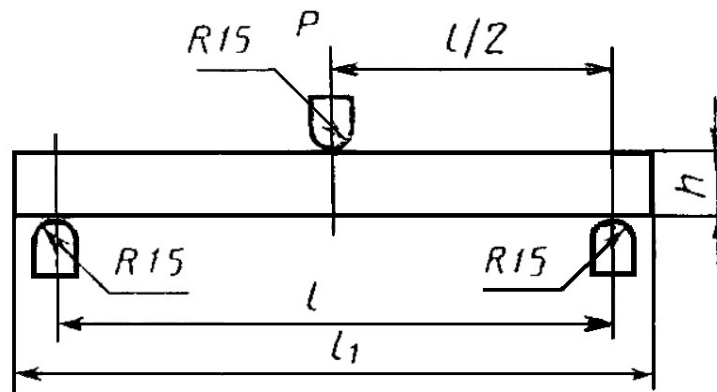
2.3.2. Визначення границі міцності столярної плити під час статичного згинання

Границю міцності столярної плити під час статичного згинання визначали на машині РМ - 05 за ГОСТ 28840-90 зрисун.: 2.3.2.1.



Рисун.:2.3.2.1. Випробувальна машина УММ – 5 (ГОСТ 7855 -61)

Випробування зразків проводять за схемою, наведеною на кресленні (рисун.:2.3.2.2.)[30].



Рисун.: 2.3.2.2. Схема організації випробування міцності на статичний згин

Границя показника міцності під час статичного згинання (σ_i) у МПа для кожного зразка обчислюють по формулі:

$$\sigma_i = \frac{3P_{\max}l}{2bh^2}, \text{Mпа} \quad 2.4.2.1)$$

де P_{\max} - навантаження, Н;

l - відстань, мм;

b - ширина мм;

h - товщина мм.

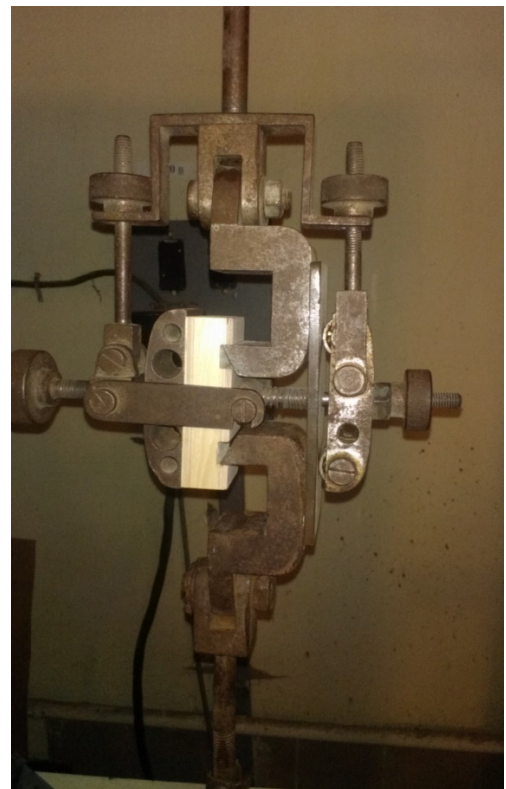
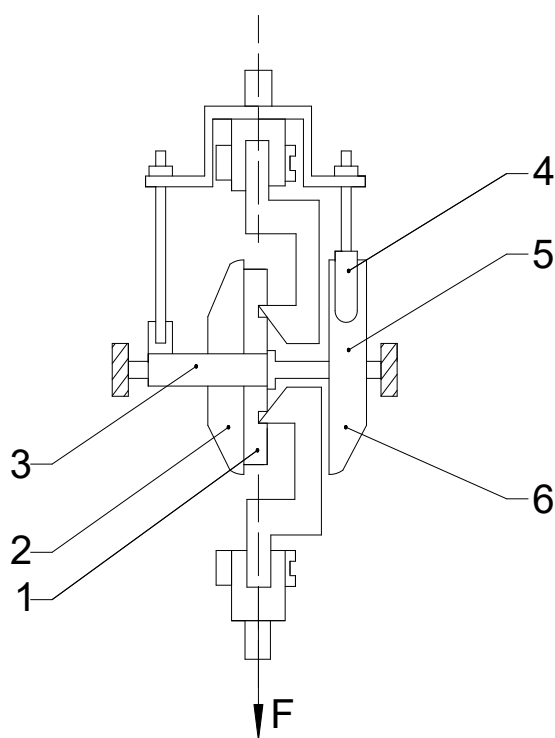
2.3.3. Визначення границі міцності столярної плити на сколювання по клейовому шву в сухому стані

Для визначення границі міцності при сколюванні використовують наступне обладнання і інструменти:

Допускається використання інших приладів та інструментів, які забезпечують необхідну точність.



Рисун.: 2.3.3.1. Лабораторна випробувальна машина РМ – 5 (ГОСТ 28840)



Рисун.: 2.3.3.2. Приспособлення для випробувальної машини РМ-5 (ГОСТ 28840)
1 – взірець; 2 – опорна планка; 3 – планка; 4 – захват; 5 – упор; 6 – траверса

Границю міцності по клейовому шарі $\tau_{ск}$ визначають в мега Паскалях із заокругленням результату до 0,05 МПа за формулою:

$$\tau_{ск} = \frac{P_{max}}{b \cdot l}, \text{ МПа} \quad 2.4.3.1.)$$

де: P_{max} – максимальне навантаження, Н;
 b – ширина сколювання, мм;
 l – довжина сколювання, мм.

2.4. Висновки з розділу методика

1. Детально описано методику отримання традиційних та нормативних столярних плит в лабораторних умовах
2. Розроблено конструкції звичайних та комбінованих столярних плит для лабораторних випробувань
3. Запропоновано методику експериментальних досліджень
4. Підготовлено стандартну сітку досліджень для плану В2 двох факторів : ширини рейок з різних матеріалів.
5. Розроблено методику процесу випробування підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД для одержання показників міцності під час статичного згинання впоперек рейок.
6. Розроблено методику процесу випробування підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД для одержання показників міцності під час сколювання вздовж волокон.
7. Розроблено методику процесу випробування підготовлених відповідно до розмірів взірців ВЖД для одержання показників площинної формостійкості.
8. Описано лабораторне устаткування для випробувань
9. Представлено методику розрахунків для отриманих результатів.

3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБІНОВАНИХ СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ З СТОЛЯРНИМИ ПЛИТАМИ ТРАДИЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1. Результати одержання столярних плит із ВЖД

Науково-дослідне завдання було поставлене керівником магістерської роботи перед відбуттям на підприємство для проходження практики і полягало у виготовленні зразків – столярних плит із вживаної деревини для подальшого експериментального дослідження та порівняльного аналізу.

Зразки мають вигляд продукції із ряду напівфабрикатів, а саме столярної плити личкової фанерою з розмірами 500x500 мм., та товщиною 22 мм. (рисун.:1). Було виготовлено два види такої продукції: перший вид складається із рейок вживаної деревини шириною 30 мм., 50 мм. та 70 мм. (рисун.: 2.), а другий вид (комбінований) складається із рейок вживаної деревини та рейок ДСП, які склеюються П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» почергово такої ж ширини. (рисун.: 3.) Товщина готової заготовки (рейки) складає 18 мм., а товщина склеєного неличкованого щита 14 мм.



Рисун.: 3.1.1. Загальний вигляд готової столярної плити із ВЖД



Рис 3.1.2. Перший вид столярної плити із ВЖД (звичайна)



Рис 3.1.3. Другий вид столярної плити із ВЖД (комбінована)

У якості сировини для виготовлення рейок була використана вживана деревина із старих дверних коробок та віконних рам, порода деревини: сосна та модрина.(рисун.:4) Сировина для рейок з ДСП була взята із великоформатної палети. Личківка (фанера 4 мм.) була заготовлена окремо.



Рисун.: 3.1.4. Вживана деревина для виготовлення рейок столярного щита
Технологічний процес виготовлення взірців – столярних плит із ВЖД:

1. Очищення вживаної деревини (дверних коробок) від металевих включень (цвяхів, та елементів кріпильної фурнітури),та інших матеріалів.



Рисун.: 3.1.5. Очищена вживана деревина:

2. Чорнове торцювання елементів дверних коробок для відрізання шипових з'єднань.



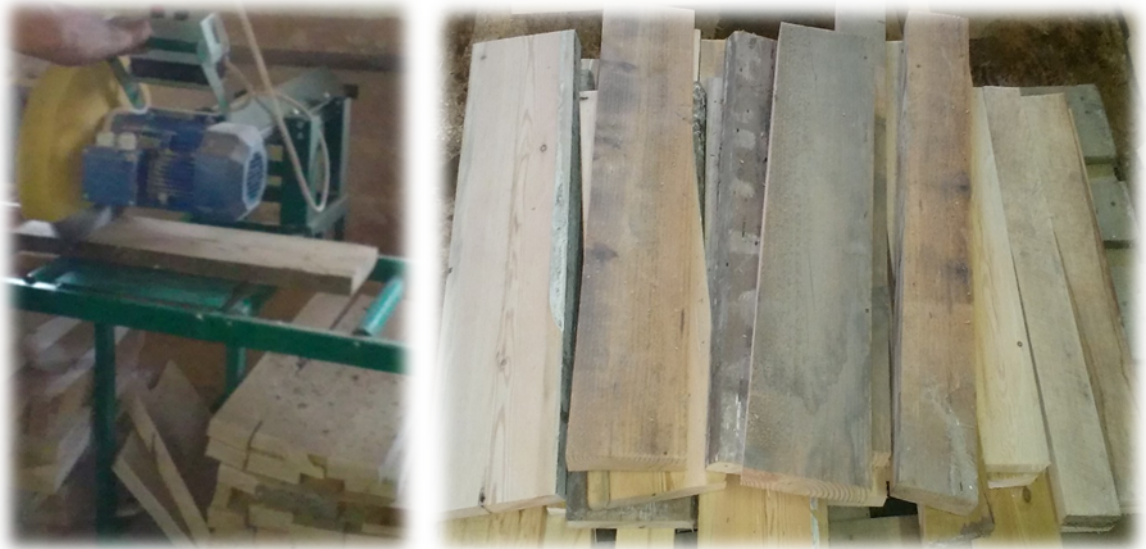
Рисун.: 3.1.6. Процес чорнового торцювання елементів дверних коробок

3. Для того щоб усунути фарбове покриття та збільшити корисний вихід чорнових заготовок, була здійснена операція розкроювання дверних коробок по товщині.



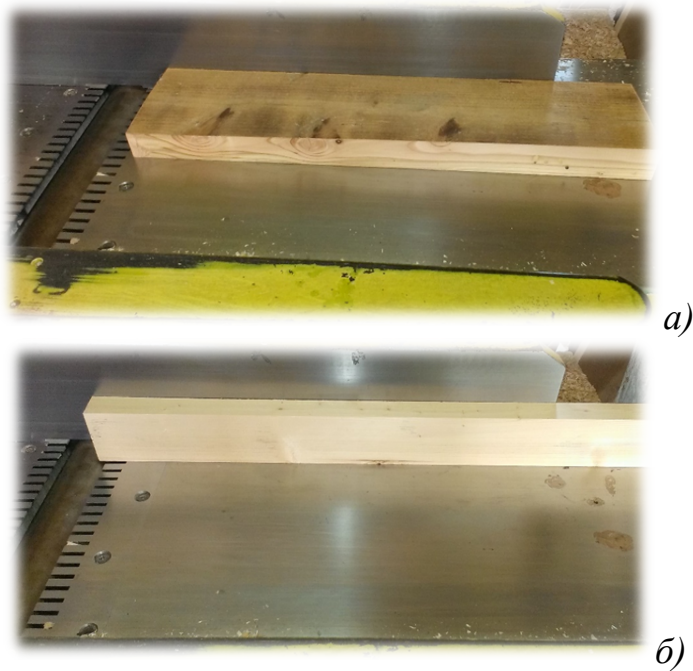
Рисун.: 3.1.7. Процес розкрою дверних коробок по товщині

4. Щоб полегшити процес формування бази та зменшити шар що зістругується, було проведено операцію розкрій чорнових заготовок за довжиною.



Рисун.:3.1. 8. Виконання операції торцювання чорнових заготовок за довжиною.

5. Формування бази пластів і крайки виконувалося на фугувальному верстаті.



Рисун.: 3.1.9. Процес формування бази: а) пластів; б) крайки

6. Розкрій чорнових заготовок за шириною було виконано на форматнорозкрійному верстаті.



Рисун.: 3.1.10. Розкрій чорнових заготовок за шириною

7. Стругання чорнових заготовок в розмір за товщиною та шириною на рейсмусовому верстаті.



а)

б)

Рисун.: 3.1.11. Виконання операції стругання в розмір: а) за товщиною; б) за шириною.

8. Розкрій ДСП за довжиною і шириною, виконання на форматнорозкрійному верстаті.



а)

б)

Рис 3.1.12. Розкрій ДСП за довжиною а) і шириною б)

9. Зрошення рейок із вживаної деревини та ДСП за шириною у щит виконувалося у струбцинах.



а)

б)

в)

Рисун.: 3.1.13. Процес нанесення клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» а); зрошення першого типу щита б); та другого типу щита в)

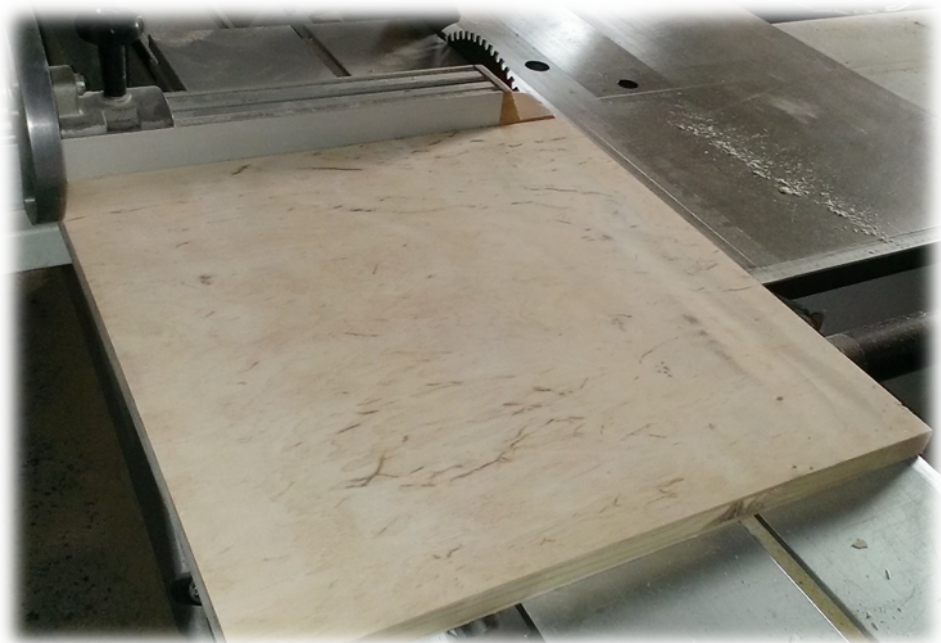
10. Витримка у струбцинах тривала півтори години, після чого щити були зняті та відправленні на технологічну витримку, яка тривала одну добу для повної кристалізації клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» при сталих умовах.

11. Стругання склеєних щитів в розмір по товщині за допомогою рейсмусового верстату.



Рисун.: 3.1.14. Виконання операції стругання склеєних щитів за товщиною.

12. Розкрій фанери виконувався на форматнорозкрийному верстаті.
13. Личкування щитів фанерою 4 мм.
14. Технологічна витримка тривала одну добу при сталій температурі і вологості повітря.
15. Форматне обрізування по периметру у заданий розмір.



Рисун.: 3.1.16. Процес форматного обрізування столярної плити із ВЖД за периметром

16. Шліфування столярної плити із ВЖД.



Рисун.: 3.1.17 Процес шліфування столярної плити із ВЖД

Одержані столярні плити із вживаної деревини різних конструкцій підлягали випробуванню на показники формостійкості (три рази), а після того розкроювались на взірці для випробування на статичний згин та на сколювання згідно методики, які були описані у розділі 2 «методика проведення експериментальних досліджень» цієї роботи.

3.2. Отримані показники випробування плит із використаної ВЖД при ширині рейок 50міліметрів

3.2.1. Загальна статистична обробка даних з визначення міцності комбінованих столярних плит із вживаної деревини під час статичного згинання шириною 50 мм при сталих технологічних параметрах

В ході випробування столярної плити на міцність столярної плити під час статичного згинання згідно з методикою пункту 2.3.1. було отримано такі дані:

Дані експерименту міцності столярної плити під час статичного згинання з наповненням із вживаної деревини при сталих технологічних параметрах

Т-ця: 3.2.1.1.

	Навантаження F, кН	Межа показника міцності під час статичного згинання впоперек рейок σ , МПа
	136	21,966
	142	22,844
	142	22,844
	144	23,283
	146	23,612

	146	23,612
	146	23,612
	146	23,612
	147	23,721
	147	23,721
	148	23,831
	148	23,831
	149	24,051
	149	24,051
	149	24,051
	149	24,051
	150	24,270
	150	24,270
	150	24,270
	151	24,380
	152	24,490
	152	24,490
	152	24,490
	152	24,490
	153	24,599
	153	24,599
	153	24,599
	153	24,599
	153	24,709
	153	24,709
	153	24,709
	153	24,709
	154	24,819
	154	24,819
	154	24,819
	154	24,819
	155	24,928
	155	24,928
	155	24,928
	155	24,928
	155	25,038
	155	25,038
	155	25,038
	155	25,038
	155	25,038
	155	25,038
	156	25,148
	156	25,148

	156	25,148
	156	25,148
	157	25,258
	157	25,258
	157	25,258
	157	25,258
	157	25,367
	157	25,367
	157	25,367
	157	25,367
	157	25,367
	158	25,477
	159	25,587
	159	25,587
	159	25,587
	159	25,587
	159	25,587
	159	25,696
	159	25,696
	159	25,696
	159	25,696
	159	25,696
	160	25,806
	160	25,806
	161	25,916
	161	26,026
	161	26,026
	162	26,135
	163	26,245
	163	26,245
	163	26,245
	163	26,245
	163	26,245
	163	26,245
	163	26,355
	163	26,355
	163	26,355
	164	26,464
	164	26,464
	165	26,574
	165	26,574
	165	26,684
	165	26,684

	165	26,684
	165	26,684
	167	26,903
	167	26,903
	167	26,903
	167	27,013
	168	27,123
	169	27,233
	170	27,452
Середнє значення		25,211

Перевірка нормальності.

Статистичний аналіз результатів пошукового експерименту проводиться у наступній послідовності [32].

Визначають найбільше y_{\max} і найменше y_{\min} значення вибірки
 $N=100$; $y_{\min}=21,966$; $y_{\max}=27,452$.

Розбивають вибірку на k інтервалів і визначають величину інтервалу :

$$k=1+3,2 \cdot \lg N = 1+3,2 \cdot \lg 100=8 \quad 3.2.1.1.)$$

$$\Delta y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{k} = \frac{27,452 - 21,966}{8} = 0,68575 \quad 3.2.1.2.)$$

Середньоквадратична похибка середнього значення:

$$S_y = \frac{S}{\sqrt{N}} = \frac{0,9736}{\sqrt{100}} = 0,09736 \quad 3.2.1.8.)$$

Показник точності:

$$P = \frac{S_y}{y} \cdot 100\% = \frac{V}{\sqrt{N}} = \frac{4,23}{\sqrt{100}} = 0,423\% \quad 3.2.1.9.)$$

Інтервал довіри для середнього значення генеральної вибірки m_y :

$$\bar{y} - t(q, f) \sqrt{\frac{S^2}{N}} < m_y \leq \bar{y} + t(q, f) \sqrt{\frac{S^2}{N}} \quad 3.2.1.10.)$$

$q \approx 5\%$, $f=N-1=1001-1=99$; $t(5\%, 99)=1,98$;
 $25,21125-1,98 \cdot 0,09736 \leq m_y \leq 25,21125+1,98 \cdot 0,09736$;
 $22,789 \leq m_y \leq 23,175$

Критерій Стюдента $t(q, f)$ визначаємо з t -ці, задавши значенням достовірної імовірності p , рівнем значимості $q=1-p$ і визначивши число ступенів волі $f=N-1$. Критерій Стюдента $t(q, f) = 1,9842169$

Довірча імовірність:

$$p+q=1;$$

$$p+q=100\%;$$

Математичне очікування знаходиться в межах довірчого інтервалу з імовірністю:

$$100\%-5\%=95\%;$$

q -похибка того що подія відбудеться чи не відбудеться.

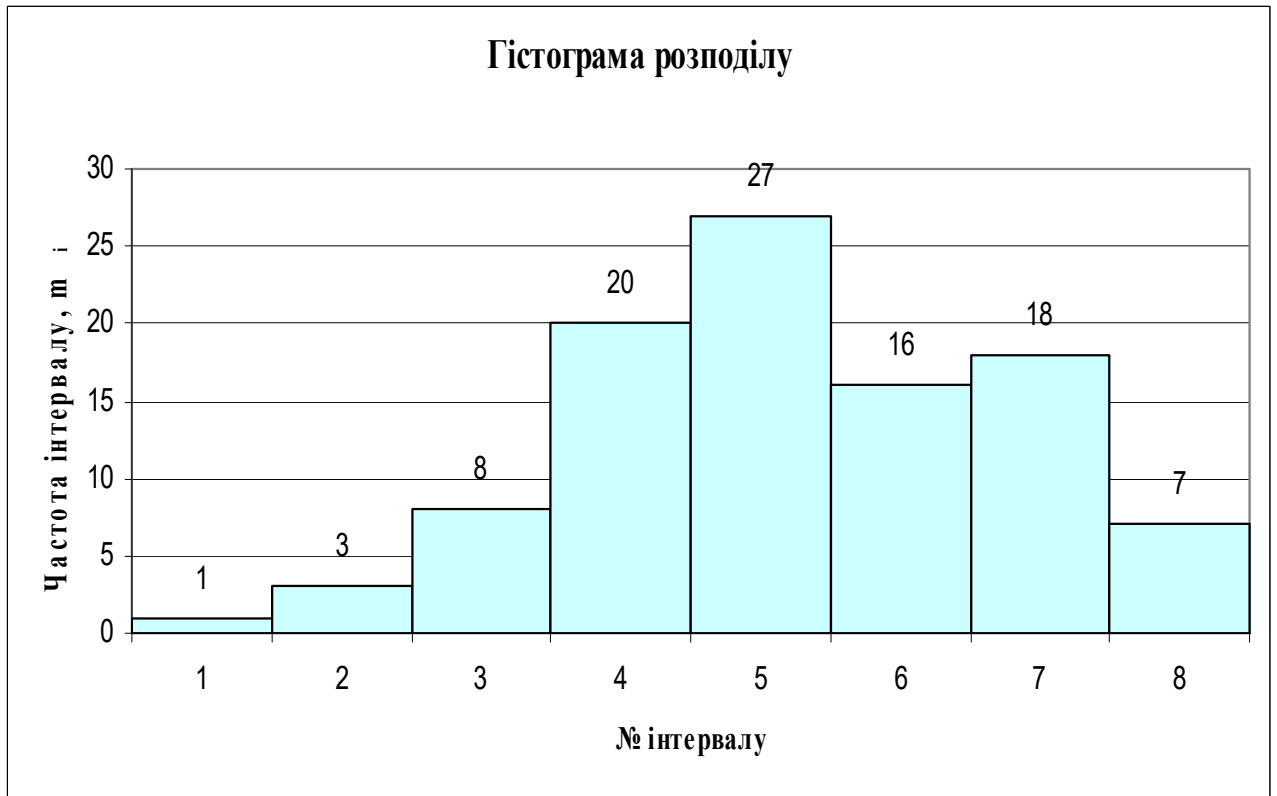
Кількість дубльованих спостережень:

$$n \geq \frac{4,23^2 * 1,9842169^2}{0,423^2} = 2,826271647$$

Зведена T -ця: статистичних показників

T -ця: 3.2.1.3.

Середнє значення вибірки	$y_c =$	25,2163 99	%	
Дисперсія	$S^2 =$	1,14114 74	%	
Середньоквадратичне відхилення	$S =$	1,06824 5	%	
Величина інтервалу розсіювання:	$\Delta =$	6,40947 01	%	
Інтервал розсіювання		22,0116 64	$\leq y_c \leq$	28,4211
Коефіцієнт варіації	$V =$	4,23631 08	%	
Середньоквадратична похибка с.з.	$S_y =$	0,10682 45	%	
Показник точності дослідження	$P =$	0,42363 11	0,4236310 76	%
Інтервал довіри		25,0044 36	$< m_y <$	25,428361 99
Критерій Стюдента	$t =$	1,98421 7		
	$f =$	99		
	$q =$	0,05		
Кількість дубльованих спостережень	$n \geq$	2,82627 18	Приймем о $n =$	5
	$P =$	5		



Рисун.:3.2.1.1. Діаграма, що характеризує закон розподілу експериментальних даних

Перевірка нормальності розподілу, побудова кривої нормального розподілу

Гіпотезу про те, що вихідна величина підпорядковується закону нормального розподілу можна перевірити різними способами. Найбільш розповсюдженим є застосування критерію асиметрії A , ексцесу E і за критерієм χ^2 Пірсона. Останній є більш жорстким. Показники асиметрії і ексцесу розраховують за формулами:

$$A = \frac{1}{NS^3} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3 \quad 3.2.1.12.)$$

$$E = \frac{1}{NS^4} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^4 - 3 \quad 3.2.1.13.)$$

де - N – об'єм вибірки.

Розрахунок проміжних результатів для A та E Т-ця: 3.2.1.4.

	y_i	m_i	$(y_i - \bar{y})^3 \cdot m_i$	$(y_i - \bar{y})^4 \cdot m_i$
	22,309	1	-24,58074371	71,652047879
	22,995	3	-32,90438168	73,10794234
	23,680	8	-28,99555933	44,53949878
	24,366	20	-12,29681105	10,45634734
	25,052	27	-0,120363536	0,019809431
	25,738	16	2,264947857	1,180422875
	26,423	18	31,6452082	38,19323468
	27,109	7	47,45945373	89,82508428
Σ		100	-17,5282	328,7928

$$A = \frac{1}{NS^3} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3 \cdot m_i = \frac{1}{100 \cdot 0,9736^3} \cdot 13,27 = 0,1438 \quad ;$$

$$-0,143789082$$

$$E = \frac{1}{NS^4} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^4 \cdot m_i - 3 = \frac{1}{100 \cdot 1,95^4} \cdot (226,87 - 3) = 2,49; -0,47513124$$

Після цього розраховуємо середньоквадратичні відхилення для показників асиметрії і ексцесу (відповідно σ_A і σ_E)

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}} \quad 3.2.1.14.)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 99}{(100+1) \cdot (100+3)}} = 0,24; \quad 0,601744304$$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24N(N-2)(N-3)}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}} \quad 3.2.1.15.)$$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24N(N-2)(N-3)}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 100 \cdot (100-2)(100-3)}{(100-1)^2(100+3)(100+5)}} = 0,46; \quad 1,024135728$$

Якщо відношення $\frac{A}{\sigma_A}$ чи $\frac{E}{\sigma_E}$ більше 3, то гіпотезу про нормальність розподілу ставлять під сумнів і проводять більш детальну перевірку за критерієм

Пірсона χ^2 . У протилежному випадку гіпотеза про нормальний розподіл вихідної величини може бути прийнята.

$$\text{Оскільки } \begin{cases} \left| \frac{A}{\sigma_A} \right| = \frac{0,18}{0,24} = 0,75 < 3; \\ \left| \frac{E}{\sigma_E} \right| = \frac{3,05}{0,46} = 5,41 > 3; \end{cases} \text{ , то ставимо гіпотезу про нормальний}$$

розподіл під сумнів і проводимо більш детальну перевірку за критерієм Пірсона χ^2 .

Для перевірки нормальності розподілу за χ^2 критерієм Пірсона потрібно мати вибірку об'ємом $N=50 \dots 150$. кожний інтервал за формулами:

$$P_i = \Phi(z_2) - \Phi(z_1) \quad 3.2.1.16.)$$

$$z_1 = \frac{y_{in} - \bar{y}}{S} \quad 3.2.1.17.)$$

$$z_2 = \frac{y_{ie} - \bar{y}}{S} \quad 3.2.1.18.)$$

Розрахункове значення критерію Пірсона:

$$\chi_{\text{розр}}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m_i - P_i \cdot N)^2}{P_i \cdot N} \quad 3.2.1.19.)$$

Даний розрахунок доцільно звести в т-цю:

Розрахунок χ^2 критерію Пірсона

Т-ця: 3.2.1.5
 $(m_i - P_i \cdot N)^2$

№ інт.	Межі		Частота інтервалу, m_i	Z_1	Z_2	$\Phi(Z_1)$	$\Phi(Z_2)$	P_i	$P_i N$	$(m_i - P_i N)^2$	$\frac{(m_i - P_i N)^2}{P_i \cdot N}$
	y_{in}	y_{ie}									
	21,965944	22,651694	1	-3,043	-2,401	-0,499	-0,492	0,007	0,700	0,090	0,129
	22,651694	23,337444	3	-2,401	-1,759	-0,492	-0,461	0,031	3,100	0,010	0,003
	23,337444	24,023194	8	-1,759	-1,117	-0,461	-0,369	0,092	9,220	1,488	0,161
	24,023194	24,708944	20	-1,117	-0,475	-0,369	-0,184	0,184	18,420	2,496	0,136
	24,708944	25,394694	27	-0,475	0,167	-0,184	0,068	0,252	25,190	3,276	0,130
	25,394694	26,080444	16	0,167	0,809	0,068	0,291	0,224	22,350	40,323	1,804
	26,080444	26,766194	18	0,809	1,451	0,291	0,427	0,136	13,550	19,803	1,461
	26,766194	27,451944	7	1,451	2,093	0,427	0,482	0,056	5,560	2,074	0,373
$\chi^2_{роз.} =$											4,1970

За вибраним рівнем значимості q_i числом ступенів волі $f=L-3$ із додатку визначають табличне значення критерію Пірсона $\chi^2_{табл.}$. Якщо $\chi^2_{розр.} < \chi^2_{табл.}$, то гіпотезу про нормальність розподілу вихідної величини можна прийняти.

Оскільки $4,197 \leq 11,1$ то гіпотезу про нормальний розподіл приймаємо.

Для побудови кривої нормального розподілу розраховують координати по осі абсцис за формулою:

$$y = \bar{y} \pm zS \quad 3.2.1.21.)$$

де z – координати в долях S , $z=0...3$ (крок 0,1).

Для лівої частини кривої $y_n = \bar{y} - zS$.

Для правої частини кривої $y_n = \bar{y} + zS$.

Координати по осі ординат розраховують за формулою:

$$f(y) = y_0 \cdot \frac{\Delta y}{S} N \quad 3.2.1.22.)$$

де y_0 – табличне значення функції, яке залежить від z (табл.4 додатку);

Δy – величина інтервалу;

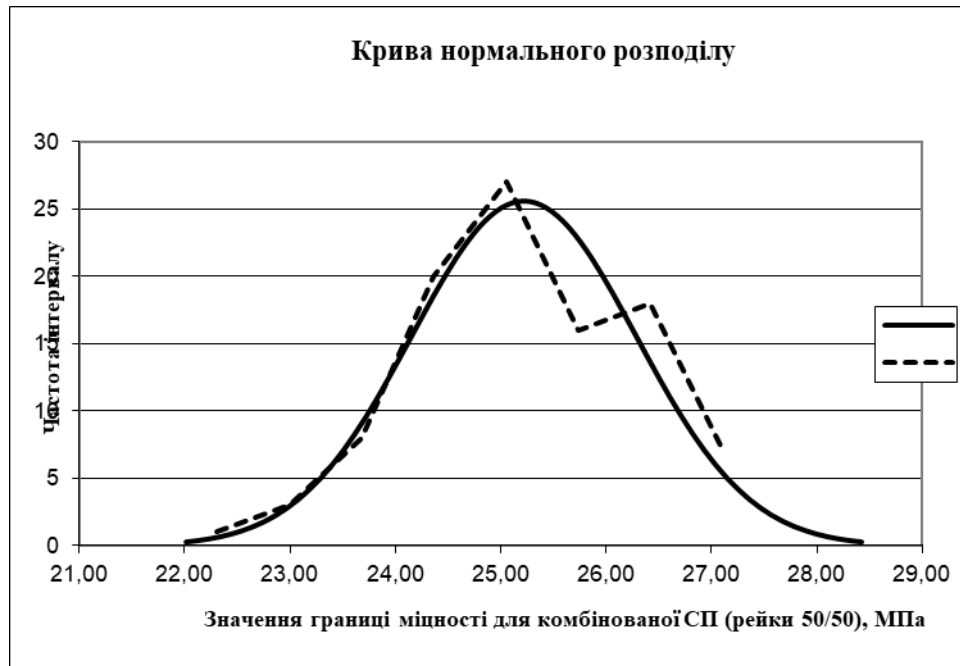
N – кількість спостережень.

Результати розрахунків заносимо в т-цю 3.2.1.6.

Розрахунок координат кривої нормального розподілу T-ця: 3.2.1.6.

	Значення z	$y = \bar{y} + zS$	$\varphi(y) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2S^2}}$	$f(y) = \varphi(y)N\Delta y$
	-3	22,01	0,004148719	0,2844984
	-2,9	22,12	0,005572254	0,3821173
	-2,8	22,23	0,007409772	0,5081251
	-2,7	22,33	0,009755192	0,6689623
	-2,6	22,44	0,012715219	0,8719461
	-2,5	22,55	0,016408502	1,125213
	-2,4	22,65	0,020963852	1,4375961
	-2,3	22,76	0,02651736	1,818428
	-2,2	22,87	0,033208292	2,2772586
	-2,1	22,97	0,041173696	2,8234862
	-2	23,08	0,050541744	3,4659001
	-1,9	23,19	0,061423937	4,2121465
	-1,8	23,29	0,073906413	5,0681323
	-1,7	23,40	0,088040735	6,0373934
	-1,6	23,51	0,103834637	7,1204603

	-1,5	23,61	0,121243341	8,3142621
	-1,4	23,72	0,1401621	9,611616
	-1,3	23,83	0,160420679	11,000848
	-1,2	23,93	0,181780444	12,465594
	-1,1	24,04	0,203934652	13,984819
	-1	24,15	0,226512382	15,533087
	-0,9	24,25	0,249086346	17,081096
	-0,8	24,36	0,271184556	18,596481
	-0,7	24,47	0,292305535	20,044852
	-0,6	24,58	0,31193649	21,391045
	-0,5	24,68	0,32957357	22,600508
	-0,4	24,79	0,344743137	23,640761
	-0,3	24,90	0,357022787	24,482838
	-0,2	25,00	0,366060862	25,102624
	-0,1	25,11	0,371593163	25,482001
	0	25,22	0,373455782	25,60973
	0,1	25,32	0,371593163	25,482001
	0,2	25,43	0,366060862	25,102624
	0,3	25,54	0,357022787	24,482838
	0,4	25,64	0,344743137	23,640761
	0,5	25,75	0,32957357	22,600508
	0,6	25,86	0,31193649	21,391045
	0,7	25,96	0,292305535	20,044852
	0,8	26,07	0,271184556	18,596481
	0,9	26,18	0,249086346	17,081096
	1	26,28	0,226512382	15,533087
	1,1	26,39	0,203934652	13,984819
	1,2	26,50	0,181780444	12,465594
	1,3	26,61	0,160420679	11,000848
	1,4	26,71	0,1401621	9,611616
	1,5	26,82	0,121243341	8,3142621
	1,6	26,93	0,103834637	7,1204603
	1,7	29,12	0,088040735	6,0373934
	1,8	27,14	0,073906413	5,0681323
	1,9	27,25	0,061423937	4,2121465
	2	27,35	0,050541744	3,4659001
	2,1	27,46	0,041173696	2,8234862
	2,2	27,57	0,033208292	2,2772586
	2,3	27,67	0,02651736	1,818428
	2,4	27,78	0,020963852	1,4375961
	2,5	27,89	0,016408502	1,125213
	2,6	27,99	0,012715219	0,8719461
	2,7	28,10	0,009755192	0,6689623
	2,8	28,21	0,007409772	0,5081251
	2,9	28,31	0,005572254	0,3821173
	3	28,42	0,004148719	0,2844984



Рисун.:3.2.1.3 Крива та полігон нормального розподілу
Визначення необхідного числа спостережень при проведенні основного експерименту

$$n \geq \frac{V^2 \cdot t^2(q,f)}{P^2} = \frac{9,8^2 \cdot 1,98^2}{5^2} \approx 5 \quad 3.2.1.23.)$$

Прийняття рішення про достовірність отриманих даних та вибір кількості спостережень в основному експерименті.

Отже, результати випробування границі показника міцності під час статичного згинання при сталих технологічних параметрах піддаються закону нормального розподілу, що було підтверджено критерієм Пірсона та накладанням кривої нормального розподілу на полігон розподілу.

Середнє значення показника міцності під час статичного згинання у вибірці становить 25,21125 МПа.

Для отримання результатів дослідів з точністю 5 %, а відповідно і рівнем значущості 95% необхідно при проведенні основного експерименту число спостережень $n = 5$.

3.2.2. Результати експерименту та порівняльний аналіз фізичних та механічних характеристик одержаних столярних плит при ширині рейок 50 міліметрів

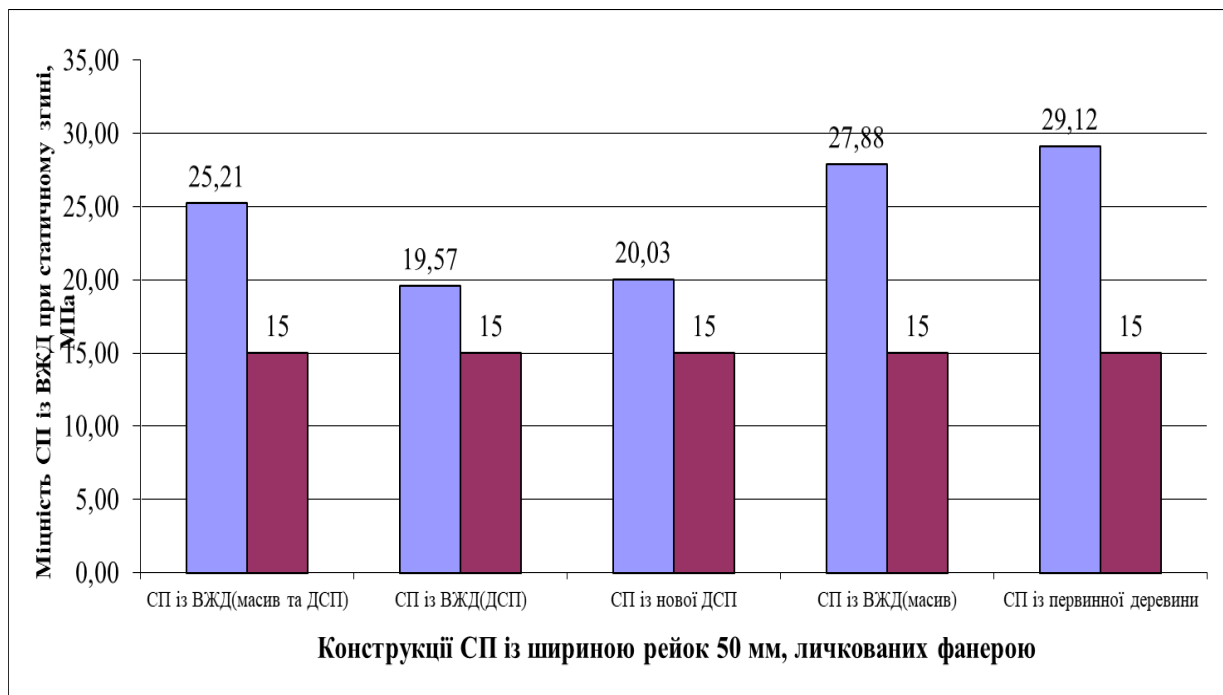
3.2.2.1. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних показника міцності під час статичного згинання

В результаті проведення основного експерименту були отримані дані показника міцності під час статичного згинання інших столярних плит, включаючи традиційної, тобто з первинної сировини (Табл. 3.2.2.1).

Зведена Т-ця: показника міцності під час статичного згинання

Т-ця: 3.2.2.1.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП	Розрахунок	Норма	% норми
СП(Брусок-ДСП)ВЖД	25,21	15	168
СП(ДСП)ВЖД	19,57	15	130
СП(ДСП)свіжа	20,03	15	134
СП(Брусок)ВЖД	27,88	15	186
СП(Брусок)свіжа	29,12	15	194



Рисун.:3.2.2.1.1. Порівняльні гістограми СП різних конструкцій на міцність при статичному згині

Як видно з гістограми (рисун.: 3.2.2.1.1.) найменшої міцності плита щит якої виготовлений з ВЖД(ДСП) – 19,57 МПа. Судячи з характеру руйнування

зразків *рисун.:3.2.2.1.5.* (по внутрішніх шарах ДСП) це пов'язано з низькою міцністю ДСП на зсув по внутрішньому шарі.

Дещо вищу міцність показала столярна плита з щитом із первинної ДСП – 20,03 МПа. Комбіновані СП мають вже міцність 25,21 МПа. Причиною цього є компенсація низької міцності ДСП на зсув по внутрішньому шарі високою міцністю на зсув деревних рейок. В свою чергу ДСП частково компенсує низьку міцність деревини на статичний згин впоперек волокон.

Найбільшу міцність мали СП з рейок з масиву як із ВЖД, так із первинної сировини.

Високу міцність показала столярна плита з щитом із вживаної деревини у порівнянні із вмістом рейок з ДСП. Причиною руйнування взірця став послідовний розрив шарів шпону фанери починаючи від зовнішнього *рисун.: 3.2.2.1.3.*

Традиційна столярна плита показала дещо вищу міцність в порівнянні з столярною плитою із вживаної деревини. Характер руйнування аналогічний плиті із вживаної деревини. Руйнування відбулося в наслідок розриву фанери.

Рисун.: 3.2.2.1.2. Взрінець личкованої фанерою Столярної лабораторної плитиз щитом з вживаної деревини в момент руйнування





Рисун.: 3.2.2.1.3. Взірець личкової фанерою Столярної лабораторної плити з щитом з вживаної деревини після випробування

В даному випадку руйнування столярної плити почалося із виникнення граничних напружень розтягу в ДСП та передачі їх на фанеру внаслідок чого відбувся розрив останньої.

Рисун.: 3.2.2.1.4. Зразок комбінованої СП(Брусок-ДСП)ВЖД під навантаженням та в момент руйнування



Рисун.: 3.2.2.1.5. Зразок комбінованої СП(Брусок-ДСП)ВЖД під навантаженням та в момент руйнування

Всі значення показника міцності під час статичного згинання для одержаних столярних плит мали показники більші за нормативні (15 МПа) згідно ДСТУ:13715:1978 " Плити столярні. Технічні умови ".

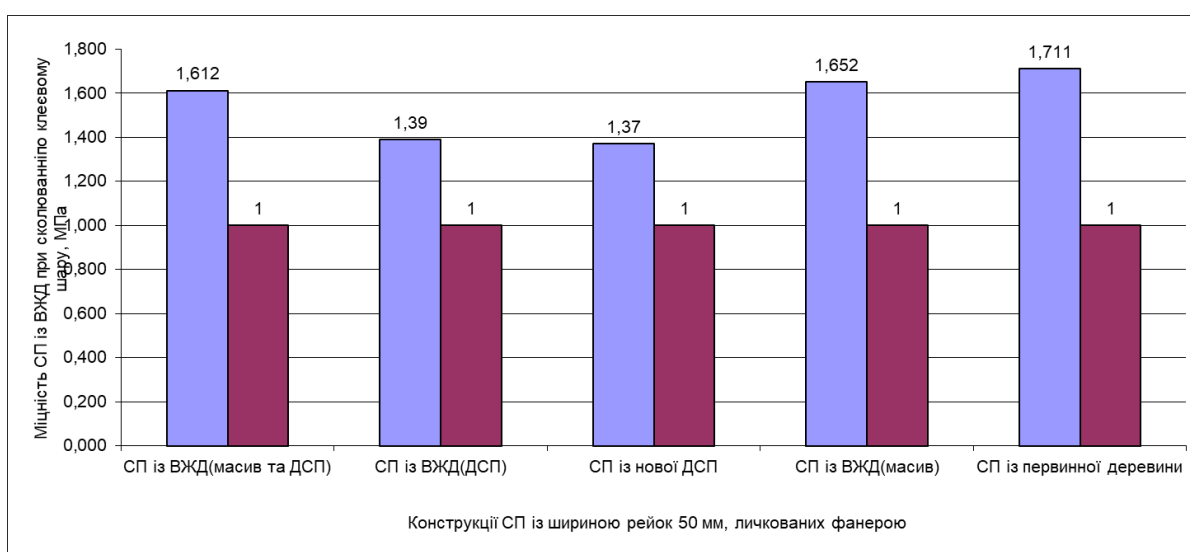
3.2.2.2. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних показника міцності під час сколювання взірців СП вздовж клейового прошарку

Із поламаних зразків для визначення показника міцності під час статичного згинання було виготовлено зразки для визначення показника міцності під час сколювання взірців СП вздовж клейового прошарку. Для зручності отримані дані зведені в *т-цю* 3.2.2.2.1.

Зведена Т-ця: показника міцності під час сколювання взірців СП вздовж клейового прошарку

Т-ця: 3.2.2.2.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП	Розрахунок	Норма	% норми
СП(Брусок-ДСП)ВЖД	1,612	1	161
СП(ДСП)ВЖД	1,390	1	139
СП(ДСП) свіжа	1,370	1	137
СП(Брусок)ВЖД	1,652	1	165
СП(Брусок) свіжа	1,711	1	171

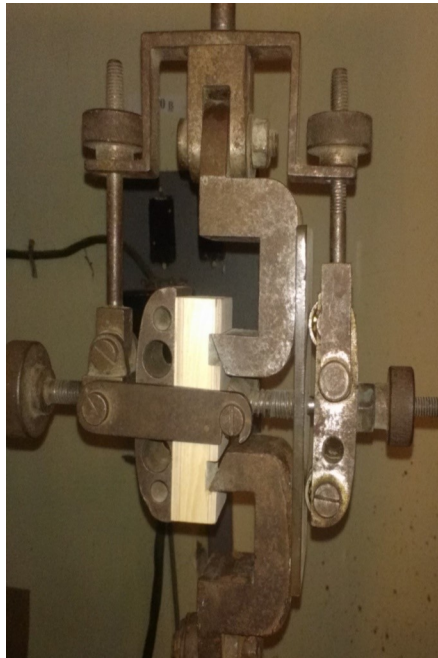


Рисун.: 3.2.2.2.1. Звичайна діаграма показника міцності під час сколювання взірців СП вздовж клейового прошарку в сухому стані, МПа

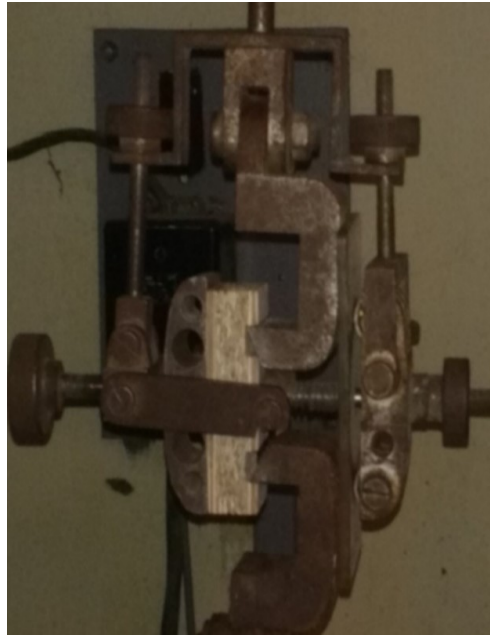
Руйнування фанерованої плити з клеєним щитом із вживаної деревини відбувалося внаслідок розриву деревини. Для личкової фанерою столярної лабораторної плитиз клеєним щитом із первинної деревини тип руйнування аналогічний, (рисун.: 3.2.2.2.4.)

Руйнування фанерованої плити з клеєним щитом із вживаної деревини та ДСП відбувався переважно по шарах ДСП, (рисун.: 3.2.2.2.5.). Найвищу міцність 1,652 МПа показав зразок в зоні пропилу знаходилась ДСП плита а по під поверхнею сколювання від кінця взірця знаходилась близько 9 мм деревини. Це знову ж таки пов'язано з тим, що міцність ДСП на розтяг значно вища ніж деревини впоперек волокон, а міцність на зсув поперечних шарів деревини дещо вища від міцності ДСП на зсув по внутрішньому шарі.

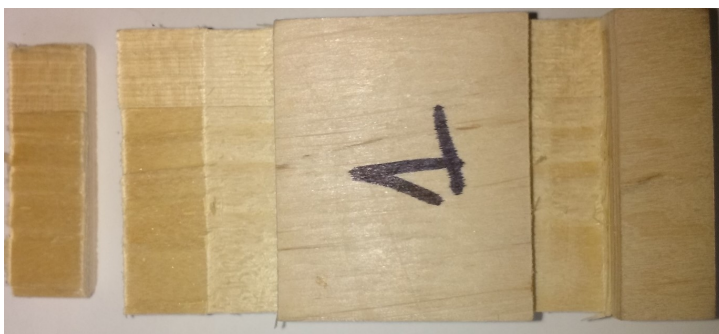
Отже, найкращими Фізичними та механічними властивостями характеризується столярна плита із вживаної з клеєним щитом із вживаної деревини та ДСП і не поступається за показниками столярній плиті із первинної деревини



Рисун.: 3.2.2.2.2. Взрірець личкової фанерою Столярної лабораторної плитиз щитом з вживаної деревини в момент руйнування



Рисун.: 3.2.2.2.3. Взірець личкової фанерою Столярної лабораторної плитиз щитом з вживаної ДСП в момент руйнування



Рисун.: 3.2.2.2.4. Характер руйнування зразка личкової фанерою столярної лабораторної плитиз щитом з вживаної деревини

Найменші показники на показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку показали столярні плити з щитом склеєним із рейок ВЖД (ДСП) 1.33 Мпа та нової ДСП 1.30 Мпа. Характер руйнування зображений на(рисун.: 3.2.2.2.5.). Це пов'язано з тим, що міцність ДСП на зсув по внутрішньому шару менша ніж міцність на зсув поперечних шарів деревини.

Рисун.: 3.2.2.2.5. Характер руйнування зразка фанерованої комбінованої СП з щитом з ВЖД та ВЖД (ДСП)

Всі значення міцності при сколюванні по клейовому шарі в сухому стані для одержаних столярних плит мали показники більші за нормативні (1 МПа) згідно ДСТУ:13715:1978 " Плити столярні. Технічні умови ".

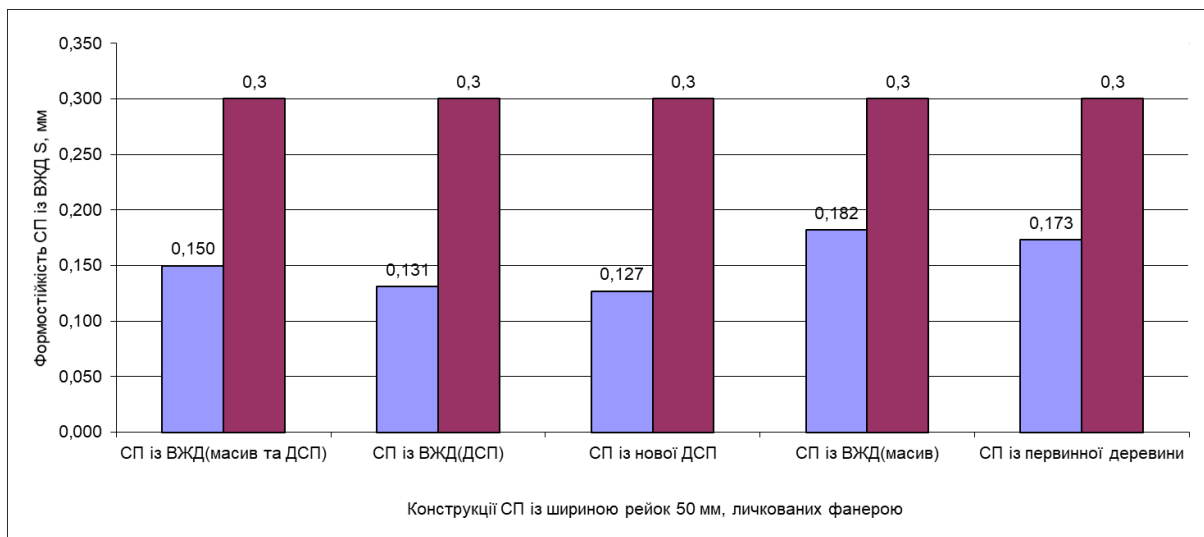
3.2.2.3. Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних формостійкості одержаних столярних плит

Для проведення цього експерименту було використано одержані плити розміром 440x440 мм. Для зручності отримані дані зведені в т-цю 3.2.2.3.1.

Зведена Т-ця: формостійкості одержаних столярних плит

Т-ця: 3.2.2.3.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП	Розрахунок	Норма	% норми
СП(Брусок-ДСП)ВЖД	0,150	0,3	50
СП(ДСП)ВЖД	0,131	0,3	44
СП(ДСП)свіжа	0,127	0,3	42
СП(Брусок)ВЖД	0,182	0,3	61
СП(Брусок)свіжа	0,173	0,3	58



Рисун.: 3.2.2.3.1. Звичайна діаграма формостійкості одержаних столярних плит

Всі значення формостійкості одержаних столярних плит мали показники менші за нормативні (0,3 мм) згідно ДСТУ:6449.1:1984"Допуски та посадки. Допуски форми та розміщення поверхонь".

3.3. Дослідження фізичних та механічних характеристик комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД з очищеної Вживаної деревини

3.3.1. Вплив ширини рейок комбінованих СП на показники міцності під час статичного згину

Дослідження показника міцності під час статичного згину СП(ВЖД),

МПАіз ВЖД від ширини рейок з масивної деревини та із вживаної ДСП вибрано не випадково. Суть в тому, що в ДСТУ:13715:1978 [25] та в DIN 68705-2-2003 [1] рекомендована ширина рейки дещо відрізняється. Згідно ДСТУ:13715:1978 рекомендована для забезпечення високої точності (формостійкості) столярної плити, ширина рейки не повинна перевищувати 2,5 її товщини, а згідно DIN 68705-2-2003 ширина рейки не повинна перевищувати її товщину більше, ніж в 3 рази.

Результати досліджень показали свої залежності і закономірності.

Повні факторні плани дозволяють отримати лінійну залежність функції відгуку від досліджуваних факторів. Для більшості процесів деревообробки таке представлення є недостатнім. Тому необхідно звернутися до планів другого порядку, тобто планів, з допомогою яких можна отримати математичний опис об'єктів у вигляді поліному другого порядку (квадратична модель) [36].

Результати експериментальних випробувань на вплив ширин внутрішніх брусків комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД СП на показники міцності під час статичного згину представлено у т-ці 3.3.1.1.

Розрахунок середніх значень та дисперсій

Т-ця: 3.3.1.1.

	Показника міцності під час статичного згину, МПа, МПа					Усереднений показник	У цій вибірці показник дисперсії
	31,486	31,665	32,682	31,834	31,693	31,872	0,2202
	27,919	28,384	29,243	28,468	28,223	28,447	0,2419
	24,242	23,947	24,562	24,255	23,794	24,160	0,0890
	20,849	20,557	21,146	20,812	20,680	20,809	0,0487
	27,537	27,217	27,877	27,621	27,353	27,521	0,0643
	22,998	22,966	23,509	23,045	22,036	22,911	0,2878
	30,624	30,640	31,192	30,668	30,293	30,683	0,1041
	21,907	21,811	22,344	21,923	21,765	21,950	0,0528
Сума						208,35	1,1089

Дисперсію відтворюваності розраховуємо за формулою:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}; \text{ 3.3.1.2.)}$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N} = \frac{0,2378}{8} = 0,029; \quad 0,139$$

Отримані коефіцієнти та їх значимість . Рівняння регресії, яке можна отримати у результаті реалізації *B*-плану для двох факторів, має такий вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 \quad \text{3.3.1.3.)}$$

Для визначення коефіцієнтів рівняння було використано відомі методики статистичної обробки даних і розраховано коефіцієнти рівняння регресії.

Результати перевірки на значущість коефіцієнтів рівняння регресії та їх достовірні інтервали

Т-ця: 3.3.1.2.

Вид	Цифрова величина коеф-та	$t(q, f_y)S\{b_i\}$	Висновок	Грані інтервалу довіри	
				$b_i - t_{таб} \cdot S\{b_i\}$	$b_i + t_{таб} \cdot S\{b_i\}$
b_0	25,211	0,380	значимий	24,83	25,59
b_1	-1,898	0,139	значимий	-2,04	-1,76
b_2	-4,014	0,139	значимий	-4,15	-3,88
b_{11}	0,005	0,294	---	-0,29	0,30
b_{22}	1,106	0,294	значимий	0,81	1,40
b_{12}	0,018	0,170	-	-0,15	0,19

Дисперсію адекватності визначаємо за відомими формулами.

$$\text{Розрахунок } \sum_{j=1}^8 (\bar{y}_j - y_j^p)^2$$

Т-ця: 3.3.1.3.

	\bar{y}_j	y_j^p	$(\bar{y}_j - y_j^p)^2$
	31,87	32,25	0,1445
	28,45	28,42	0,0007

	24,16	24,19	0,0007
	20,81	20,43	0,1445
	27,52	27,11	0,1660
	22,91	23,32	0,1660
	30,68	30,33	0,1244
	21,95	22,30	0,1244
Підсумок розрахунків			0,8712

Дисперсію адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{n}{f_{ad}} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_j^p)^2 = \frac{5}{8-7} * 0,7262 = 3,631 \quad 3.3.1.4.)$$

Розрахункове значення критерію Фішера визначаємо:

$$F_{роз.} = \frac{S_{більша}^2}{S_{менша}^2} = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} = \frac{3,631}{0,029} = 125,2 \quad 3.3.1.5.)$$

Знаходимо табличне значення критерію Фішера $F_{табл.}$, яке залежить від рівня значимості $q=5\%$, числа ступенів вільності дисперсії адекватності $f_{ad}=8-7=1$ та числа належних оцінок дисперсії відтворюваності $f_y=8*(5-1)=32$: $F_{розр}=250$.

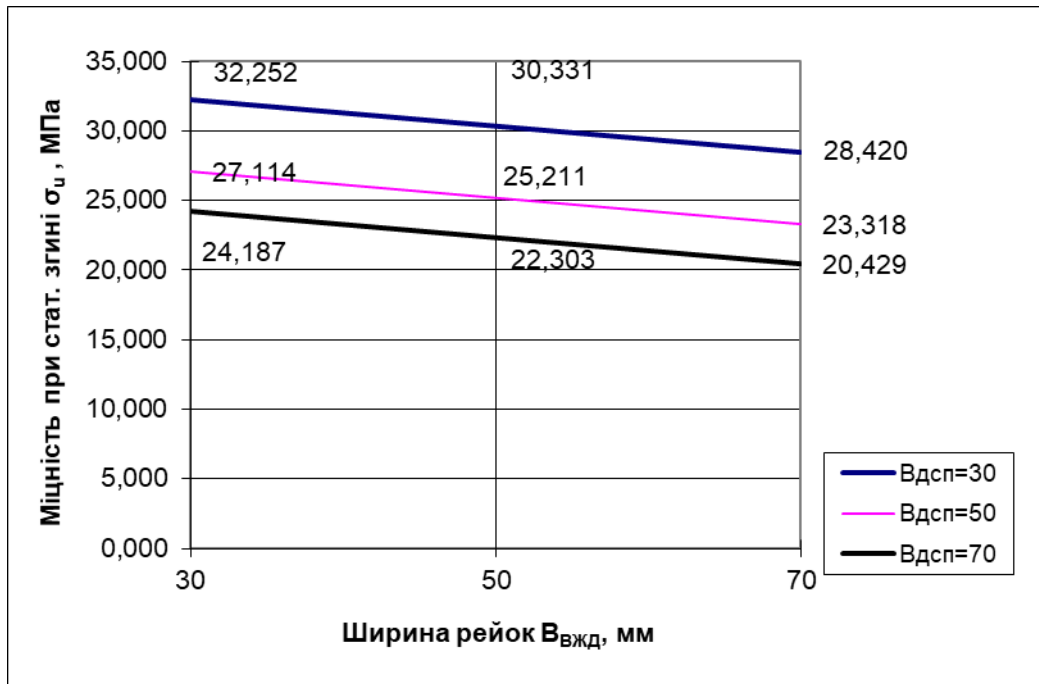
Оскільки $125,2 < 250$ ($F_{роз.} < F_{табл.}$), тоді регресійна модель адекватна і може бути використана для опису об'єкта.

Здійснивши статистичну обробку експериментальних даних одержали наступне рівняння регресії в кодованих значеннях:

$$Y = 25,211 - 1,898x_1 - 4,014x_2 + 0,005x_1^2 + 1,106x_2^2 + 0,018x_1x_2$$

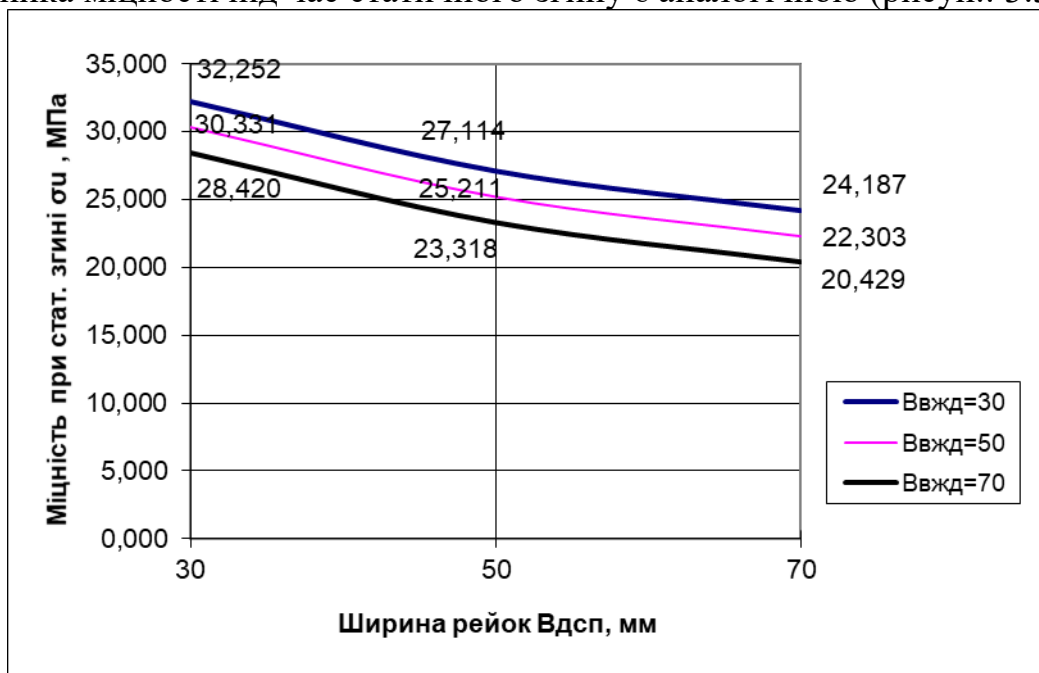
Аналізуючи рівняння регресії, бачимо що найбільший вплив на вихідне значення функції має безумовно фактор x_2 , та значно менше фактор x_1 . При чому зі зростанням x_1 та x_2 вихідне значення зменшується.

Графічна побудова залежності за даними експерименту наведена на рисун.: 3.3.1.1. та рисун.: 3.3.1.2.



Рисун.: 3.3.1.1. Залежність показника міцності під час статичного згину σ_u столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив) $V_{ВЖД}$ (x_1)

Як видно з рисун.: 3.3.1.1., збільшення ширини рейки з ВЖД (масив) СП призводить до зменшення показника міцності під час статичного згину σ_u . Тенденція щодо залежності впливу ширини рейки з ВЖД (ДСП) на зменшення показника міцності під час статичного згину є аналогічною (рисун.: 3.3.1.2.).

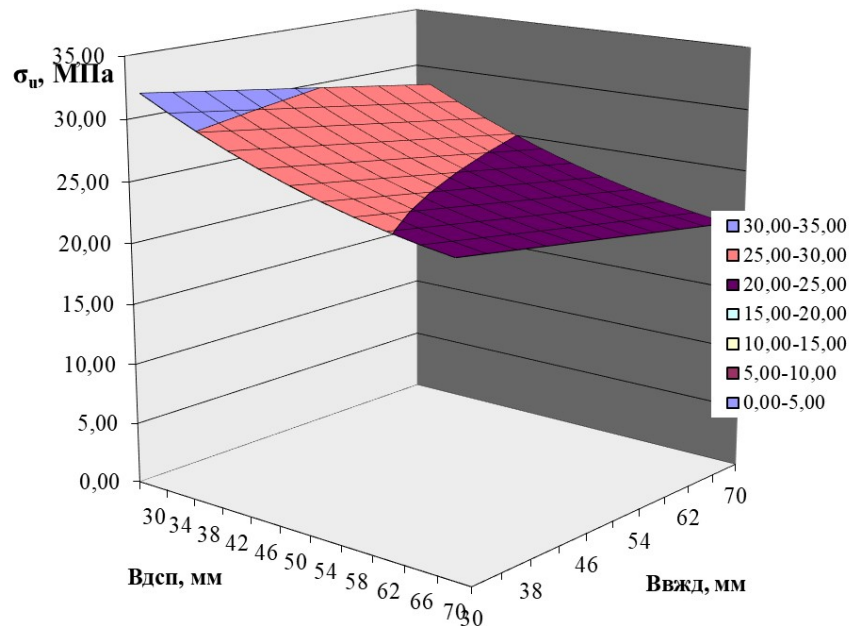


Рисун.: 3.3.1.2. Залежність показника міцності під час статичного згину σ_u столярної плити від ширини рейки з ВЖД (ДСП) (x_2)

Отже, найбільше на міцність СП на статичний згин впливає ширина рейки, і не значно впливає ширина рейки з ВЖД (ДСП).

Міцність на статичний згин СП із ВЖД товщиною 22 мм для всіх експериментальних зразків, задовольняють вимоги стандарту ДСТУ:13715:1978

За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини рейок за допомогою градієнтного методу, внаслідок якої виявлено, що максимальне значення показника міцності під час статичного згину $\sigma_u = 32,252$ МПа, взяте за абсолютною величиною можна отримати зафіксувавши розмірні параметри ширини рейок СП із ВЖД: $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 30$ мм (рисун.: 3.3.1.3.).



Рисун.: 3.3.1.3. Залежність показника міцності під час статичного згину σ_u столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив та ДСП)

3.3.2. Вплив ширини рейок комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД з очищеної Вживаної деревини на показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку

Результати експериментальних випробувань на вплив ширин внутрішніх брусків комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД столярних плит на показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку представлено у табл. Табл. 3.3.2.1.

Розрахунок середніх значень та дисперсії

Т-ця: 3.3.2.1.

	Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку , МПа					Усереднений показник	У цій вибірці показник дисперсії
	1,425	1,426	1,450	1,431	1,6126	1,430	0,0002
	1,646	1,644	1,688	1,651	1,636	1,653	0,0004
	1,224	1,256	1,303	1,230	1,242	1,251	0,0010
	1,454	1,426	1,488	1,7111	1,502	1,6522	0,0010
	1,425	1,404	1,453	1,442	1,434	1,432	0,0003
	1,770	1,742	1,838	1,828	1,741	1,776	0,0016
	1,530	1,536	1,575	1,548	1,521	1,542	0,0004
	1,368	1,372	1,398	1,381	1,366	1,377	0,0002
Сума						11,93	0,0051

Дисперсію відтворюваності:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}; \quad 3.3.2.1.)$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N} = \frac{0,017}{8} = 0,00021; \quad 0,001$$

Отримані коефіцієнти та їх значимість .

Результати на значущість коефіцієнтів

T-ця: 3.3.2.2.

Позначення	Цифрова величина коеф-та	$t(q, f_y)S\{b_i\}$	Висновок	Грані інтервалу довіри	
				$b_i - t_{тааб} \cdot S\{b_i\}$	$b_i + t_{тааб} \cdot S\{b_i\}$
b_0	1,612	0,026	значимий	1,59	1,64
b_1	0,131	0,009	значимий	0,12	0,14
b_2	-0,087	0,009	значимий	-0,10	-0,08
b_{11}	-0,008	0,020	незначимий	-0,03	0,01
b_{22}	-0,152	0,020	значимий	-0,17	-0,13
b_{12}	-0,001	0,011	незначимий	-0,01	0,01

Розрахунок дисперсії адекватності.

$$\text{Розрахунок } \sum_{j=1}^8 (\bar{y}_j - y_j^p)^2$$

T-ця: 3.3.2.3.

	\bar{y}_j	y_j^p	$(\bar{y}_j - y_j^p)^2$
	1,43	1,612	0,0005
	1,65	1,67	0,0003
	1,25	1,23	0,0003
	1,652	1,711	0,0005
	1,43	1,652	0,0016
	1,82	1,74	0,0016
	1,54	1,55	0,0000
	1,38	1,37	0,0000
Підсумок розрахунків			0,0050

Дисперсію адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{n}{f_{ad}} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_j^p)^2 = \frac{5}{8-7} * 0,0041 = 0,0205 \quad 3.3.2.3.)$$

Критерій Фішера визначаємо:

$$F_{розр.} = \frac{S_{б\ddot{y}л\ddot{y}ш\ddot{a}}^2}{S_{м\ddot{e}н\ddot{ш\ddot{a}}}^2} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} = \frac{0,0205}{0,00021} = 97,62 \quad 3.3.2.4.)$$

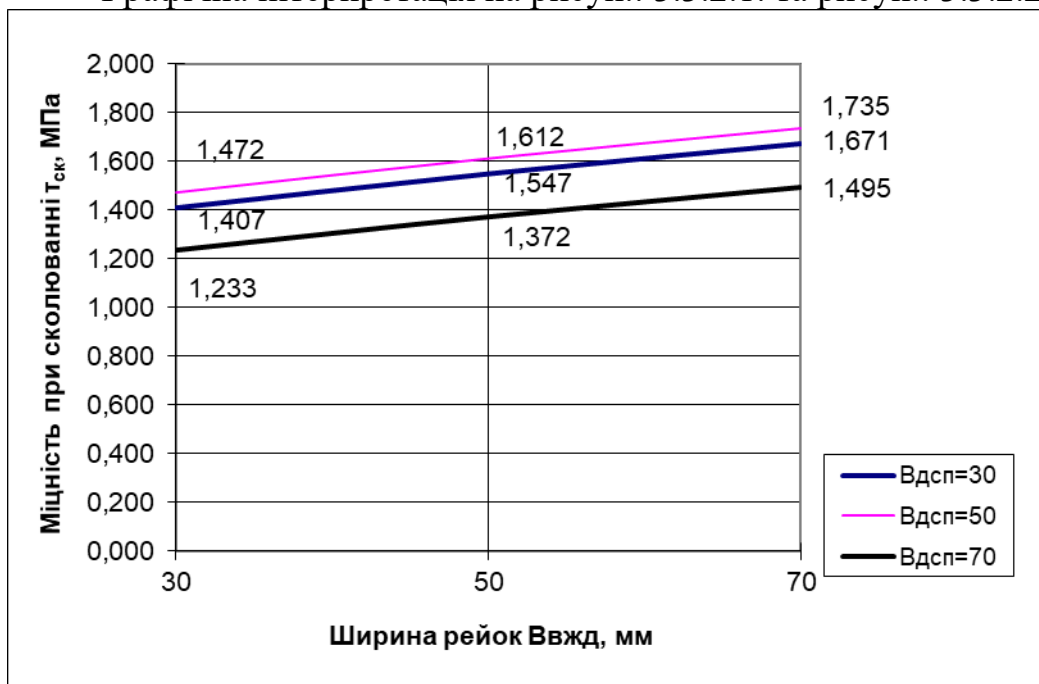
Знаходимо табличне значення критерію Фішера $F_{табл.}$, яке залежить від рівня значимості $q=5\%$, числа ступенів вільності дисперсії адекватності $f_{ад}=8-7=1$ та числа належних оцінок дисперсії відтворюваності $f_y=8*(5-1)=32$: $F_{розр.}=250$. Оскільки $97,62 < 250$ ($F_{розр.} < F_{табл.}$), тоді регресійна модель адекватна

Проведення аналізу отриманого рівняння регресії. Якщо вхідні фактори приймають значення на основному рівні $x_1=0$, $x_2=0$ (у натуральному виразі $V_{вжд}=50$ мм; $V_{дсп}=50$ мм), то показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку дорівнює 1,612 МПа.

Здійснивши статистичну обробку експериментальних даних одержали наступне рівняння регресії в кодованих значеннях:

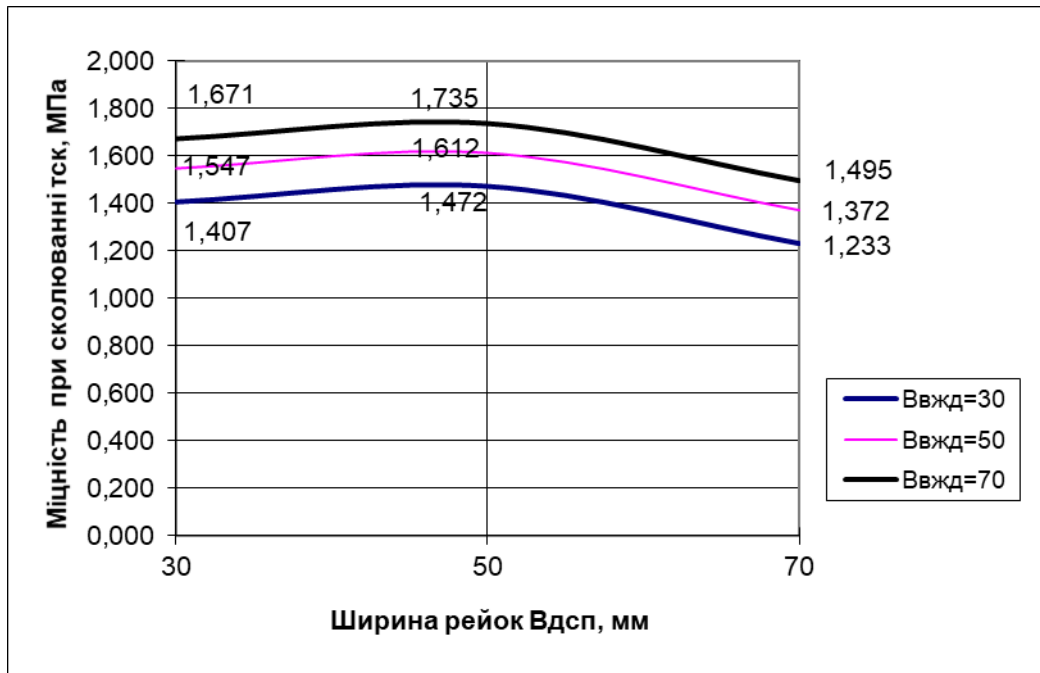
$$Y = 1,612 + 0,131x_1 - 0,087x_2 - 0,008x_1^2 - 0,152x_2^2 - 0,001x_1x_2 \quad 3.3.2.6.)$$

Графічна інтерпретація на рисун.: 3.3.2.1. та рисун.: 3.3.2.2.



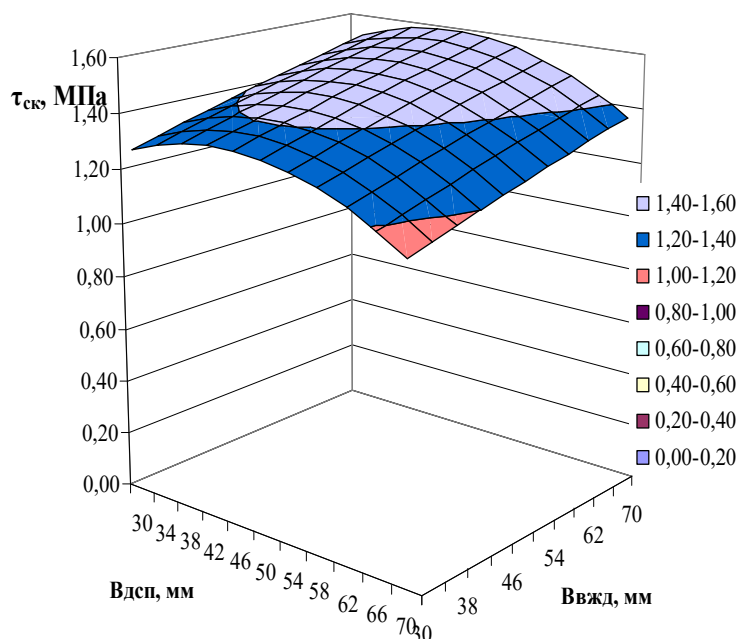
Рисун.: 3.3.2.1.. Крива залежності експериментального показника міцності на сколювання $\tau_{ск}$ столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив) $V_{ВЖД}(x_1)$

Показник міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку $\tau_{ск}$ СП із ВЖД товщиною 22 мм для всіх експериментальних зразків задовольняють вимоги стандарту ДСТУ:13715:1978.



Рисун.: 3.3.2.2. Крива залежності експериментального показника міцності на сколювання $\tau_{ск}$ столярної плити від ширина рейки з ВЖД (ДСП) (x_2)

За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини рейок за допомогою градієнтного методу, внаслідок якої виявлено, що максимальне значення показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку $\tau_{ск} = 1,735$ мм, взяте за абсолютною величиною можна отримати зафіксувавши розмірні параметри ширини рейок СП із ВЖД: $V_{ВЖД} = 70$ мм; ширина рейки з ВЖД (ДСП) $V_{ДСП} = 50$ мм (рисун.: 3.3.2.3.).



Рисун.: 3.3.2.3.. Крива залежності експериментального показника міцності на сколювання $\tau_{ск}$ столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив та ДСП)

3.3.3. Вплив ширини брусків комбінованих СП(ВЖД) на показники формостійкості

Результати експериментальних випробувань на вплив ширин внутрішніх брусків комбінованих СП(Брусок-ДСП)ВЖД столярних плит на показники формостійкості представлено у т-ці 3.3.3.1.

Розрахунок середніх значень та дисперсій

Т-ця: 3.3.3.1.

	Показника міцності під час статичного згину, МПа, МПа					Усереднений показник	У цій вибірці показник дисперсії
	2	3	4	5	6		
	0,241	0,237	0,251	0,237	0,237	0,240	0,00004
	0,289	0,270	0,284	0,284	0,272	0,280	0,00007
	0,089	0,085	0,096	0,085	0,092	0,090	0,00002
	0,121	0,118	0,111	0,114	0,111	0,115	0,00002
	0,133	0,129	0,138	0,143	0,139	0,136	0,00003
	0,177	0,172	0,184	0,175	0,170	0,176	0,00003
	0,254	0,259	0,255	0,252	0,250	0,254	0,00001
	0,100	0,098	0,091	0,097	0,094	0,096	0,00001
Підсумок розрахунку В						1,39	0,00024

Дисперсію відтворюваності:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}; \quad 3.3.3.1.)$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N} = \frac{0,00016}{8} = 0,00002;$$

Отримані коефіцієнти та їх значимість .

Для визначення коефіцієнтів рівняння було використано відомі методики статистичної обробки даних і розраховано коефіцієнти рівняння регресії.

Результати перевірки на значущість коефіцієнтів рівняння регресії та їх достовірні інтервали

T-ця: 3.3.3.2.

Вигляд	Цифрова величина коеф-та	$t(q, f_y)S\{b_i\}$	Висновок	Грані інтервалу довіри	
				$b_i - t_{таб} \cdot S\{b_i\}$	$b_i + t_{таб} \cdot S\{b_i\}$
b_0	0,150	0,006	значимий	0,14	0,16
b_1	0,017	0,002	значимий	0,02	0,02
b_2	-0,079	0,002	значимий	-0,08	-0,08
b_{11}	0,006	0,004	значимий	0,00	0,01
b_{22}	0,025	0,004	значимий	0,02	0,03
b_{12}	-0,004	0,002	значимий	-0,01	0,00

Розрахунок дисперсії адекватності.

$$\text{Розрахунок } \sum_{j=1}^8 (\bar{y}_j - y_j^p)^2$$

T-ця: 3.3.3.3.

	\bar{y}_j	y_j^p	$(\bar{y}_j - y_j^p)^2$
	0,24	0,24	0,000001
	0,28	0,28	0,000001
	0,09	0,09	0,000001
	0,11	0,12	0,000001
	0,14	0,14	0,000005
	0,18	0,17	0,000005
	0,25	0,25	0,000000
	0,10	0,10	0,000000
Підсумок розрахунків			0,000015

Дисперсію адекватності:

$$S_{ад}^2 = \frac{n}{f_{ад}} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_j^p)^2 = \frac{5}{8-7} * 0,000012 = 0,00006 \quad 3.3.3.3.)$$

Розрахункове значення критерію Фішера:

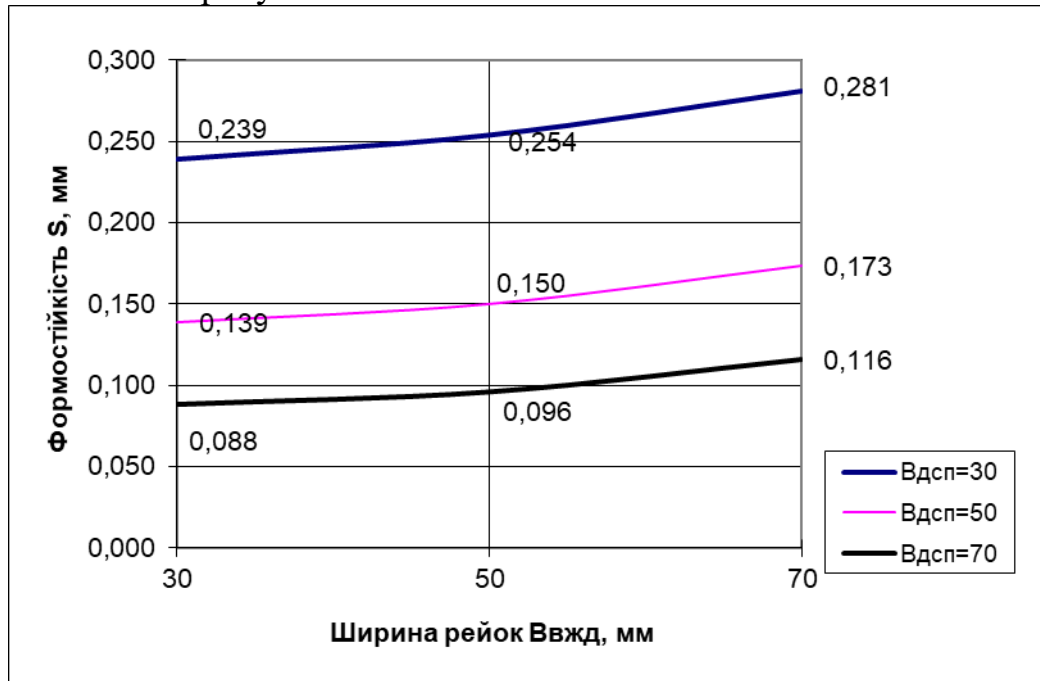
$$F_{роз.} = \frac{S_{більша}^2}{S_{менша}^2} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} = \frac{0,00006}{0,00002} = 3 \quad 3.3.3.4.)$$

Табличне значення критерію Фішера $F_{табл.}$, яке залежить від рівня значимості $q=5\%$, числа ступенів вільності дисперсії адекватності $f_{ад}=8-7=1$ та числа належних оцінок дисперсії відтворюваності $f_y=8*(5-1)=32$: $F_{розр}=250$. Оскільки $3 < 250$ ($F_{розр} < F_{табл.}$), тоді регресійна модель адекватна

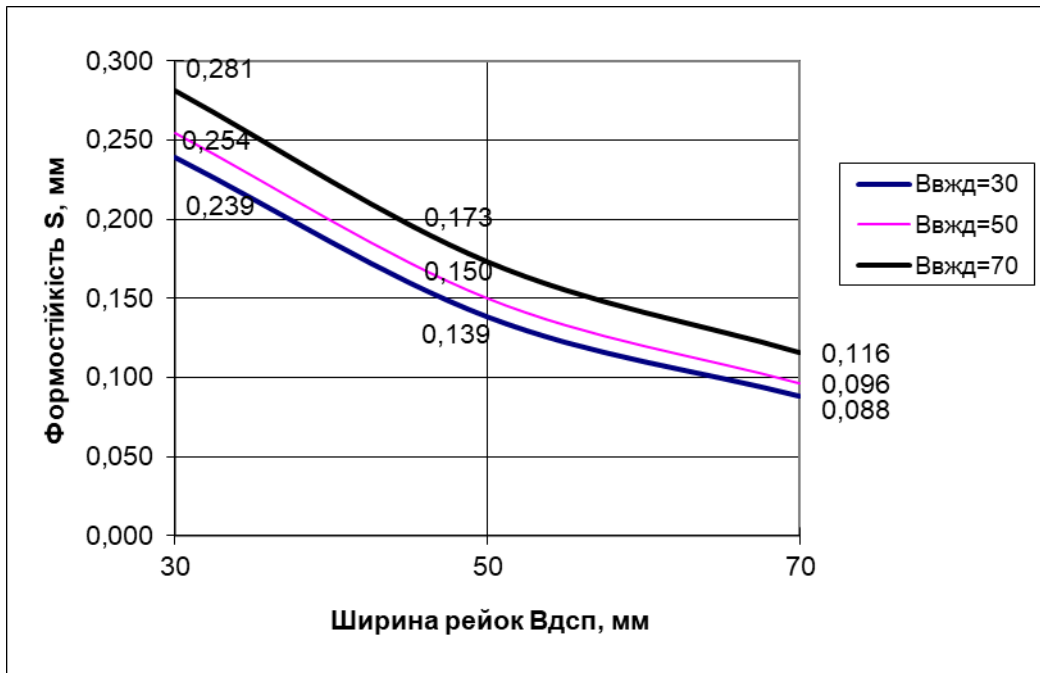
Побудоване рівняння за результатами експерименту в нормал-них значеннях має вид :

$$Y = 0,150 + 0,017x_1 - 0,079x_2 - 0,006x_1^2 - 0,025x_2^2 - 0,004x_1x_2 \quad (3.3.3.6.)$$

Графічна побудова залежності за даними експерименту наведена на рисун.: 3.3.3.1. та рисун.: 3.3.3.2..



Рисун.: 3.3.3.1.. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столлярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив) $V_{ВЖД}$ (x_1)



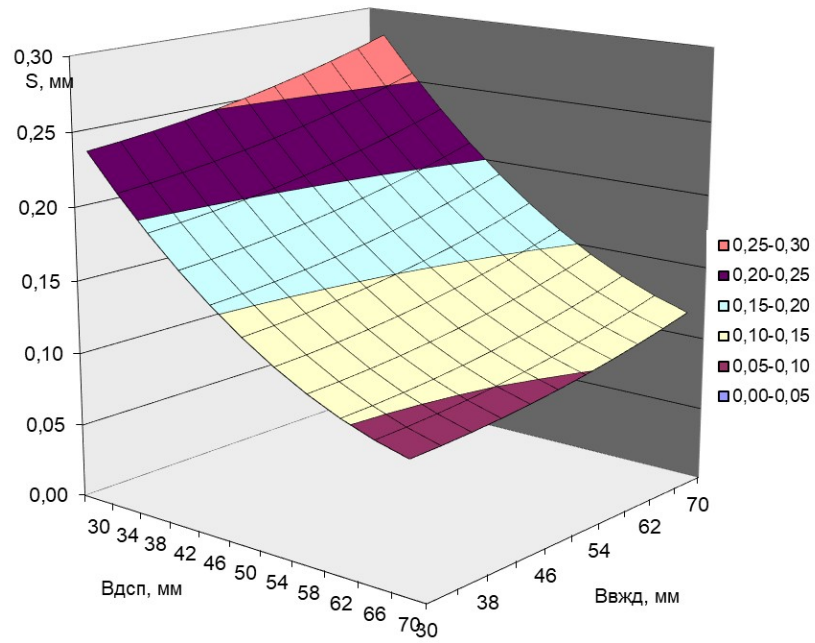
Рисун.: 3.3.3.2.. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столлярної плити від ширини рейки з ВЖД (ДСП) (x_2)

Як видно з рисун.: 3.3.3.1., збільшення ширини рейки з ВЖД (масив) СП призводить до збільшення відхилення S . Натомість, тенденція щодо залежності впливу товщини ДСП на відхилення столлярної плити від площинності є зворотною (рисун.: 3.3.3.2.).

Варто зазначити, що характер впливу ширини рейок на усереднене відхилення S є нелінійним, хоча внаслідок цього можна з певною імовірністю припустити наявність тенденцій оберненої (рисун.: 3.3.3.1.) та прямої пропорційності (рисун.: 3.3.3.2.).

Відхилення від площинності за стрілою прогину для ступеня точності 12 для всіх експериментальних зразків, задовольняють вимоги стандарту ДСТУ:6449.3:1982

За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини рейок за допомогою градієнтного методу, внаслідок якої виявлено, що мінімальне значення відхилення $S_{\min} = 0,088$ мм, взяте за абсолютною величиною можна отримати зафіксувавши розмірні параметри ширини рейок СП із ВЖД: $V_{\text{ВЖД}} = 30$ мм; ширина рейки з ВЖД (ДСП) $V_{\text{ДСП}} = 70$ мм (рисун.: 3.3.3.3.).



Рисун.: 3.3.3.3.. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив та ДСП)

3.4. Аналіз фізичних та механічних характеристик комбінованих столярних плит із ВЖД з шириною рейок 30, 50 та 70 мм

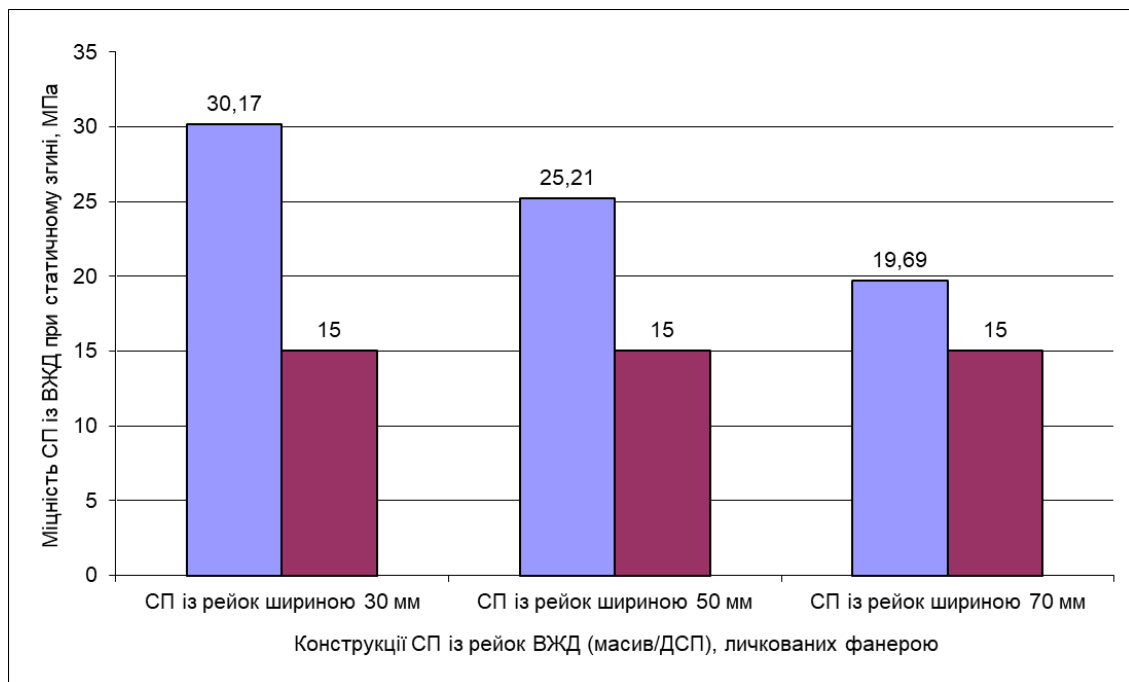
3.4.1. Порівняльний аналіз показника міцності під час статичного згинання

В результаті проведення основного експерименту були отримані дані показника міцності під час статичного згину інших столярних плит (Табл. 3.4.1.1.).

Зведена Т-ця: показника міцності під час статичного згинання

Т-ця: 3.4.1.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП(Брусков-ДСП)ВЖД	Розрахунок	Норма	% норми
СП із брусків-рейок при ширині 30 мм	30,17	15	201
СП із брусків-рейок при ширині 50 мм	25,21	15	168
СП із брусків-рейок при ширині 70 мм	19,69	15	131



Рисун.:3.4.1.1. Стовпчаста діаграма показника міцності комбінованих столярних плит під час статичного згинання різної ширини

Як видно з гістограми рисун.: 3.4.1.1. найменшої міцності Столярна плита, щит якої виготовлений з брусків-рейок при ширині 70 мм) – 19,69 МПа. Комбіновані СП з шириною рейки 30 мм мають найвищу міцність 30,17 МПа.

Всі значення показника міцності під час статичного згинання для одержаних столярних плит мали показники більші за нормативні (15 МПа) згідно ГОСТ ДСТУ:13715:1978 " Плити столярні. Технічні умови ".

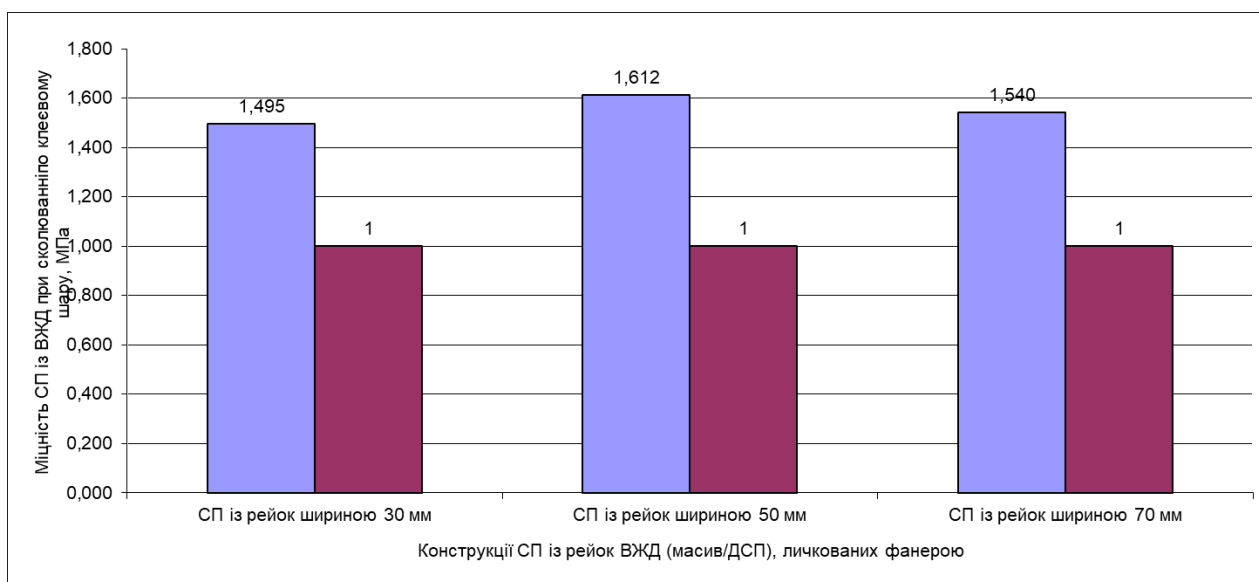
3.4.2. Порівняльний показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку

В результаті проведення основного експерименту були отримані дані показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку столярних плит (Табл. 3.4.2.1).

Зведена Т-ця: міцності столярних плит на сколювання по клейовому шву

Т-ця: 3.4.2.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП(Брусков-ДСП)ВЖД	Розрахунок	Норма	% норми
СП із брусків-рейок при ширині 30 мм	1,495	1	150
СП із брусків-рейок при ширині 50 мм	1,612	1	161
СП із брусків-рейок при ширині 70 мм	1,540	1	154



Рисун.:3.4.2.1. Стовпчаста діаграма показника міцності комбінованих столярних плит на сколювання для рейок різної ширини

Як видно з гістограми рисун.: 3.4.2.1. найменшої показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку має Столярна плита, щит якої виготовлений з брусків-рейок при ширині 30 мм) – 1,495 МПа. Комбіновані СП з шириною рейки 50 мм мають найвищу міцність 1,612 МПа.

Всі значення показника міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку для одержаних столярних плит мали показники більші за нормативні (1 МПа) згідно ГОСТ ДСТУ:13715:1978 " Плити столярні. Технічні умови ".

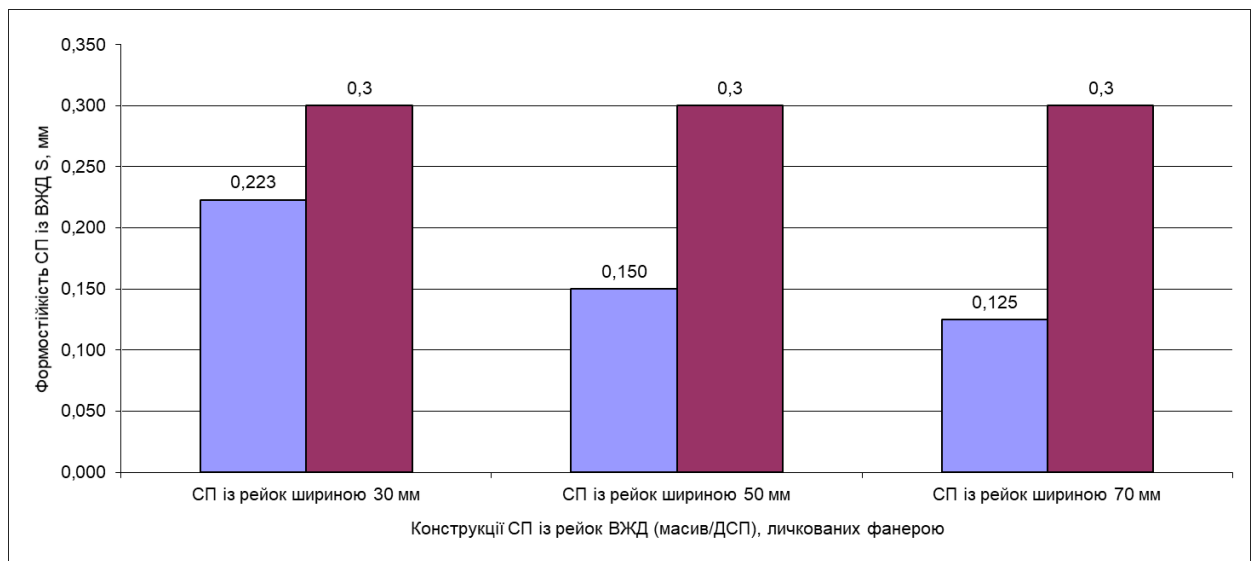
3.4.3. Порівняльний показника площинної формостійкості

В результаті проведення основного експерименту були отримані дані формостійкості столярних плит із ВЖД (табл. 3.4.3.1).

Зведена Т-ця: формостійкості СП із ВЖД для рейок різних ширин

Т-ця: 3.4.3.1.

Розроблені та запропоновані конструкції СП(Брусков-ДСП)ВЖД	Розрахунок	Норма	% норми
СП із брусків-рейок при ширині 30 мм	0,223	0,3	74
СП із брусків-рейок при ширині 50 мм	0,150	0,3	50
СП із брусків-рейок при ширині 70 мм	0,125	0,3	42



Рисун.:3.4.3.1. Звичайна діаграма формостійкості комбінованих столярних плит для рейок різної ширини

Як видно з гістограми рисун.: 3.4.3.1. найкращу формостійкість має Столярна плита, щит якої виготовлений з брусків-рейок при ширині 70 мм, відхилення від площинності якої становить:0,125 мм. Комбіновані СП з шириною рейки 30 мм мають найвище відхилення від площинності 0,223 мм.

Всі значення формостійкості одержаних столярних плит мали показники менші за нормативні (0,3 мм) згідно ДСТУ:6449.1:1984"Допуски та посадки. Допуски форми та розміщення поверхонь".

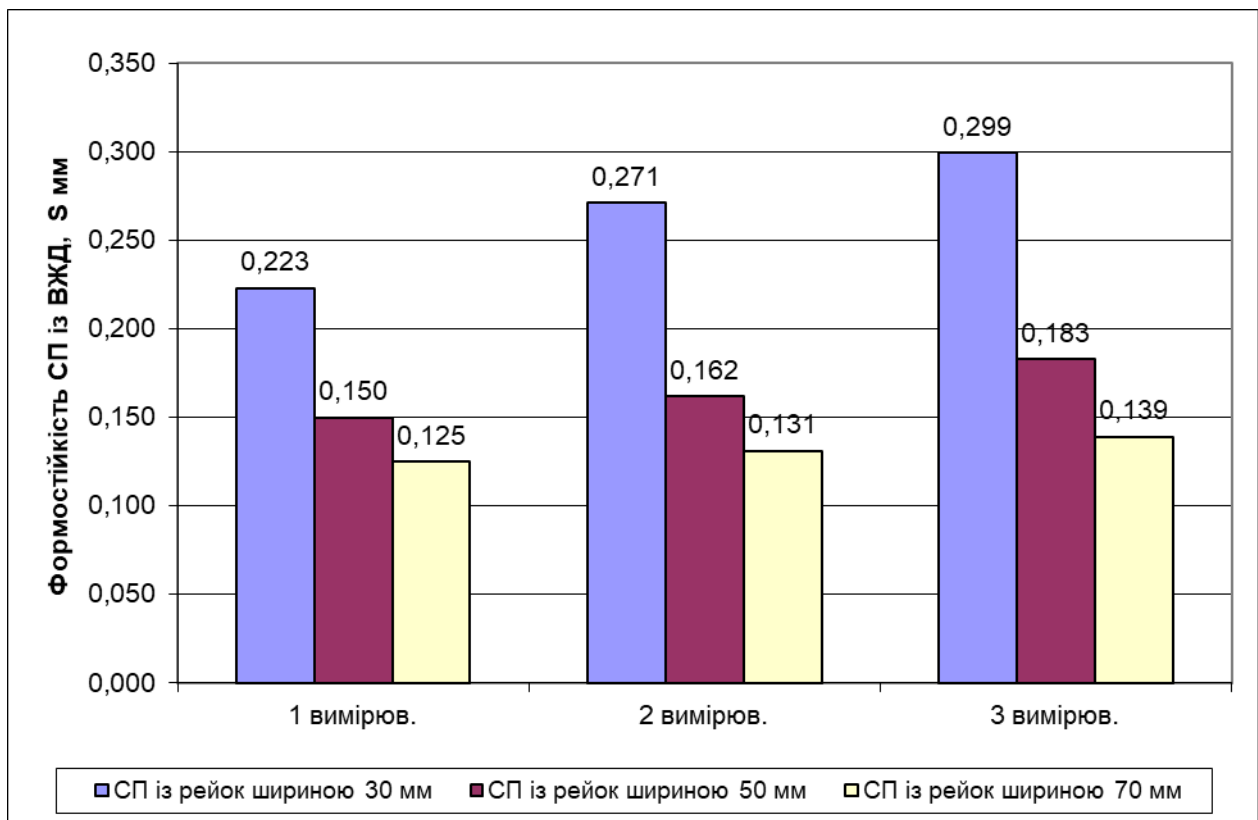
Зміна площинності столярних плит із ВЖД протягом двох місяців після трьох разового вимірювання представлена у табл.3.4.3.2.

Зведена Т-ця: зміни формостійкості СП із ВЖД для рейок різних ширин

Т-ця: 3.4.3.2.

Розроблені та запропоновані конструкції СП із ВЖД (масив та ДСП)	Вимірювання. 1	Вимірювання. 2	Вимірювання. 3	Норма	зміни 1, %	зміни 2, %
СП із брусків-рейок при ширині 30 мм	0,22 3	0,27 1	0,29 9	0, 3	18	9
СП із брусків-рейок при ширині 50 мм	0,15 0	0,16 2	0,18 3	0, 3	8	11
СП із брусків-рейок при ширині 70 мм	0,12 5	0,13 1	0,13 9	0, 3	5	6

Найбільшої зміни (18 %) в площинності зазнали плити з шириною рейки 30 мм після другого вимірювання, але і найменшої після третього вимірювання – тільки 6 %. діапазон інших змін становив 10-12 %, що в межах допустимого. За абсолютними значеннями всі плити відповідають вимогам стандарту, тобто мають відхилення менше, ніж 0,3 мм (рисун.: 3.4.3.2.).



Рисун.: 3.4.3.2. Звичайна діаграма формостійкості комбінованих столярних плит для рейок різної ширини після трьох вимірювань

3.5. Висновки з розділу

1. Фізичні та механічні характеристики столярної плити із вживаної деревини мають досить високе поле розсіювання, тим не менше вони піддаються закону нормального розподілу, що було підтверджено критерієм Пірсона при аналізі вибірки із ста взірців згідно ДСТУ:9625:1987 .
2. Встановлено, що фізичні та механічні характеристики всіх столярних плит із ресурсів ВЖД не залежно від їх конструкції задовольняють вимоги ДСТУ:13715:1978.
3. Встановлено, що найвищими фізичними та механічними показниками характеризується личковані фанерою товщиною 4 мм столярні плити з клеєним щитом із вживаної деревини та комбінована столярна плита з клеєним щитом із вживаної деревини та ДСП. При ширині рейок 50 мм середня міцність під час статичного згинання таких плит становить відповідно 27,88 та 25,211 МПа, а на показники міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку відповідно 1,652 та 1,612 МПа.
4. Доведено, що найнижчими фізичними та механічними показниками характеризується плита з клеєним щитом із вживаного ДСП личкуванні фанерою. Середня міцність під час статичного згинання такої плити становить 20,03 МПа, а на показники міцності під час сколювання вздовж клейового шару 1,37 МПа.
5. Найнижчими відхиленнями від площинності, що забезпечує формостійкість характеризується личкована фанерою товщиною 4 мм столярна плита з клеєним щитом із вживаної деревини та комбінована столярна плита з клеєним щитом із вживаної деревини ДСП. Середня формостійкість такої плити з ширинами рейок 50 мм становить відповідно 0,182 та 0,150 МПа. Всі інші зразки плит також відповідають вимогам стандарту і мають значення менше, ніж 0,3 мм.
6. Одержано закономірності впливу ширини рейок із ВЖД(масив) та ВЖД(ДСП) на показники формостійкості , на міцність під час статичного згинання та на показники міцності під час сколювання вздовж клейового шару комбінованих СП із ВЖД.
7. Отримані регресійні моделі є адекватними, а отже можуть бути використані для опису об'єкта дослідження;
8. Встановлено за результатами експериментальних досліджень, що найвищими фізичними та механічними параметрами характеризується комбіновані СП із ВЖД таких конструкцій за шириною рейки: $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 70$ мм – параметр площинна формостійкість становив 0,088 мм; $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 30$ мм – показник на міцність під час статичного згинання – 32,252 МПа; $V_{ВЖД} = 70$ мм; $V_{ДСП} = 50$ мм – показник на міцність під час сколювання вздовж клейового прошарку – 1,735 МПа.

9. Запропоновано конструкції столярних звичайних та комбінованих плит із ВЖД, яку отримано із демонтованих вікон, дверей та будинкових конструкцій.
10. Зроблено партію столярних плит із ВЖД шляхом реалізації В-плану другого порядку де змінними були ширина рейок внутрішнього щита, при чому рейки були із брусків деревини та із випиляних полос деревностружкових плит.
11. З отриманих експериментальних плит розміром 440x440 мм, були одержані взірці для випробування на показники міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість.
12. Побудовано три регресійні моделі залежності вихідних параметрів міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість залежно від ширини рейок комбінованих столярних плит із деревинних ресурсів вживаної деревини. Моделі адекватні.

Розділ 4. Охорона праці

4.1. Загальні правила техніки безпеки на деревообробних та меблевих підприємствах.

У нашій країні безпеці приділяється дуже велика увага, оскільки з нею пов'язана турбота про умови роботи та здоров'я трудящих.

Техніка безпеки передбачає здійснення заходів, спрямованих на усунення причин нещасних випадків у зв'язку з виробництвом, конструювання безпечних для роботи пристроїв, захисних пристроїв та впровадження безпечних способів роботи. Техніка безпеки тісно пов'язана з технологією виробництва.

При впровадженні нових технологічних процесів, нових операцій одночасно вирішуються питання техніки безпеки. За радянським трудовим законодавством правила техніки безпеки обов'язкові для виконання всіма працюючими на підприємстві: робітниками, службовцями, інженерно-технічними працівниками та молодшим обслуговуючим персоналом.

Для підприємств деревообробної промисловості обов'язкові правила техніки безпеки та виробничої санітарії.

Кодекс законів про працю встановлює, що жодне нове підприємство не може бути пущене в експлуатацію без дозволу інспекції з охорони праці та органів санітарного нагляду. Усі підприємства зобов'язані вживати заходів щодо поліпшення умов праці та усунення причин нещасних випадків у зв'язку з виробництвом. Відповідно до українського законодавства, кожен робітник зобов'язаний вивчити правила техніки безпеки.

Для ознайомлення з безпечними прийомами роботи на підприємствах України запроваджено обов'язкове інструктування робітників. Усіх новоприйнятих на роботу знайомлять із загальними правилами поведінки на території підприємства, з причинами травматизму, правилами переходу різних транспортних шляхів та доріг на підприємствах та запобіжними знаками та правилами. Крім того, безпосередньо в цеху проходять загальний цеховий та первісний інструктаж на робочому місці. Інструктаж на робочому місці проводять не рідше 1 разу на 3 місяці.

У кожному обласному центрі та районі є санітарно-епідеміологічна станція, яка здійснює нагляд за виконанням правил санітарії та займається профілактикою епідеміологічних захворювань. На підприємствах у профспілці створюються комісії з охорони праці, які очолюють старші громадські інспектори з охорони праці. У штат підприємства включають інженерів з техніки безпеки.

Територія підприємства повинна утримуватись у чистоті. Всі дороги підприємства повинні бути освітлені. У зимовий час їх необхідно очищати від снігу та льоду, а при необхідності посипати піском. У розритих на території підприємств місцях мають бути переносні щити. Вночі такі місця повинні бути освітлені лампами червоного кольору. Готові вироби, сировину та напівфабрикати слід зберігати на території підприємства лише у спеціально відведених місцях. Завантаження та розвантаження виробів та матеріалів на

території підприємства повинно проводитись з дотриманням правил техніки безпеки.

Усі виробничі та побутові приміщення підприємства, робочі місця, проходи та проїзди всередині приміщень повинні утримуватися із суворим дотриманням правил техніки безпеки.

Забороняється захаращувати приміщення сировиною, напівфабрикатами та готовою продукцією. Кордони проходів, проїздів та майданчиків для складування сировини, напівфабрикатів та готової продукції необхідно позначати білими лініями не вже 50 мм. Робочі місця потрібні і брудю.

На підприємствах необхідно систематично стежити за збереженням конструкцій виробничих приміщень. Підлоги виробничих приміщень мають бути у справному стані. Усі деревообробні верстати слід встановлювати на міцних фундаментах, що перешкоджають коченню та вібрації верстата під час роботи. Усі ручки, кнопки, штурвали, маховики та інші частини керування обладнанням повинні мати написи про призначення цих частин керування.

Усі робочі частини ріжучих інструментів деревообробних верстатів необхідно закривати огорожами, що перешкоджають попаданню рук працюючого. Непрацюючі частини ріжучих інструментів закривають огороженнями, які одночасно є приймачами пневматичного транспорту відходів від верстатів. Пневматичний транспорт відходів видаляє від верстата велику кількість стружок, тирси тапилу.

У зв'язку з великими швидкостями різання та подачі сучасних деревообробних верстатів робота верстата без пневматичного транспорту відходів неможлива. чистоті. звільняти від сміття,пилу

Дрібна тирса шляху працюючого, а різні уламки деревини можуть завдати травм. Видалення стружок і тирси руками категорично забороняється. Тирса і стружки відсмоктуються вентиляторами, які рухаються електродвигуном. Від вентилятора йде система повітроводів кожному верстату. Кожен рукав духовника забезпечується шибером, який може зменшувати та збільшувати відсмоктуючий отвір. Вентилятор нагнітає відходи в циклон, який зменшує швидкість руху та зосереджує їх для подальшого транспортування в котельні або для вивезення за призначенням.

Пневматичний транспорт відходів видаляє з приміщення цеху велику кількість повітря та охолоджує повітря приміщення особливо в зимову пору року, тому замість віддаленого повітря до приміщення слід дати за допомогою системи припливної вентиляції тепле повітря. Дану роботу виконує вентилятор системи притоку. Повітря нагрівається калориферами.

Приймачі у робочих головок деревообробних верстатів не повинні зміщуватися і не повинні випробовувати хитання. Приймач повинен прилягати до місця виходу стружок тирси. Не можна допускати нещільності та щілини, через які могло б засмоктуватися повітря.

Особливо ретельно повинні працювати установки пневматичного транспорту відходів від шліфувальних верстатів.

Пил від шліфувальних верстатів містить велике ко- і дерев'яний пил дратують дихальні особи осколків наждака, скла.

Всі частини механізму подачі верстата, що обертаються, повинні бути надійно огорожені.

Масильні пристрої деревообробних верстатів у небезпечних місцях повинні бути винесені за межі огорож.

Масило верстата дозволяється тільки при його повній зупинці.

Всі рукоятки та педалі повинні бути так влаштовані, щоб було зручно керувати верстатом.

При обробці матеріалу довжиною понад 2 м необхідно користуватись опорами у вигляді приставних столиків.

У деревообробних верстатах, де можливе відкидання оброблюваного матеріалу, необхідно користуватися пристроями (зубчастими секторами, секційними валиками та ін.). Робочі місця деревообробних верстатів слід розташовувати так, щоб матеріал надходив праворуч наліво. Штабелі різних деталей у деревообробних верстатів не повинні перевищувати 1,7 м від рівня підлоги.

Робота на деревообробних верстатах може виконуватись лише особами, яким вона доручена.

Перед початком роботи необхідно ретельно оглянути верстат, перевірити наявність та кріплення огорожувальних пристроїв та інструментів на робочих валах.

Забороняється працювати на верстатах в одязі широкими підлогами та незастібнутими рукавами.

4.2. Основні та необхідні правила техніки безпеки на деревообробних та меблевих підприємствах з перероблення вживаної деревини.

Правила техніки безпеки з перероблення вживаної деревини включають наступні вимоги:

- Збір тільки ретельно відібраної деревини на підготовлених площадках
- Накопичення вживаної деревини на відведених місцях не далеко від місць переробки.
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як радіоактивність,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність антипіренів,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність креозоту та речовин захисту деревини,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як на забрудненість галогенопохідними речовинами,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність антисептиків,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність металевих включень,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність пластмасових включень,

- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність синтетичних включень,
- Перевірка вживаної деревини на такий важливий показник як наявність фурнітури в будь якому вигляді,
- Технологічну операцію розпилювання проводити на спеціально відведених місцях
- Технологічну операцію відтинання дефектних місць проводити на спеціально відведених місцях
- Технологічну операцію відтоцьовування шипових та гнилих торців проводити на спеціально відведених місцях
- Технологічну операцію очищення поверхонь проводити на спеціально відведених місцях
- Технологічну операцію сортування проводити на спеціально відведених місцях за типом матеріалу
- Технологічну операцію сортування проводити на спеціально відведених місцях за породами
- Технологічну операцію сортування проводити на спеціально відведених місцях за походженням
- Технологічну операцію сортування проводити на спеціально відведених місцях за забрудненням
- Чотирибічні обробку робити на відповідних верстатах, що мають шумопонижуючі кожухи
- Вчасно вилучати з території цеху м'які відходи
- Вчасно вилучати з території цеху тверді відходи та залишки деревини
- Запровадити у кожній дільниці цеху загальну аспірацію м'яких відходів.
- Встановити у кожній дільниці цеху пожежний щит.
- Встановити у кожній дільниці цеху елементи заземлення біля верстатів
- Встановити у кожній дільниці цеху вогнегасники
- Встановити у кожній дільниці цеху нормальні проїзди та проходи
- Постійно здійснювати інструктаж як загальний так і безпосередньо на робочому місці.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок кошторису виробничої собівартості первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та плити із вживаної деревини.

Для впровадження результатів досліджень у виробничий процес, необхідно виконати розрахунок економічної ефективності. Річні відходи у Львові становить близько 240-250 тис.тонн.

Відомо, що деревина складає приблизно 3,5%. Виходячи, з вищенаведених даних не складно розрахувати об'єм потенційної деревної сировини для переробки: $245 \text{ тис.тонн} \cdot 0,035 \cdot 0,765 \text{ тонн/м}^3 = 6559,875 \text{ м}^3$ (середня вага 1 м^3 деревини складає 765кг).

Виходячи з вищенаведених даних та як показали попередні дослідження об'ємного виходу заготовок з вживаної деревини, виробнича потужність підприємства не повинна перевищувати відмітки: $6559,875 \cdot 0,4 = 2623,95 \text{ м}^3$.

Під час розрахунку кошторису виробничої собівартості столярних плит попередньо було розроблено технологічний процес їх виготовлення виробничою потужністю $70000 \text{ м}^2/\text{рік}$ (для столярної плити 22,00 мм - 1520 м^3). Збільшення товщини столярної плити веде до збільшення відсотку використання в ній вживаної деревини і як наслідок збільшення об'ємів споживання.

Так в складі личкової фанерою столярної лабораторної плититовщиною 16мм її частка складає 50%; 19мм - 57,9%; 22мм - 63,63%; 25мм-68%; 30мм-73,33% і т.д. Отже, виготовляючи столярну плиту товщиною 22 мм ми використовуємо на її виготовлення $2623,95 \cdot 0,6363 = 1669,619 \text{ м}^3$ вживаної деревини з можливих $2623,95 \text{ м}^3$.

Зокрема, для столярної плити використовується деревина хвойних порід і м'яких листяних порід. Це в основному сосна звичайна. Оптимальним віком для вирубки сосни вважається вік 90-130 років. В цьому віці її об'єм в ростучому стані становить близько $5,1 \text{ м}^3$. Залежно від способу розкрою круглих лісоматеріалів і виду обладнання для отримання 1 м^3 заготовок на виготовлення столярної плити потрібно не менше $2,6 \text{ м}^3$ круглого лісу. Тобто споживаючи $2,1 \text{ м}^3$ вживаної деревини замість первинної ми зберігаємо одне дерево. А в наших виробничих масштабах близько $1669,619 / 2 = 835$ дерев. А виходячи з даних по лісистості карпатського регіону де на 1 га припадає $12,11 \text{ тис.м}^3$, ми зберігаємо $1669,619 \cdot 2,6 / 12110 = 0,36$ га лісу.

Розрахунок кошторису

Потрібна кількість вживаної деревини (масив і ДСП, приймаємо 50/50) на виконання річної програми для плити товщиною 22 мм становить:

Для масиву:

$$Q_p = N_p \cdot K = 1669,619 \cdot 0,5 \cdot 2,6 = 2170,5 \text{ м}^3,$$

Для ДСП:

$$Q_p = N_p \cdot K = 1669,619 \cdot 0,5 \cdot 2 = 1669,619 \text{ м}^3,$$

де: N_p – потрібна об'єм заготовок для реалізації виробничої програми, $\text{м}^3(\text{м}^2)$;

K – коефіцієнт, що враховує об'ємний вихід заготовок із вживаної деревини (2,5 для масиву, 2,0 для ДСП).

Ціна для покупки ВЖД 750/550 грн. за м³.

Міємо 18 жеків та прийнявши розміри ємкостей для збирання, тобто бункерів-контейнерів для зберігання сировини 3x1,5x1м, знайдемо кількість:

$$n = \frac{Q_p}{18 \cdot 12 \cdot 4,5 \cdot 0,6} = \frac{3839,5}{18 \cdot 12 \cdot 4,5 \cdot 0,6} = 6,6 \text{ ємкостей для збирання, тобто бункерів-контейнерів, приймаємо 7 шт}$$

де: Q_p – ВЖД, м³;

12 – місяців;

18 – кількість ЖЕКів в місті;

0,6 – коефіцієнт заповнення;

n – кількість ємкостей для збирання, тобто бункерів-контейнерів

4,5 – об'єм контейнера, м³.

на встановлення ємкостей для збирання, тобто бункерів-контейнерів :

$$18 \cdot 7 \cdot 2500 = 315 \text{ тисяч грн.}$$

матеріальне заохочення населення:

для масиву ВЖД

$$2170,5 \cdot 750 = 1627,875 \text{ тисяч грн.}$$

для ДСП ВЖД

$$1669,619 \cdot 550 = 918,290 \text{ тисяч грн.}$$

а) визначення витрат прямих:

Витрати на транспортування відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 26.07.2012 року №1011 «Про формування тарифів на послуги з вивезення побутових відходів».

для масиву

$$968,336 \cdot 0,08 = 130,23 \text{ тисяч грн.}$$

для ДСП

$$526,000 \cdot 0,08 = 73,49 \text{ тисяч грн.}$$

Витрати на клей ПВА $1645/0,022 = 75177 \text{ м}^2$:

$$75177 \text{ м}^2 \cdot 1,2 \cdot 37 = 3337,8588 \text{ тисяч грн.}$$

Для того щоб визначити витрати на фанеру форматами 2500x1250мм вихід фанери:

$$\eta = \left(1 - \frac{S_2 - S_1}{S_2}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{3,125 - 2,9768}{3,125}\right) \cdot 100\% = 95\%$$

де: S_2 – площа фанери до форматного розкрою $2,5 \cdot 1,25 = 3,125$, м²;

S_1 – площа фанери після форматного розкрою $2,44 \cdot 1,22 = 2,9768$, м².

Витрата фанери на програму :

$$70000/0,95 = 73684 \text{ м}^2;$$

Витрата на фанеру:

$$73684 \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 37 \text{ грн.} = 5452,631 \text{ тисяч грн.}$$

Загальні матеріальні витрати становлять:

- На Личковану фанерою СП(Брусок)ВЖД):

$$\Sigma = 315 + 1627,875 \cdot 2 + 130,23 \cdot 2 + 3337,8588 + 5452,631 = 12621,700 \text{ тисяч грн.}$$

- На СП(ДСП)ВЖД:

$$\Sigma=315+918,290 \times 2 +73,49 \times 2 +3337,8588 +5452,631 =11089,350 \text{ тисяч грн.}$$

- На СП(Брусок-ДСП)ВЖД (комбіновану):

$$\Sigma=315+(1627,875 +918,290) +(130,23 +73,49) +3337,8588 +5452,631 =11755,175 \text{ тисяч грн.}$$

б) прями витрати:

Приймаємо, що на ділянці виготовлення СП(Брусок)свіжа кількість працівників становить 24 особи. Середня заробітна плата робітника СП(Брусок)свіжа становить 9500грн.

На підприємстві встановлений робочий день в дві зміни.

Отже, прямі витрати на оплату праці :

$$9500 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 2 = 5472 \text{ тисяч грн.}$$

При виготовленні СП(Брусок)ВЖД кількість робітників збільшиться з 24 до 30 осіб за рахунок ділянки очищення деревини від фурнітури і лакофарбових матеріалів. Для СП(Брусок)ВЖД прямі витрати на оплату праці становитимуть:

$$9500 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 2 = 6840 \text{ тисяч грн.}$$

Для СП(Брусок-ДСП)ВЖД за рахунок часткової зайнятості кількох робітників прямі витрати на оплату праці становитимуть:

$$(9500 \cdot 24 \cdot 12 + 7500 \cdot 6 \cdot 12) \cdot 2 = 6552 \text{ тисяч грн.}$$

Для СП(ДСП)ВЖД кількість робітників за рахунок відсутності необхідності в 2 верстатах становить 26 чол. Тоді прямі витрати СП(ДСП)ВЖД на оплату праці становитимуть:

$$9500 \cdot 26 \cdot 12 \cdot 2 = 5928 \text{ тисяч грн.}$$

в) витрати соціальне страхування 22% від прямих;

Для СП(Брусок)свіжа :

$$6840 \cdot 0,22 = 1504,8 \text{ тисяч грн.}$$

Витрати інші – аналогічно

г) нормами амортизаційних відрахувань%

- транспортні засоби, інвентар та інструмент) – 39,39%;

- робочі та силові машини, обладнання) – 21,93%;

д) Річна електрика вираховується із спожитої кількості на актуальну ціну (вартість 1 кВт – 3,8 грн.).

проводимо розрахунок річної електрики.

г) Оренда заводських приміщень.

Розрахунок річної суми орендних платежів

1. Залишкова вартість устаткування:

$$V=900 \cdot 250 \cdot 12=2700 \text{тисяч грн.}$$

2. Норма аамортизації:

$$H_A=7,76\%$$

3. Сумарна амортизація:

$$A_{\text{річн}} = \frac{V \cdot H_A}{100\%} = \frac{2700 \text{тис.грн} \cdot 7,76\%}{100\%} = 209,52 \text{тис.грн.}$$

4. Рівень рентабельності:

$$P_p = 8\%$$

5. Рівень інфляції:

$P_i - 17\%$

6. Сума нарахувань:

$$P_{нарах} = \left[\left(1 + \frac{P_p}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{P_i}{100} \right) - 1 \right] = \left[\left(1 + \frac{8}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{17}{100} \right) - 1 \right] = 0,2636$$

7. Оренда:

$$Q_{річн} = A_{річн} + A_{річн} \cdot P_{нарах} = 209,52 \text{ тис. грн.} + 209,52 \text{ тис. грн.} \cdot 0,2636 = 264,75 \text{ тис. грн.}$$

8. на виробничі витрати :

$$264,75 \text{ тисяч грн.} \cdot 0,61 = 161,5 \text{ тисяч грн.}$$

Результати розрахунків зводимо у т-цю 5.1.

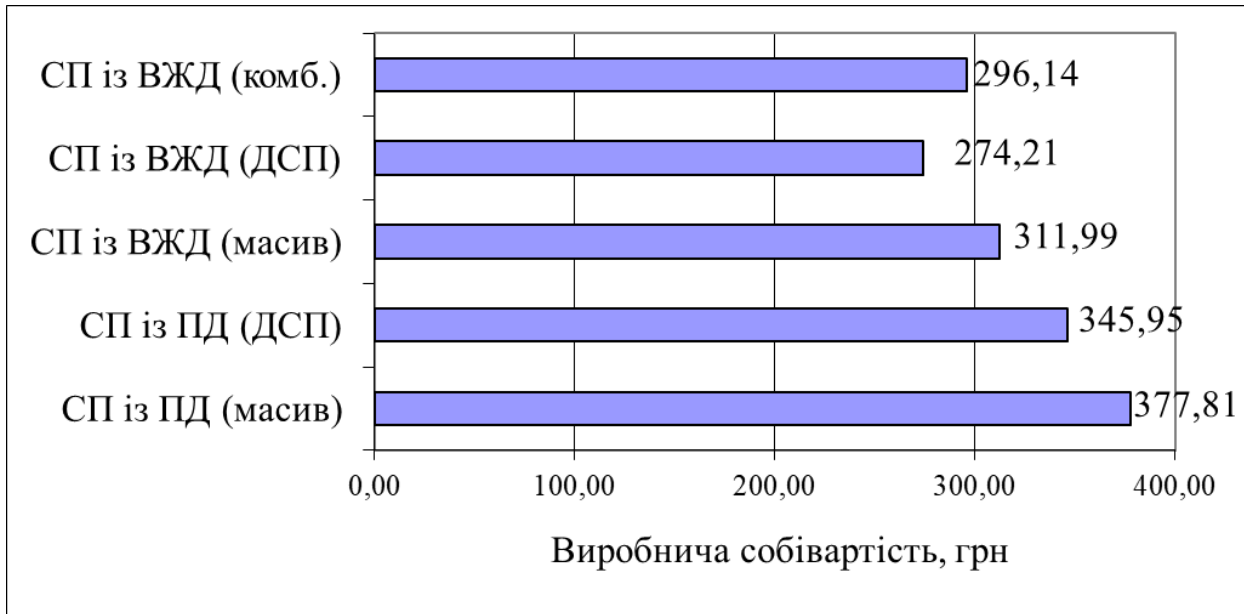
Конструкції плит

СП(Брусок-ДСП)ВЖД СП(ДСП)ВЖД СП(ДСП)свіжа СП(Брусок)ВЖД

СП(Брусок)свіжа

Кошторис собівартості						70,000	тис.м2				
	Коеф.	СП(Брусок)свіжа		СП(ДСП)свіжа		СП(Брусок)ВЖД		СП(ДСП)ВЖД		СП(Брусок-ДСП)ВЖД	
		тисяч грв	грн. на 1 шт	тисяч грв	грн. на 1 шт	тисяч грв	грн. на 1 шт	тисяч грв	грн. на 1 шт	тисяч грв	грн. на 1 шт
1) Матеріальні		18932,55	270,47	15525,09	221,79	12621,70	180,31	11089,35	158,42	11755,18	167,93
2) зарплата	26/30	5472,00	78,17	6450,00	92,14	6840,00	97,71	5928,00	84,69	6552,00	95,15
3) страхування, %	22	1203,84	17,48	1419,00	20,27	1504,80	21,50	1304,16	18,63	1441,44	20,59
4) Амортизація, %			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Обладнання	21,93	198,00	2,88	202,00	2,93	202,00	2,93	202,00	2,93	202,00	2,93
Інструмент	0,30	1,31	0,02	1,44	0,02	1,44	0,02	1,44	0,02	1,44	0,02
5) електроенергія, грн	3,8	454,40	6,49	454,20	6,49	504,64	7,21	504,64	7,21	504,64	7,21
6) Інші		161,50	2,31	161,50	2,31	161,50	2,31	161,50	2,31	161,50	2,31
Загальна сума			377,81		345,95		311,99		274,21		296,14
Здешевлення плити із вживаної деревини порівняно із традиційною столярною плитою,%							17,42		20,74		21,62

На основі одержаних результатів у т-ці 5.1. побудуємо порівняльну гістограму собівартості рисун.: 5.1. первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та плит із вживаної деревини різних конструкцій.



Рисун.: 5.1. Порівняльна гістограма виробничої собівартості первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та плит з вживаної деревини

5.2. Висновки з економіки

1. З'ясовано та підраховано, що маємо економічну, матеріальну та екологічну вигоду за результатами та підставі всіх досліджень з визначення фізичних та механічних параметрів первинної (свіжої) столярної плити (СП(Брусок)свіжа) та столярної плити із вживаної деревини.

2. Розрахунки підтвердили., що, одержані нами розрахунки показують, що здешевлення плити із вживаної деревини складає від 17 % до 21,62 % в залежності від конструкції плити.

3. Встановлено, що екологічна вигода отримана за рахунок зменшення на три 3,31% площі сміттєзвалищ, та вирубування лісів на 0,2195 га

4. Маємо також заощадження бюджетних коштів на утилізацію відходів різноманітних деревинних залишків та відходів.

6. Висновки загальні

1. Обґрунтовано, деревинні ресурси повинні комплексно використовуватись, зокрема це стосується деревинних відходів та залишків на всіх етапах виробництва. Але сьогодні як ніколи постало питання перероблення вживаної деревини (ВЖД)– додаткового резерву деревини, яка у виробах втратила вже свої споживчі характеристики.

2. Проаналізовано, що ВЖД заслуговує особливої уваги – придатна для матеріального використання з одного боку, та економить первинну деревину, а її утилізація мінімізує негативний вплив на довкілля.

3. З'ясовано шляхи підготовки ВЖД до перероблення, та запропоновано її використання у виробництві конструкційних щитових матеріалів, зокрема для одержання у заводських умовах традиційних та нормативних столярних плит.

4. Запропоновано конструкції столярних звичайних та комбінованих плит із ВЖД, яку отримано із демонтованих вікон, дверей та будинкових конструкцій.

5. Зроблено партію столярних плит із ВЖД шляхом реалізації В-плану другого порядку де змінними були ширина рейок внутрішнього щита, при чому рейки були із брусків деревини та із випиляних полос деревностружкових плит.

6. З отриманих експериментальних плит розміром 440x440 мм, були одержані взірці для випробування на показники міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість.

7. Побудовано три регресійні моделі залежності вихідних параметрів міцності під час статичного згинання, під час сколювання та перевірки на площинну формостійкість залежно від ширини рейок комбінованих столярних плит із деревинних ресурсів вживаної деревини. Моделі адекватні.

8. Встановлено, фізичні та механічні характеристики всіх столярних плит із ресурсів ВЖД не залежно від їх конструкції задовольняють вимоги ДСТУ:13715:1978.

9. Встановлено за результатами експериментальних досліджень, що найвищими фізичними та механічними параметрами характеризується комбіновані СП із ВЖД таких конструкцій за шириною рейки: $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 70$ мм – параметр площинна формостійкість становив 0,088 мм; $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 30$ мм – показник на міцність під час статичного згинання – 32,252 МПа; $V_{ВЖД} = 70$ мм; $V_{ДСП} = 50$ мм – показник на міцність під час сколювання вздовж клейового прошарку – 1,735 МПа.

10. Встановлено, що найвищими фізичними та механічними показниками характеризується личковані фанерою товщиною 4 мм столярні плити з клеєним щитом із вживаної деревини та комбінована столярна плита з клеєним щитом із вживаної деревини та ДСП. При ширині рейок 50 мм середня міцність під час статичного згинання таких плит становить відповідно 27,88 та 25,211 МПа, а на показники міцності під час сколювання вздовж клейового прошарку відповідно 1,652 та 1,612 МПа.

11. Розраховано, що використання ВЖД дає фінансову та екологічну вигоду, а саме, що столярні плити із ВЖД (312 грн) є на 17-23 % дешевшими за аналогічні із первинної деревини (378 грн).

Практичні рекомендації за результатами експериментальних досліджень

1. Для досягнення формостійкості та максимальної міцності столярної плити під час статичного згинання, рекомендується ширину рейки для клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» вання столярного щита приймати в межах 2-4 її товщини.

2. При мінімальних вимогах до формостійкості та для збільшення об'ємного виходу з вживаної деревини доцільно використовувати рейки шириною 50-70 мм.

3. При високих вимогах до формостійкості та для збільшення об'ємного виходу з вживаної деревини доцільно використовувати дерев'яні рейки радіального перерізу шириною до 40 мм

4. Пливу з щитом з ДСП, як і плиту з щитом з вживаної деревини та ДСП, тобто комбіновану з шириною рейок більше 70 мм рекомендовано використовувати для виготовлення каркасів м'яких меблевих виробів.

5. Для забезпечення формостійкості СП із ВЖД, які експлуатуються в умовах змінної вологості, бажано застосовувати співвідношення сторін у поперечному перерізі рейок 1:3, а кут нахилу річних шарів в торці рейок повинен бути не менше 45°.

6. Личковану фанерою столярну плиту з клеєним щитом із вживаної деревини рекомендовано використовувати для виготовлення корпусних меблевих виробів.

7. Личковану фанерою столярну плиту з клеєним щитом з вживаної деревини та ДСП з шириною рейок меншою, ніж 30 мм рекомендовано використовувати там, де необхідна висока міцність під час статичного згинання

Для виробництва практичні рекомендації:

Для використання у виробництві столярних плит вживаної деревини слід користуватися наступними рекомендаціями до конструкцій і технологій комбінованих СП із ВЖД товщиною 22 мм:

- час витримки під тиском для щита – 30-40 хв.
- час витримки під тиском для СП – 4-6 хв.
- тиск для щита – 0,5-1,0 МПа; для СП – 1,2-1,3 МПа.
- температура вайми для щита – 85-90 °С;
- температура преса для СП – 115-125 °С;
- вологість рейок – 8±2 %;
- для рейок: ширина = 2-4 товщини товщина 7 (9), ширина – 17,5 (22,5) мм;
- розташування рейок – радіальне, або під кутом 45°;
- личкувати – фанерою товщиною 4 мм;
- витрата клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» для щита – 200-250 г/м²;
- витрата клею П-ВА моделі «J-o-w-a-t 1.0.3.0.5» для СП – 150-200 г/м².

Список використаної літератури

1. DIN 68705-2:2014-10. Plywood – Part 2: Blockboard and laminboard for general use. Germany, (in Deutsch).
2. Gayda S.V. A investigation of form of stability of variously designed blockboards made of post-consumer wood // ProLigno : Scientific Journal. – Editura Universitatii «TRANSILVANIA» din Brasov. – 2016. – Vol. 12. No.1. – P. 22-31.
3. Rahmstorf S. No rainforest, no monsoon: get ready for a warmer world [Електронний ресурс] / S. Rahmstorf, J. Hinkel, W. Cramer // News Scientist. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.newscientist.com/article/dn17864-no-rainforest-no-monsoon-get-ready-for-a-warmer-world/>.
4. Артемчук В.В., Заєць І.М. методичний посібник з курсового та дипломного проектування. Вказівки з розрахунку норм витрат матеріалів у виробництві виробів з деревини. Львів. 1990. -120 с.
5. Артемчук В.В., Заєць І.М. Методичні вказівки з курсового та дипломного проектування. Проектування технологічного процесу. Львів, 1990. – 47 с.
6. Бехта П.А.. Технологія деревинних плит і пластиків: Підручник.-К.: Основа, 2004. – 780 с.: табл.27. Бл.241. Быблыогр.:35
7. Бехта П.А., Онисько В., Матяк М., К'юне Г., Добровольська Є., Шварц У. Можливості повторного використання деревини стан та перспективи. Науковий вісник. Проблеми деревообробки на рубежі ХХІ століття: наука, освіта, технологія. – Вип. 9.5. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – 34-44с.
8. В. М. Максимів, О. А. Кійко, В. І. Криштапович.; В. Я. Мацишин «Про можливе повторне використання щитових деталей старих корпусних меблів.» Науковий вісник: – НЛТУУ, Львів .
9. Гайда С.В. Вторично используемая древесина – реальный источник замещения импортной древесины / Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов// Материалы НТК:Сб. трудов БГТУ. – Минск: БГТУ. – 2009. – С. 128-135.
10. Гайда С.В. Исследование физико-механических свойств вторично используемой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. научных трудов. – Брянск: БГИТУ. – 2015, вып. 43. – С. 175-179.
11. Гайда С.В. Основи формування класифікатора вторинних деревинних ресурсів // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2013, вип. 11. – С. 208-215.
12. Гайда С.В. Переработка вторично используемой древесины // Оборудование и инструмент: ж-л “Деревообработка”. – Харьков: Graf-X. – 2009, вып. 5-6. – С. 58-59.
13. Гайда С.В. Проблема деревной сировини у Європі та Україні // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2007, вип. 33. – С. 55-63.
14. Гайда С.В. Ресурсоощадні технології перероблення вживаної деревини / Серія «Техніка та енергетика АПК» // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – К.: РЦ НУБіП України. – 2013, вип. 185. – Ч.2 – С. 271-280.
15. Гайда С.В. Способы подготовки к переработке вторично используемой древесины иглофрезерными и щёточными станками // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. научных трудов. – Брянск: БГИТА. – 2014, вып. 40. – С. 65-69.
16. Гайда С.В. Технологические основы переработки вторично используемой древесины // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : научный журнал. – Воронеж: Г.Ф. Морозова. – 2015, т.3, вып. 8-2 (19-2). – С. 82-86.
17. Гайда С.В. Технології і Фізичні та механічні характеристики столярних плит із вживаної деревини // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного

комплексів : науковий журнал. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2015, вип. 3. – С. 145-152.

18. Гайда С.В. Технології та рекомендації до використання вживаної деревини в деревообробленні // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2013, вип. 39.1. – С. 48-67.

19. Гайда С.В. Технологічні підходи до поверхневого очищення вживаної деревини голкофрезерним інструментом // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2016, вип. 178. – С. 3-11.

20. Гайда С.В. Формоустойчивость столярных плит из вторично используемой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. научных трудов. – Брянск: БГИТУ. – 2016, вып. 46. – С. 148-152.

21. Гайда С.В. Хімічний склад та ступінь забруднення – основа систематизації вживаної деревини // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2008, вип. 34. – С. 68-80.

22. Гайда С.В. Эколого-технологические аспекты переработки вторично используемой древесины для производства прессованных материалов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – Мытищи : МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2016, том 20, вып. 3. – С. 15-22.

23. Гайда С.В., Максимів В.М. Аналіз, особливості, проблеми та досвід використання додаткових ресурсів сировини – відходів та вживаної деревини // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2007, вип. 33. – С. 63-73.

24. Гайда С.В., Максимів В.М., Туниця Т.Ю. Розроблення класифікатора вживаної деревини // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2008, вип. 34. – С. 55-68.

25. ДСТУ:13715:1978. Плиты столярные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 13715-68; Введ. с 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 17 с.

26. ГОСТ 28840-90. Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общетехнические требования. – Взамен ГОСТ 7762-74; Введ. с 01.01.93. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.

27. ГОСТ 577-68. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия. – Взамен ГОСТ 577-60; Введ. с 01.07.68. – М.: Изд-во стандартов, 1968. – 11 с.

28. ДСТУ:6449.3:1982 Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски формы и расположения поверхностей. Введ. с 01.01.84. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.

29. ГОСТ 9624-93. Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности при скальвании. – Взамен ГОСТ 9624-72; Введ. с 01.07.94. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 12 с.

30. ГОСТ 9625-87. Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе. – Взамен ГОСТ 9625-72; Введ. с 01.01.88. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.

31. Дудюк Д.Л. та ін. Основи методології наукових досліджень та планування експерименту. Метод. вк. – Львів: УкрДЛТУ, 1995. – 200 с.

32. Карасёв Е.И. Оборудование предприятий для производства древесных плит. – Москва, 1984. – 144 с.

33. Пардаев А. С. Моделирование физико-механических свойств древесины при конечно-элементном анализе столярных изделий [Электронный ресурс] / А. С. Пардаев // БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь. – 28.06.2008 г. – Режим доступа до ресурсу: http://symposium.forest.ru/article/2008/2_tehnology/Pardaev.htm.

34. Пижурин А. А. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесная промышленность, 1984 - 232 с.

35. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки. Учебник для вузов- М.: - Лесная промышленность, 1988 – 296 с.
36. Пилипчук М.І., Григор'єв А.С., Шостак В. В. Основи наукових досліджень: Підручник. – К.: Знання, 2007. – 270 с.
37. Семенов М. Г. Введение в математическое моделирование. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 112 с.
38. Справочник мебельщика. Конструкции и функциональные размеры. Материалы. Технология производства / Под ред. В. П. Бухтиярова. - М.: Лесн. пр-сть, 1985. – 360 с.
39. Справочник мебельщика. Станки и инструменты. Организация производства и контроль качества / Под ред. В. П. Бухтиярова. - М.: Лесн. пр-сть, 1985. – 371 с.