

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
Інститут деревообробних та комп'ютерних технологій і дизайну
Кафедра технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів

Пояснювальна записка

до дипломної роботи магістра на тему

Дослідження виходу заготовок для клеєних брусів при виготовленні дахових вікон на ТЗОВ ФАКРО ЛЬВІВ

Виконав: студент групи ТД-61м

спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології
спеціалізації «Технології деревообробки»

Кривович Т.І.

Керівник: ст.викл. к.т.н. Миськів Є.М.

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут _____ деревообробних та комп'ютерних технологій і дизайну _____
Кафедра _____ технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____
Спеціальність _____ 187 Деревообробні та меблеві технології _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри: ТЛС і ДБВ

доц. Ференц О.Б.

“ ____ ” _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ МАГІСТРУ**

Кривович Тарас Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Дослідження виходу заготовок для клеєних брусів при виготовленні дахових вікон на ТЗОВ ФАКРО ЛЬВІВ

Керівник проекту к.т.н. Миськів Є.М.

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

затверджені наказом університету від “ 07 ” липня 2022 № С-208

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до проекту взяті з підприємства на проходженні практики

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)

Вступ

1. Огляд стану питання

2. Методика експериментальних досліджень

3. Обробка та аналіз експериментальних досліджень

4. Висновки загальні

Додатки

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

Презентаційний матеріал, схеми, таблиці, графічні залежності

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 30.08.2022р. _____

Керівник проекту _____ Миськів Є.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи магістра	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд стану питання	09.2022р.	
2	Методика експериментальних досліджень	10.2022р.	
3	Обробка та аналіз експериментальних досліджень	11.2022р.	
4	Висновки загальні	12.2022р.	

Студент

Кривович Т.І.

_____ (підпис)

Керівник роботи

Миськів Є.М.

_____ (підпис)

Анотація

Актуальністю представленої роботи виступає експериментальне обґрунтування ефективного використання сировини сосни різної сортності. Важливою ознакою якості пиломатеріалів є вади деревини. Ступінь їх впливу залежить від виду вад, їх розмірів, кількості, розташування та власне подальшого призначення лісоматеріалів. До основних сортоутворюючих вад деревини відносять сучки, гнилизну, тріщини, кривизну та засмолок.

Деревина сосни звичайної має найбільші заготівельні обсяги сировини у лісозаготівельній промисловості, діяльності галузі нашої держави. Після розпилювання колод, окрім якісної пилопродукції, утворюється частка пиломатеріалів зниженої якості через природні вади. При їх використанні знижується процент виготовлення (виходу) якісних заготовок, що призводить до обмеження практичного використання низькоякісної деревини.

На підприємстві ТзОВ ФАКРО ЛЬВІВ проведено експериментальні дослідження використання пилопродукції із лісоматеріалів різної сортності при виробництві тришарового клеєного бруса для дахових вікон.

Використання клеєних брусів у порівнянні з використанням масивного матеріалу надає такі переваги:

- можливість використання низькоякісної деревини ;
- формостійкість для внутрішнього шару бруса ;
- зменшення лінійних розмірів розтріскування та жолоблення під впливом змін температурного та вологості середовища .

У роботі детально розглянуто і проаналізовано основні етапи технологічного процесу виробництва клеєного віконного бруса. Проведено експериментальні дослідження з встановлення впливу сортності сировини на вихід «умовно якісних» заготовок придатних до використання у виготовленні тришарового бруса.

Встановлено експериментально коефіцієнти витрати деревини на 1м^3 заготовок у виробництві клеєного бруса, які забезпечують більш раціональне

прогнозування використання різносортної деревини. Проведені експериментальні дослідження дали можливість визначити вихід «умовно якісних» заготовок придатних до використання у виготовленні тришарового бруса.

Вимірювання пилопродукції проведено за допомогою рулетки, штангенциркуля, а також вимірювальних пристроїв деревообробного обладнання задіяного в процесі виготовлення трьох-шарового клеєного бруса. Проведено аналіз і обробку отриманих результатів та сформовано висновки.

Зміст

ВСТУП	4
1.Розділ	8
1.1. Аналіз нормативної документації стосовно встановлення якості до виготовлення тришарового клеєного бруса на підприємстві.	8
1.2. Аналітичний огляд літератури. Аналіз наявних досліджень щодо якісного виходу заготовок.	16
1.3. Технологічний процес виробництва клеєного бруса	18
Висновки за розділом	23
Розділ 2. Методика експериментальних досліджень	24
2.1. Методика вимірювання розмірів та встановлення якості	25
2.2. Методика вимірювання розмірів та встановлення якості пиломатеріалів	26
2.3. Методика розрахунку заготовок	28
Висновки за розділом	28
Розділ 3. Обробка та аналіз експериментальних досліджень	29
Розрахунок поопераційних втрат пиломатеріалів при виготовленні заготовок	29
Висновки за розділом	35
Висновки загальні.	36
Додатки	37
Перелік використаних джерел	44

Вступ

Актуальність теми. Швидкий темп будівництва і високі вимоги до якості, а також модні тенденції, що включають в себе екологічні аспекти спричинили значне збільшення попиту на столярно-будівельні вироби, що потребують великої кількості дерев'яних заготовок необхідної якості.

Але на жаль ресурс деревини вищої якості є безмежний. Слід також враховувати використання деревини нижчої якості. Для вирішення даного завдання використовуються, впроваджуються, удосконалюються та розробляються нові ресурси та енергоощадні технології, які базуються на раціональному та ефективному використанні деревини на всіх етапах технологічного процесу.

До них належить виробництво клеєних конструкцій зокрема клеєний брус. Використання клеєного бруса для виготовлення віконних конструкцій є оптимальним рішенням оскільки :

1. По-перше – він виготовляється з декількох тонких ламелей, які краще піддаються сушінню, що надає брусів оптимальної вологості .

2. По-друге – під час виробництва усуваються такі недоліки як сучки, тріщини, гниль та інші вади.

3. По-третє – зберігається геометрична форма кінцевого виробу, оскільки розташування дерев'яних волокон у ламелях є взаємно протилежним, що призводить до зниження внутрішньої напруги та у свою чергу запобігає деформації виробу.

4. По-четверте – можливість використання ламелей різних порід дерев (менш вартісних порід).

Такі характеристики є оптимальними для виробництва якісних, із високою формостійкістю, столярно-будівельних виробів, таких як віконні блоки, адже саме

ця технологія дає масу переваг у порівнянні з використанням масивної деревини основні з яких :

- використання низькоякісної деревини;
- використання коротко мірної деревини;
- відбір якіснішої деревини для видимих зовнішніх поверхонь і більш нижчої якості для внутрішнього шару;
- зменшення лінійних розмірів розтріскування і жолоблення за зміни температурно-вологісних параметрів зовнішнього середовища;
- високі міцнісні показники та формостійкість.

Зважаючи, на вище наведені переваги клеєного бруса та перспективу його використання, слід також згадати що для виготовлення заготовок, необхідно дотримуватись певних вимог якості до самих ламелей, серед яких слід врахувати такі вади, як сучки, гниль, засмолок та інше.

Одним із засобів усунення вад пилопродукції на підприємствах деревообробної галузі, є використання ліній оптимізації, вирізання вад та зрощення пиломатеріалів із подальшим виготовленням із них бездефектних заготовок. Однак, наявна кількість та вид недопустимих вад, впливають на вихід заготовок із пилопродукції, на збільшення трудозатрат, тобто на собівартість заготовок.

Ефективне прогнозування виходу заготовок із колод різної сортності, а відповідно зменшення витрат деревини під час виготовлення клеєних брусів є актуальним напрямком досліджень.

Мета роботи і задачі дослідження. Метою роботи є встановлення виходу «умовно якісних» заготовок із пиломатеріалів отриманих з колод різної сортності. Для досягнення поставленої мети у роботі потрібно вирішити такі завдання:

- провести аналіз літературних джерел щодо досліджень якісного виходу заготовок із пиломатеріалів отриманих з колод різної сортності;

- провести аналіз та розглянути вимоги до виробництва віконного клеєного бруса для виготовлення дахового вікна із пиловочної сировини різної сортності;
- розробити методика проведення експериментальних досліджень у виробничих умовах;
- на основі експериментальних даних встановити коефіцієнти витрати деревини у виробництві клеєного будівельного бруса із пиломатеріалів отриманих з колод різної сортності

Об’єкт дослідження. Процес виготовлення заготовок для тришарового клеєного бруса.

Предмет дослідження. Якісний вихід заготовок для клеєного бруса із пиломатеріалів отриманих з колод різної сортності.

Методи дослідження:

- вимірювання – для встановлення розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів і заготовок;
- пасивного експерименту – для отримання значень якісного виходу заготовок у виробничих умовах;
- математичної статистики – для аналізу та обробки результатів досліджень.

Наукова новизна. Вперше встановлено «умовно якісний» вихід заготовок при виготовленні трьохшарового клеєного бруса для дахових вікон із пиломатеріалів отриманих з колод різної сортності.

Практичне застосування одержаних результатів .

Результати отримані в магістерській роботі дають змогу ефективно використовувати пиломатеріали отримані із колод різної сортності та прогнозувати вихід заготовок для виробництва клеєного віконного бруса у виробничих умовах підприємства ТзОВ ФАКРО ЛЬВІВ.

Апробація результатів роботи.

Матеріали роботи доповідались і обговорювались на 74-ій студентській науково-технічній конференції навчально-наукового інституту деревообробних та комп'ютерних технологій і дизайну Національного лісотехнічного університету України.

Структура та об'єм роботи.

Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи – 46 сторінка, зокрема 36 сторінка основного тексту.

Розділ 1.

1.1. Аналіз нормативної документації стосовно встановлення якості до виготовлення тришарового клеєного бруса на підприємстві

Деревообробна промисловість починається з лісопиляння, яке тяжіє до місць заготівлі лісу, оскільки круглий ліс мало транспортабельний. Львівська область належить до тих регіонів де сконцентровано багато деревообробних підприємств, саме тут розташоване підприємство FAKRO.

Основною сировиною у виробництві компанії FAKRO є деревина породи сосни. Натуральна сировина постачається із зрівноважених лісових зон.

Переваги деревини породи (сосна) як матеріалу для клеєного бруса. Деревина сосни найпоширеніша сировина, яку використовують для виготовлення віконного блоку. Вона володіє чудовими теплоізоляційними властивостями має малу питому вагу, коштує недорого, легко піддається різним видам обробки: розпилювання, фрезерування, свердління, а також у порівнянні з іншими хвойними породами має більший (вищий) коефіцієнт теплопровідності.

Сосна належить до м'яких видів, які мало усухають, характеризується рівним стовбуром, стійкістю до гниття, повільно зношується. Єдиним істотним недоліком є великі сучки, а також підвищений вміст смоли.

Одним із напрямків виробничої діяльності підприємства є виготовлення тришарового клеєного бруса що включає повний цикл його виготовлення. Колоди що надходять на підприємство містять бірки де вказано їх загальна характеристика, що базується на методі вимірювання круглих лісоматеріалів згідно ДСТУ EN 1315-2 -2001. Нова система стандартизації якості деревини ґрунтується на таких показниках, як розмір та якість колод. Це дозволяє класифікувати ліс-кругляк за чотирма класами – А, В, С і D.

- до класу якості А прийнято відносити лісоматеріали найвищого класу якості, які у більшості походять з нижньої частини колоди, із чистою деревиною або з незначними вадами, які не обмежують її використання;



Перевірка за номером бирки
Бирка № 404706944

Постійний лісокористувач/Власник лісів: Рава-Руське ЛГ	Продукція: сКруглі лісоматеріали	Діаметр: 47
Коефіцієнт: 1	Об'єм: 0.603	Група діаметрів: D4 (40-49)
Сорт: A	Кількість: 1	Довжина: 4
Порода: Сосна		

- до класу якості В прийнято відносити лісоматеріали середнього класу якості, без особливих вимог до чистої деревини та сучками у межах середнього значення для кожної породи;



Перевірка за номером бирки
Бирка № 234288380

Постійний лісокористувач/Власник лісів: Магерівський військовий лісгосп	Продукція: сКруглі лісоматеріали	Діаметр: 33
Коефіцієнт: 1	Об'єм: 0.303	Група діаметрів: D3a (30-34)
Сорт: B	Кількість: 1	Довжина: 4
Порода: Сосна		

- до класу якості С прийнято відносити лісоматеріали нижче середнього класу якості, в яких дозволяються ті вади, які не значно знижують природні властивості деревини, як матеріалу;



Перевірка за номером бирки
Бирка № 237977377

Постійний лісокористувач/Власник лісів: Старосамбірське ЛМГ	Продукція: сКруглі лісоматеріали	Діаметр: 42
Коефіцієнт: 1	Об'єм: 0.485	Група діаметрів: D3b (35-39)
Сорт: C	Кількість: 1	Довжина: 4
Порода: Сосна		

Пиловник відвантажується на складі підприємства де проходить вимірювання розмірів об'єму відповідно до нормативних документів ДСТУ 4020-2-201. Лісоматеріали круглі та пиляні . Методи вимірювання та визначення об'ємів

Лісопильний цех розпилює колоди посортово на пиломатеріали на яких зазначається сорт лісоматеріалу. Застосування стрічко пилкового верстату і схеми розпилювання колод в розвал дозволяє отримати оптимальний корисний вихід пиломатеріалів з колоди із досягненням радіального розположення річних кілець що впливає на експлуатаційні характеристики продукції .

Норми витрат колод породи сосни на виготовлення необрізних пиломатеріалів подано у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Нормативи витрати пиловочної сировини для виготовлення необрізних пиломатеріалів на стрічко-пилкових верстатах

Показники	3 колод діаметром, см:												
	до 29				30-39				40 і більше				
	сорт:												
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Величина об'ємного виходу, %	71,26	68,15	63,45	57,10	76,86	74,62	70,73	62,80	80,65	78,91	75,25	67,10	
Норма витрати, м ³ /м ³	1,403	1,467	1,576	1,751	1,301	1,340	1,414	1,592	1,240	1,267	1,329	1,490	
Інтервал розсіювання	min	1,305	1,342	1,425	1,558	1,210	1,226	1,278	1,417	1,175	1,187	1,209	1,315
	max	1,501	1,592	1,727	1,944	1,392	1,454	1,550	1,767	1,330	1,377	1,529	1,710

За прийнятою на даному підприємстві технологією виробництва отриману необрізну дошку не сортують за класами якості , а відправляють на сушіння. Опісля розпилюють на пиломатеріали які сортують у відповідності до вимог які відповідають стандартам фірми .

Вимоги до пиломатеріалів з деревини згідно з стандартами компанії :

Предмет і обсяг інструкції:

Предмет інструкції – це класифікація дерев'яних елементів дахових вікон FAKRO за якістю, для яких не визначено інших особливих вимог.

Визначення:

1.Сучок – це частина гілок (їх основи) у стовбурі, в залежності від розміру і стану мають менший або більший негативний вплив на механічну міцність деревини. За формою розрізу на поверхні поділяються на три види:

- сучок здоровий зрощений –(допускаються у середньому шарі) світло-коричневого кольору, сюди зараховуємо усі круглі, овальні, довгасті, розгалужені сучки, які зрослися з річними шарами основної деревини рис.1.1 ;

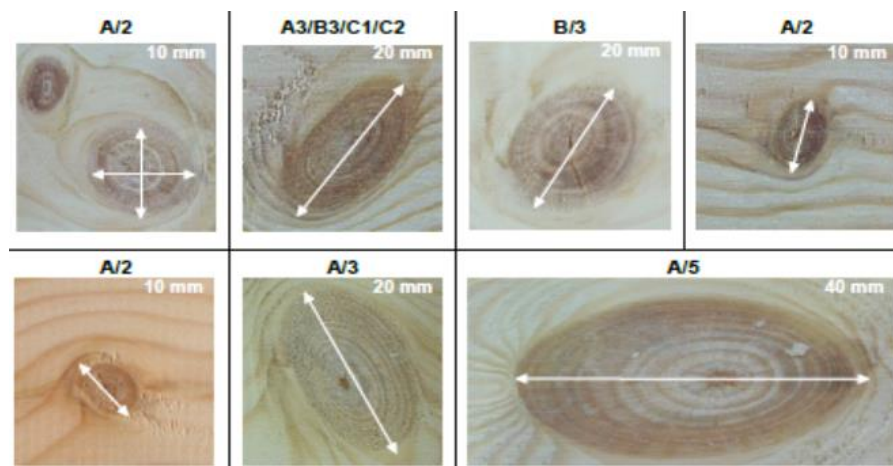


Рис.1.1 Здорові зрощені сучки

- сучок здоровий чорний зрощений – (не допускаються) темно-коричневого кольору, сюди зараховуємо усі круглі, овальні, довгасті, розгалужені сучки, які зрослися з річними шарами основної деревини;

- сучок незрощений – (не допускаються) усі круглі, овальні, довгасті, розгалужені сучки, частково або повністю незрощені з річними шарами основної деревини рис.1.2.

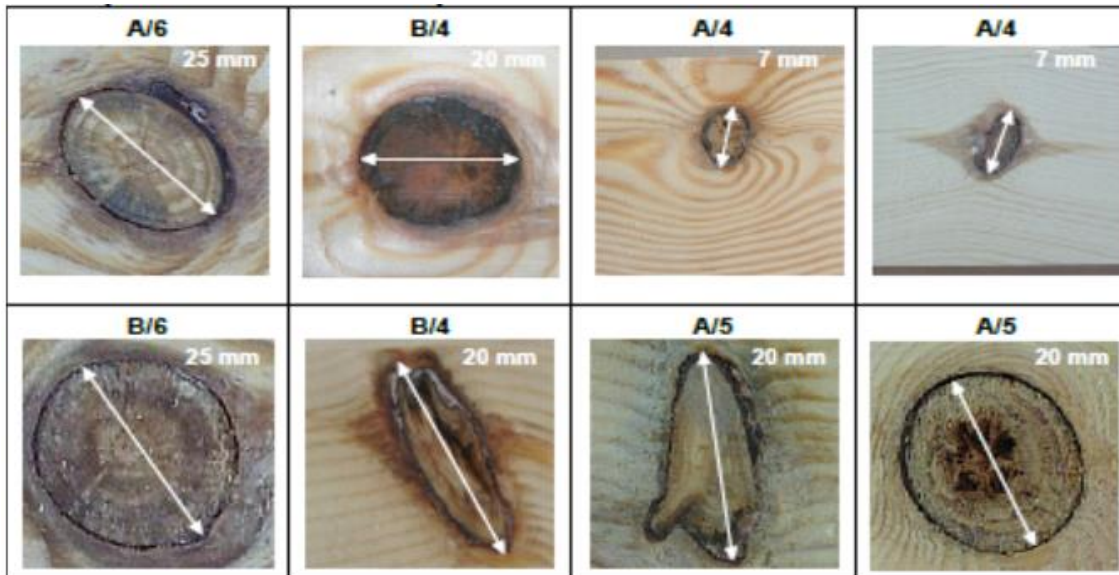


Рис.1.2 Чорні незрощені сучки

2. Засмолок - ділянка хвойної деревини, рясно просочена смолою. Він не робить істотного впливу на механічні властивості деревини, але помітно знижує ударну в'язкість при вигині, зменшує водопроникність, водо- і вологопоглинання; ускладнює лицьову обробку і склейку деревини, підвищує біологічну стійкість до загнивання.

Розрізняють три групи засмолків:

- засмолок незначний – (допускається) визначається як просочення пізнього приросту річного шару смолою довжиною до 10 см або маленькі плями смоли довжиною 3 см, розкидані по площині рис.1.3.;



Рис.1.3 Засмолок незначний

- засмолок сильний – (допускається у середньому шарі) просочення смолою кількох або кільканадцять шарів пізнього приросту у формі плям, смуг, та часткове просочення смолою елементу рис.1.4.;

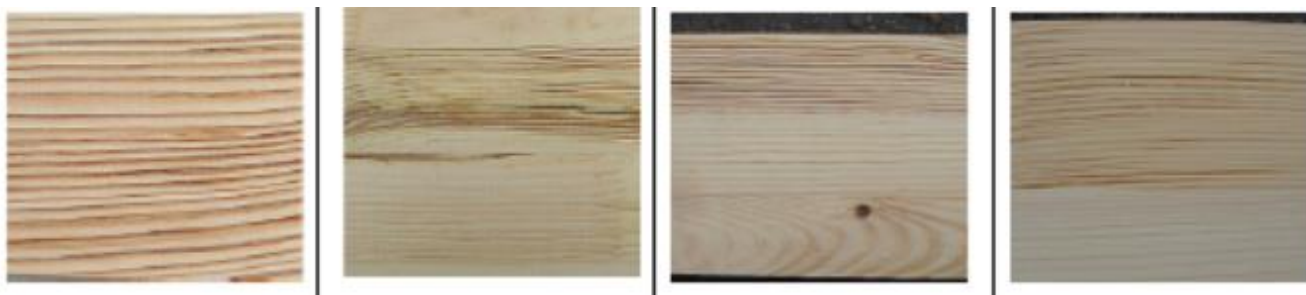


Рис.1.4 Засмолок сильний

-засмолок, що витікає – (не допускається) визначається як просочення приросту раннього і пізнього шарів у формі плям, смуг, а також на частині і по всій поверхні елементу рис.1.5.;

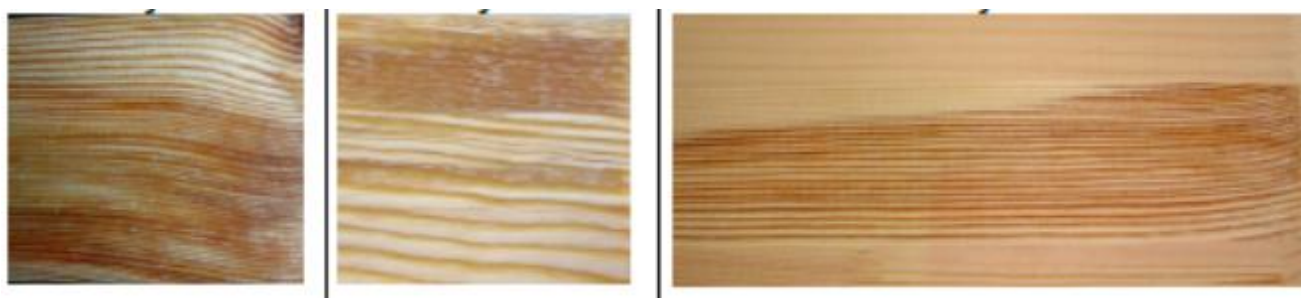


Рис.1.5.Засмолок що витікає

- смоляна кишенья – (допускається у середньому шарі) це порожнина між річними шарами деревини, заповнена смолою. Має форму лінзи або еліпсу;

3.Обзол – залишки кори – (допускається 1 мм) захисного шару деревини.

4.Тріщини – (небільше 1мм і довжиною 3см) це порушення цілісності тканини деревини вздовж волокон, яке виникає переважно при заготівлі та обробці деревини, наприклад при сушці.

5.Синява – (не допускається) це грибне забарвлення деревини, від сірого кольору до сіро-блакитного відтінку. Розрізняють два види синяви:

-синява незначна – у формі плям і смуг на частині елементу, що не переходять на іншу сторону елементу;

-синява сильна – у формі великих плям, смуг та сильного забарвлення частини заболоні деревини, переважно помітна з кількох сторін елемента.

6. Серцевина – вузька частина стовбура, що складається з пухкої тканини, що легко розкладається, має низькі механічні властивості.

7. Гнилизна – (не допускається) зміна фізичних властивостей деревини внаслідок грибних уражень. Проявляється зміною кольору і поступовим розкладанням деревини.

8. Положення річних шарів – в залежності від розрізу розрізняють три види:

- радіальне – прямолінійне «стояче» з нахилом шарів $71 - 90^\circ$, [відстань між шарами $0 - 5$ мм];

- напіврадіальне – «напівлежаче» з нахилом шарів $45 - 70^\circ$ [відстань між шарами $5 - 10$ мм];

- суміжне – «лежаче» з нахилом шарів $0 - 45^\circ$ [відстань між шарами більше 10 мм].

9. Забарвлення – (допускається у середньому шарі з врахуванням знаходження 20 мм від краю) це зміни природнього кольору деревини внаслідок грибних уражень, що не викликає розкладання, зокрема: побуріння, несправжнє ядро, прілості (задихання) деревини.

10. Нахил волокон – завиток(до 30%) – місцеве викривлення річних шарів і волокон, переважно зумовлене впливом сучків. Значно зменшує міцність деревини.

Виготовлення заготовок клеєного бруса для дахового вікна слід звернути увагу на такі показники :

- рівень техніки, що включає в себе аналіз прогресивного технічного рішення, а саме сучасне високоточне устаткування що відповідає вимогам сьогодення .

- стабільність технічних операцій . Сюди закладено збереження сталих показників : товщини , ширини , вологості.

Вимоги до пиломатеріалів регламентуються ДСТУ EN 336:203.

Аналізуючи підприємство ТзОВ ФАКРО ЛЬВІВ за цими показниками ми бачимо високотехнологічні лінії які забезпечують збереження сталих показників і дозволяє економічно використовувати сировину : лінія торцювання , лінія зрощення заготовок.

Вимоги до клеєного бруса

("СІНК" за європейською класифікацією):

Тришаровий клеєний віконний брус категорії «В»

Тип деревини: сосна

Вологість: 12% ($\pm 2\%$)

Розміри: товщина: 72мм (-0,3 мм; +1,0 мм);

ширина: 82 мм (-0,3 мм; +1,0 мм);

довжина: від 1000 мм – 6000 (-1,0 мм; +30,0 мм);

Кривизна: трохи більше 1 мм на 1000 мм довжини.

Загальні характеристики:

Усі три ламелі зрощені по довжині. Склеювання пластів здійснюється клеями, що забезпечують групу навантажень D4 за вимогами DIN EN 204.

Не допускаються: сучки чорні , сучки випадаючі , кромкові сучки, гниль, червоточина, зміна природного кольору, серцевина, тріщини, смоляні кишеньки.

Характеристика зовнішніх ламелей:

Крок зрощування: не менше ніж 300 мм.

Розпил: радіальний та напіврадіальний (мінімальний кут між широкою стороною ламелі та річними кільцями: 45 градусів).

Переваги тришарового клеєного бруса

- висока міцність і жорсткість під час згину при малій масі;
- висока стабільність форми і розмірів деталей;
- немає жолоблення при великих перерізах і довжинах деталей;
- простота обробки;
- високоякісна поверхня;

1.2. Аналітичний огляд літератури

Аналіз наявних досліджень щодо якісного виходу заготовок

Для будь якого підприємства проблема використання сировини є дуже важливою , особливо, якщо продукцією є дерев'яні вікна, де вага деревини в матеріаломісткості виробу становить близько 50 % . І тут першочерговим завданням виступає визначення джерела відходів і втрат деревини та пошуку рішень по зниженню затрат сировини на кожному етапі технологічного процесу .

Одним із варіантів вирішення даної проблеми виступає аспект раціонального та економічно вигідного використання пиловочної сировини різної сортності.

Наразі дослідники не можуть дати чітке визначення термінам «Низькоякісна деревина» чи «Низькотоварна деревина», хоча вони доволі часто зустрічаються у статтях і навчальних посібниках. Туниця Ю.Ю. [1] уклав термінологічний словник приділивши доволі велику увагу саме термінології лісопромислового комплексу, цю роботу можна вважати найбільш вагомою у даній сфері. Проте і тут відсутнє визначення низькоякісної, низькосортної або низькотоварної деревини.

За міркуваннями деяких авторів до низькосортної деревини відносять пиломатеріали , які мають велику кількість сучків , наявність тріщин та механічних пошкоджень.

Умови росту дерев призводять до різних відхилень будови стовбура , це зумовлює наявність різних вад що впливають на сферу застосування деревини . Такими вадами є сучки , тріщини , засмолок ,смоляні кишені .

Аналіз літературних джерел показав, що найістотніше на якість деревини і пилопродукції впливають сучки; враховується уся сукупність зарослих та відкритих сучків з урахуванням їх кількості, стану, розмірів та розподілу, та впливу на технічні властивості деревини.

Якісні характеристики деревини досліджувалися багатьма вченими :

Так розробленням імітаційної моделі ,що відтворює внутрішні вади деревини враховуючи її якісні фактори у процесі розкрою колод на пиломатеріали була присвячена наукова праця С.І. Коширець , Ю.І. Грицак , “Моделювання вад деревини ”. Де ними був запропонований математичний опис сучків і особливості процесу розкрою колод з врахуванням даного виду вади .

Вирішенню даної проблеми приділялося досить багато уваги. Зокрема М. Е. Ткаченко, О. И. Полубояриновим, М. И. Виликайнен встановили, що утворення сучків їх розміри та кількість можуть бути обумовлені спадковими особливостями, умовами місцезростання, повнотою насадження, а також господарською діяльністю людини [2,3,4,5].

Дослідженням ступеня впливу сучків на якість лісоматеріалів та пилопродукції, що з них отримується, приділено багато уваги. Так, рядом науково-дослідних інститутів [7,8], визначено відсотковий вихід та ціннісний коефіцієнт хвойних пиломатеріалів, отриманий з колод, що мали різні розміри максимального сучка. Було встановлено, що розмір максимального сучка практично не впливає на вихід пиломатеріалів. Різниця між максимальним та мінімальним значенням виходу для соснових, ялинових та листяних колод не перевищує 2,5 % [8]. Цінностей коефіцієнт хвойних пиломатеріалів для всіх досліджених порід та регіонів їх вирощування залежить від розмірів максимального сучка у колодах - зі збільшенням сучка ціннісний коефіцієнт зменшується .

Напрямки зменшення витрат у виробництві клеєного бруса розглядали у своїх наукових працях В.О.Маєвський , З.П.Копинець “Напрямки зменшення витрат деревини у виробництві клеєних брусів для столярних виробів ” зокрема було запропоновано і обгрунтовано порожнистих клеєних тришарових брусів .

Заходи щодо економії сировини у виробництво клеєного будівельного бруса розглядали у своїх працях О.Б.Ференц і З.П. Копинець . у своїх працях на основі аналізу теоретичних і виробничих досліджень вони розробили науково

обґрунтовані норми витрат деревини зокрема подали коефіцієнти поопераційних норм витрат деревини на один метр кубічний клеєного будівельного бруса .

Технологічні рекомендації з виготовлення клеєного тришарового клеєного бруса та поопераційних норм витрат сировини було розроблено та запропоновано у науковій праці О.Б.Ференц “ Технологічні рекомендації з виготовлення клеєного бруса ” .

Волинський В. Н. [6], проводив експериментальні дослідження на зразках різного поперечного перерізу чистої деревини та деревини з сучками. У результаті було встановлено залежність межі міцності розмірів поперечного перерізу зразка. При порівнянні чистої деревини і деревини з сучками, цінність деревини знижується із збільшенням розмірів зразка.

1.3 Технологічний процес виробництва клеєного бруса

Під час виробництва сучасних дерев'яних віконних конструкцій для яких застосовують клеєний брус можна виділити низку технологічних етапів.

- розкрій лісоматеріалів на пилопродукцію;
- сушіння пиломатеріалів;
- розкрій пиломатеріалів на заготовки, калібрування заготовок;
- вирізання дефектних місць (оптимізація розкрою);
- зрощування відрізків заготовок за довжиною, витримка та друге калібрування зрощених заготовок.

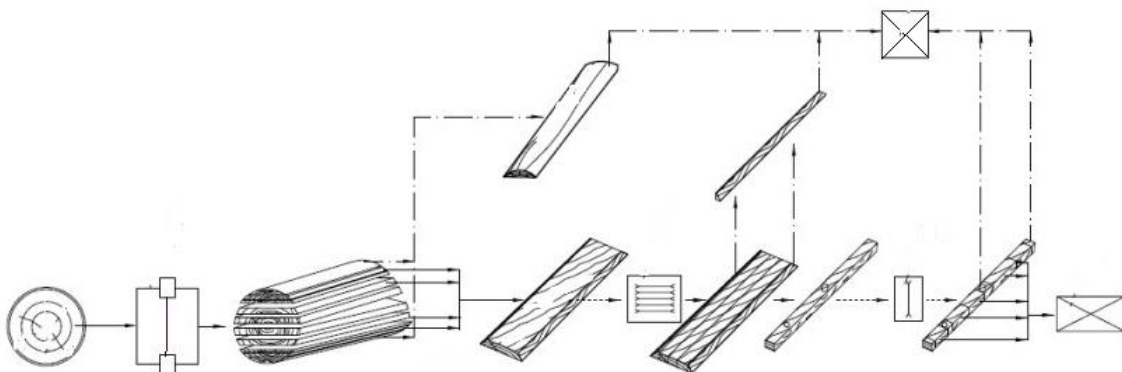


Рис.1.6 Технологічний процес

1. На даному підприємстві використовується розвальний спосіб розпилювання на необрізні матеріали товщиною 50 і 20 мм .У процес включено сортування і контроль якості виготовлених пиломатеріалів

2. Наступним процесом є сушіння .

Для сушіння пиломатеріалів на даному підприємстві використовуються сушильні камери, що забезпечують рівномірну вологість в межах 2% по всьому об'єму завантажуваних в камеру пиломатеріалів. Вони оснащені системою кондиціонування, що забезпечує зняття внутрішніх напружень в пиломатеріалах. Перевагою таких камер є забезпечення високої якості пиломатеріалів і короткі терміни стабілізації вологості . При сушінні деревина втрачає в межах 5% об'єму .

3.Розкрій пиломатеріалів.

Наступною операцією є розкрій висушених пиломатеріалів на заготовки . Попередній поперечний розкрій дощок переслідує дві основні цілі. З одного боку, він дозволяє більш ефективно виконати розкрій дощок по ширині, використовуючи збігову зону колод, з іншого боку, дає можливість полегшити поводження з дошками, використовувати транспортні механізми з меншими габаритами і скоротити виробничі площі.

Операція розкрою виконується на верстаті, із чотирма пилами , встановленими паралельно. Дві середніх пилки вирізають середню зону дошки, що містить серцевину або тангенціальну зону, а дві крайніх пилки формують основну ширину заготовок і відокремлюють рейки заболонної зони, які використовуються для склеювання по ширині.

Для того щоб бічні рейки з непаралельними крайками і рейки з середньої зони дошки можна було склеїти по ширині, на верстатах використовують пилки, що забезпечують необхідну якість обробки.

Наступною операцією є калібрування заготовок на чотирибічному верстаті що дає змогу візуально відкрити дефекти у пиломатеріалі . Оскільки за встановленою

технологією брус не повинен містити смоляних кишень , тріщин , залишків кори , та інших дефектів які можуть вплинути на якість .

4.Вирізка дефектів

Операція вирізки дефектів визначає якість брускових заготовок і є досить трудомісткою. Через цю операцію проходять всі заготовки незалежно від якості деревини, оскільки крім вирізки дефектних ділянок необхідно відторцювати в розмір заготовки для зовнішніх шарів. Автоматичний торцювальний верстат забезпечений керованим механізмом подачі, що забезпечує переміщення дошки зі швидкістю 90-120 м/хв. і її точну зупинку над пильним диском торцювального верстата по сигналу датчика, що виявляє мітку, яка нанесена на дошку оператором-розмітником. Верстат призначений тільки для вирізки дефектів. Після розкрою виходять різномірні відрізки для склеювання по довжині.

Дефектний матеріал йде на використання як паливо для обігріву приміщень цеху та сушильних камер .

Заготовки необхідної ширини подаються на лінію зрощування за довжиною, а заготовки шириною меншою за необхідну подаються на лінію зрощування за шириною і повертаються в потік для зрощування за довжиною.

5.Зрощення заготовок по довжині.

Технологічний процес склеювання зубчастих з'єднань включає такі операції :

- торцювання заготовок і формування зубчастих шипів ;
- нанесення клею на бокові поверхні шипів ;
- збирання і склеювання заготовок у неперервну стрічку ;
- розкрій на відрізки заданої довжини .
- після чого пресується гідравлічним пресом заготовка даної довжини виходить на приймальний стіл .

Даний процес відбувається на лінії безперервної дії де необхідний тиск для пресування з'єднань створюється за допомогою зусилля подачі та опором тертя .

Клейові з'єднання заготовок і деталей, призначених для експлуатації у внутрішніх умовах, повинні відповідати вимогам, що пред'являються до групи «середня А». Довговічність (стійкість до експлуатаційним впливам) клейових з'єднань-ний брускових заготовок і деталей віконних і дверних блоків встановлюють у нормативній документації на конкретні типи цих виробів.

Головна вимога до процесу створення зубчастих з'єднань полягає в тому, щоб величина торцевого тиску відповідала параметрам застосовуваних зубчастих шипів, а час підтримки розрахункового тиску було не менше 2 с. Величина тиску пресування для шипів довжиною 10 мм для хвойної деревини приймається рівною 10 МПа (по відношенню до площі торця).

Зрощування за шириною включає технологічні операції : фрезерування крайок заготовок з двох сторін, нанесення на них клею, збирання і склеювання заготовок у неперервний щит та поздовжній розкрій на заготовки необхідної ширини.

6.Розпилювання заготовок на ламелі .

Використовуються ламельні верстати для розкрою заготовок на ламелі для точності обробки яка забезпечує потрібну якість склеювання .

Лицьові ламелі мають радіальний розпил, а внутрішні тангентальний, при такому способі виготовлення віконного бруса , завдяки різній направленості волокон, підвищується міцність до 80% і жорсткість до 40%, що дозволяє виготовляти великі конструкції вікон. Завдяки сучасному обладнанню при процесі виробництва досягається висока точність геометричних форм та чистота поверхонь. Якість виробів суворо контролюється кваліфікованим персоналом.

7.Склеювання ламелей у брус

На ділянці склеювання заготовок по товщині виконуються операції комплектування набору заготовок відповідно до їх положення в поперечному перерізі клеєного бруска, нанесення клею, формування набору брусків в робочому проміжку Преса, пресування і, якщо необхідно, прогріву клейових швів.

Основна вимога до процесу пресування полягає в можливості створення і підтримки необхідного тиску пресування і його рівномірного розподілу по всій площі клейового шва.

Величина тиску пресування при склеюванні хвойної деревини, щільність якої не перевищує 600 кг/м³, повинна бути не менше 0,6 МПа. При використанні термопластичного клею в обладнанні з нагрівальними плитами температура плит не повинна перевищувати 60°C.

Після витримки у пресі клеєні елементи поступають на обробку, яка полягає у фрезеруванні бокових поверхонь для надання клеєному бруску товарного вигляду.

Для виготовлення клеєного віконного бруса можна рекомендувати водостійкі синтетичні клеї на вініл-ацетатній основі, так як виготовленні з бруса віконні блоки експлуатуються в умовах підвищеної вологості і впливу атмосферних опадів.

Висновок за розділом

1.Компанія ТзОВ ФАКРО ЛЬВІВ намагається раціонально використовувати пиловочну сировину різної сортності для використання всієї можливої сировини і зниження фінансових затрат на виготовлення готової продукції. Аналіз діяльності підприємства показав , що для виготовлення своєї продукції, на підприємстві використовують пиловочний матеріал сортів А,В,С який , розпилують на пиломатеріали які сортують у відповідності до вимог які відповідають стандартам фірми .

Використання технології виробництва клеєного бруса дозволяє створити міцний дерев'яний матеріал . Така деревина абсолютно стабільна до погодних коливань, її не поведе і не покоробить. Її легко відрізнити по зрізу: тісні річні кільця, щільна фактура. При використанні клеєного бруса віконні рами складаються з декількох (зазвичай три) склеєних ламелей завтовшки 20-30мм. При цьому ламелі є склеюванням з окремих дощечок, що дозволяє усунути пороки в деревині - суки, тріщини, смоляні кишені. Для проклеювання застосовують водовідштовхувальний клей, що робить вікно негігроскопічним. Різний напрям волокон і водостійкість, отримувані при такому виготовленні бруса, дозволяють підвищити міцність і перешкоджати деформації віконного блоку при перепадах температури.

Міцність клеєних дерев'яних вікон на 80% вища, ніж аналогічних цільних, а жорсткість зростає на 40%.

Розділ 2.

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Послідовність виконання експериментальних досліджень з визначення якісного виходу заготовок клеєного віконного бруса з пиловника різної сортності приставлено на рисунку 2.1

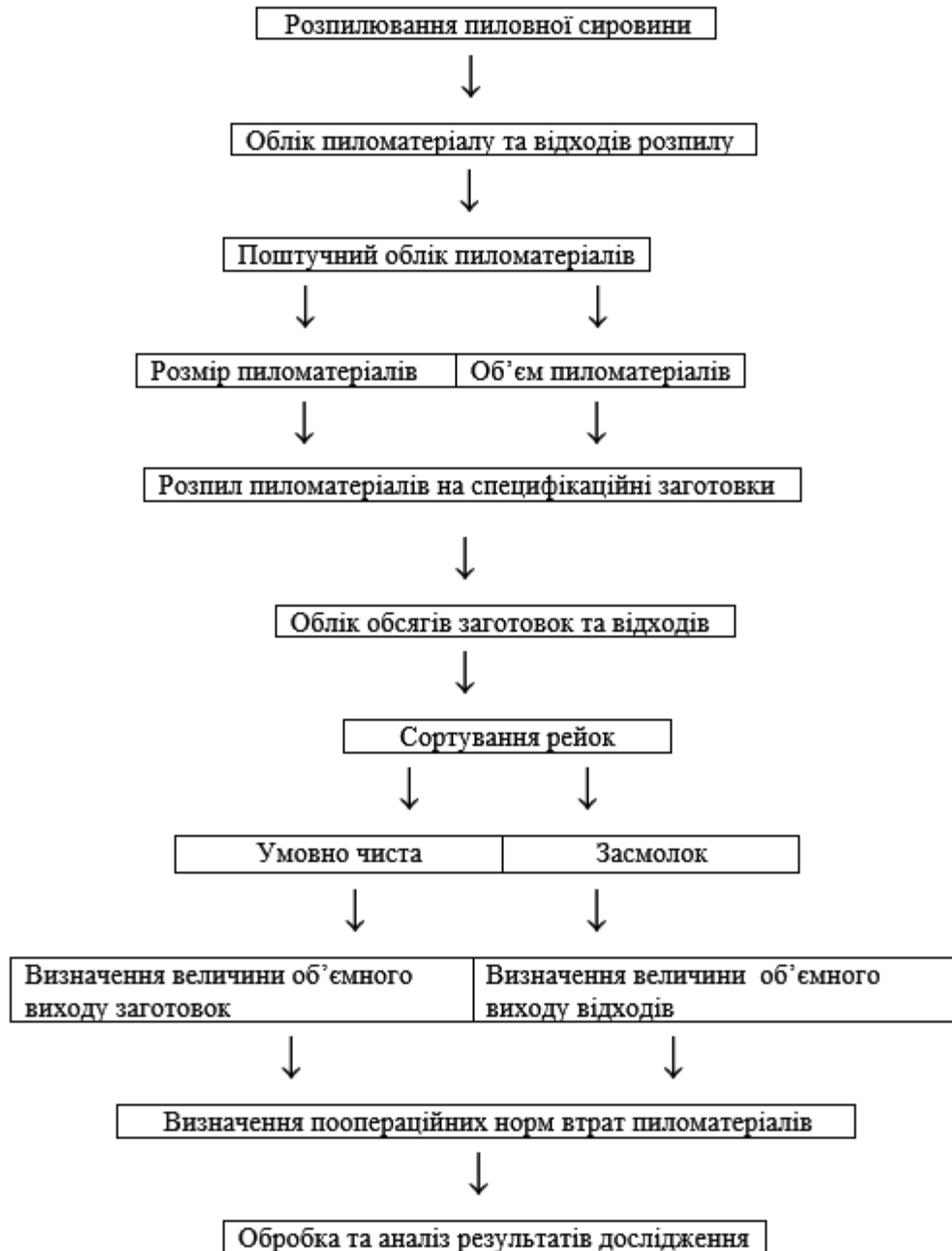


Рис.2.1. Структурна схема

2.1. Методика вимірювання розмірів та встановлення якості

На підприємстві ТзОВ ФАКРО розпил колод сортів А,В,С що класифікуються відповідно до ДСТУ EN 1927-2:2019 Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна. (EN 1927-2:2008; АС:2009, ІДТ). проводиться розвальним способом розпилювання на необрізні матеріали . Для забезпечення співвідношенню обліку сортового і об'ємного виходу пиломатеріалів з пиловочної сировини відповідного сорту, в дослідному розпилюванні приймають схеми розпилювання (постави) відповідно до заданої специфікації .

За такою методикою у виробничих умовах підприємства можна виконати дослідні розпилювання пиломатеріалів для визначення об'ємного та якісного виходів заготовок і встановити норми витрати пиломатеріалів на виробництво заготовок.

Оскільки розпиляні пиломатеріали не сортують по сортах після розпилювання то вплив сорту колоди на заготовки об'ємного виходу проводимо з етапу отримання пилопродукції в цех .

Об'єм пиловика під час розпилу поділяється на об'єм пиломатеріалів ,об'єм кускових відходів , об'єм відторцівок об'єм рейок , об'єм тирси , втрати на всихання , втрати на розпил , об'єм кори .

Баланс деревини під час розпилювання колод на пиломатеріали можна записати таким виразом

$$Q_{п.с} = V_{п.м} + V_{к.в} + V_{т} + V_{вт}, м^3, \quad (2.1.)$$

де $V_{п.м}$ – об'єм отриманих пиломатеріалів згідно з планом розпилювання, $м^3$;

$V_{к.в}$ – об'єм кускових відходів, $м^3$; $V_{т}$ – об'єм тирси, $м^3$; $V_{вт}$ – втрати деревини, $м^3$.

Об'єм тирси для розвального способу:

$$V_{т} = V_{тр} + V_{тт}, м^3, \quad (2.2)$$

де $V_{тр}$ – об'єм тирси під час розпилювання колод розвальним способом, $м^3$;

$V_{тт}$ – об'єм тирси під час торцювання дощок, $м^3$.

2.2. Методика вимірювання розмірів та встановлення якості пиломатеріалів

Розміри пиломатеріалів визначаємо враховуючи рекомендації вимоги ДСТУ EN 336:2003. ISO 737:1975 Пиломатеріали з хвойних порід .Розміри .Методи вимірювання.

А саме зроблені заміри необрізних пиломатеріалів за шириною , товщиною, довжиною рис.2.2 які поступають в цех після сушіння . Дані вимірювання проводилися протягом місяця .

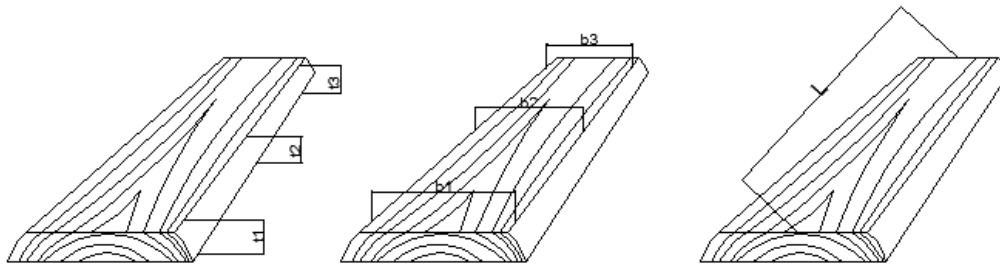


Рис.2.2 . Схема вимірювання розмірів необрізних пиломатеріалів

Товщину необрізних пиломатеріалів вимірювалося штангель циркулем один раз на кожному торці чим ближче до краю . Місця вимірювань були чисті і не мали ніяких вад . Реєструвалося тільки найменше із значень вимірювань товщини . Для вимірювання ширини і довжини використовуємо рулетку металеву.

Результати вимірювань вказуємо в метрах із заокругленням до двох знаків після коми у бік зменшення. Ширина вимірювалася у трьох місцях перпендикулярно до повздовжньої осі пиломатеріалів. Вимірювання робилися біля торців але не ближче ніж 150мм від них , фіксувалося найменше з вимірюваних значень ширини . Ширина вимірювалася у відповідності з методом EN 1312 Лісоматеріали круглі та пиломатеріали . Визначення об'єму партії пиломатеріалу .

Довжину пиломатеріалів визначаємо як найкоротшу відстань між двома паралельними площинами, що розташовані на кожному з торців і є перпендикулярними до поздовжньої осі лісоматеріалу.

Всі заміри зведені у таблиці таб2.1.-таб.2.3 які знаходиться у додатку .

Об'єм одного необрізного пиломатеріалу вираховуємо за формулою :

$$V_{\text{п.м.}} = t \cdot b_c \cdot l \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3 \quad (2.3.)$$

де t – товщина пиломатеріалу, мм;

b_c – ширина пиломатеріалу на середині його довжини, мм;

l – довжина пиломатеріалу, м.

$$b_c = \frac{b_{\text{верш}} + b_{\text{відз}}}{2}, \text{ мм} \quad (2.4.)$$

де $b_{\text{верш.}}$ – ширина дошки у вершинному торці, мм;

$b_{\text{відз.}}$ – ширина дошки у відземковому торці, мм.

Ширину пропилу під час обрізання і торцювання приймають 0,005 м.

Втрати деревини визначають за формулою

$$V_{\text{вт}} = V_v + V_p, \text{ м}^3, \quad (2.5.)$$

де V_v – втрати на всихання, приймають 5...6 %; V_p – втрати на розпорошування деревини, приймають 1...2 %.

Об'єм кускових відходів визначають за формулою:

$$V_{\text{к.в.}} = Q_{\text{п.с.}} - (V_{\text{п.м.}} + V_{\text{т}} + V_{\text{вт}}), \text{ м}^3, \quad (2.6.)$$

Об'єм відсіву від технологічної тріски

$$V_{\text{в.тех.т}} = V_{\text{к.в.}} - V_{\text{тех.т}}, \text{ м}^3. \quad (2.7.)$$

Середній об'єм тирси під час розкрою пиломатеріалів на заготовки згідно з нормативними даними становить [16]: під час перероблення необрізних дощок – 8...10 %, обрізних – 4...8 % від їхнього об'єму.

Об'єм кускових відходів визначають за формулою

$$V_{\text{к.в.}} = V_{\text{п.м.}} - V_z - V_{\text{т.п.м.}}, \text{ м}^3. \quad (2.8.)$$

де $V_{\text{п.м.}}$ – об'єм пиломатеріалів для виготовлення заготовок, м^3 ; V_z – об'єм заготовок, м^3 ; $V_{\text{т.п.м.}}$ – об'єм тирси під час розкрою пиломатеріалів, м^3 .

2.3. Методика розрахунку заготовок

Після чого було розраховано кількісний об'єм заготовок (кількість на об'єм однієї)

$$V_{\text{рейк}} = t \cdot b \cdot l \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3 \quad (2.9.)$$

де t – товщина пиломатеріалу, мм;

b – ширина пиломатеріалу, мм;

l – довжина пиломатеріалу, м.

Об'єм усіх випиляних рейок вираховуємо за формулою :

$$V_{\text{рейк.заг.}} = \sum V_{\text{рейк.}}, \text{ м}^3 \quad (2.10.)$$

Висновки за розділом

1. Головними етапами експериментальних досліджень, вимірювання розмірів колод та встановлення їхньої якості; вимірювання розмірів пиломатеріалів та встановлення їхньої якості.

2. Методику експериментальних досліджень проведено в умовах ТзОВ ФАКРО ЛЬВІВ.

3. Ширину, довжину, товщину необрізних пиломатеріалів вимірювали у відповідності до встановлених стандартів.

Після проведення дослідних розпилювань пиломатеріалів на заготовки, отримані дані відразу обробляють. Потім складають відомості для кожної партії пиломатеріалів. У відомість заносять дані щодо пиломатеріалів, заготовок, по сортних та об'ємних виходів і норм витрат пиломатеріалів.

Розділ 3.

Обробка та аналіз експериментальних досліджень

Розрахунок поопераційних втрат пиломатеріалів при виготовленні заготовок

В ході проведення експериментальних досліджень проводилося розпилювання соснових колод діаметром від 25 до 42 см з фіксованою довжиною 4 м. При процесі розпилу найбільший істотний вплив на якісний вихід пиломатеріалів створюють такі вади деревини як сучки ,тріщини та засмолок.

Результати вимірювань об'єму якісного виходу необрізних соснових пиломатеріалів з пиловочної сировини різної сортності представлено у таблиці 3.1. Як бачимо, якісний склад пиломатеріалів залежить від якості колод.

У Таблиця 3.1. наведено загальний об'єм пиловочної сировини яка поступила у цех по результатах трьох дослідів.

Таблиця 3.1. Загальний об'єм по сортах

м3	A	B	C
Дослід 1	7,82	6,89	6,77
Дослід 2	7,08	7,00	6,68
Дослід 3	7,68	7,12	5,67
Середнє	7,53	7,00	6,38

Аналіз даних таблиць дає нам можливість визначити об'єм пиломатеріалів кожної сортності пиловика , які надходять у цех після сушіння .

Наступна операція включає розпил пиломатеріалів на рейки заданої специфікації і відсортування умовно чистої деревини від дефектної , що не підлягає подальшій обробці . Втрати сировини при поперечно-повздовжньому розпилі необрізних пиломатеріалів представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Втрати сировини підчас розпилювання

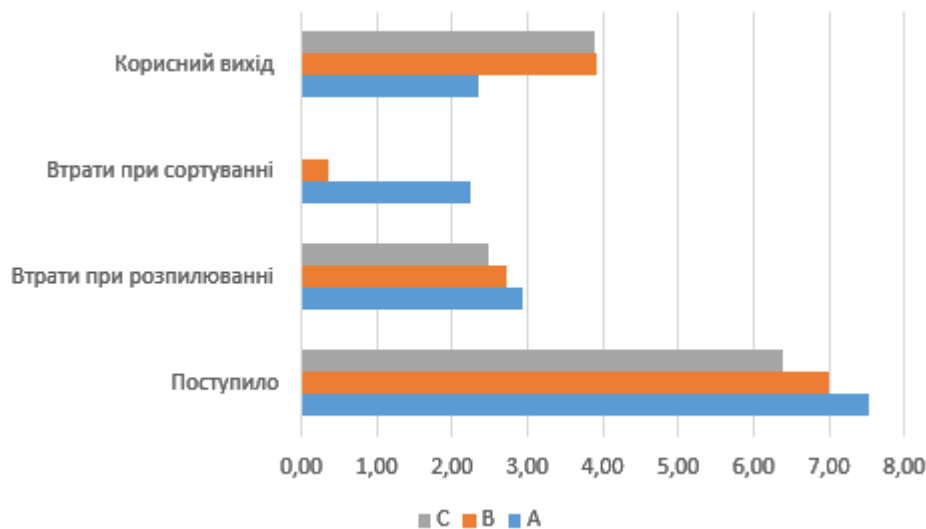
	А	В	С
Дослід 1			
Кора м3	2,11	1,86	1,83
Тирса м3	0,94	0,83	0,81
Сума	3,05	2,69	2,64
Дослід 2			
Кора м3	1,91	1,89	1,80
Тирса м3	0,85	0,84	0,80
Сума	2,76	2,73	2,61
Дослід 3			
Кора м3	2,07	1,92	1,53
Тирса м3	0,92	0,85	0,68
Сума	2,99	2,78	2,21
Середнє	2,94	2,73	2,49

У даній операції найбільші втрати сировини відбуваються за рахунок відсортування деревних заготовок що містять таку ваду як засмолок або смоляні кишені наявність яких не допускається у подальшому виробництві. Відсортована деревина йде на виготовлення піддонів ,що дає можливість використання всієї можливої деревини . Таблиця 3.3 показує дані втрати деревини .

Таблиця 3.3. Дефекти деревини

	А	В	С
Дослід 1 Засмолок			
МЗ	2,07	0,30	-
М/П	511,00	76,00	-
%	26,48	4,36	-
Дослід 2 Засмолок			
МЗ	2,00	0,50	-
М/П	510,00	127,00	-
%	28,23	7,15	-
Дослід 3 Засмолок			
МЗ	2,65	0,23	-
М/П	676,00	58,00	-
%	34,51	3,23	-
Середнє	2,24	0,34	-

Якісний об'ємний вихід рейок у відповідності до сортності пиловика після розпилювання пиломатеріалів відображено у діаграмі 3.1.



Діаграма 3.1 Якісний вихід рейок

У таблиці 3.4. зазначено середні показники об'єму пиломатеріалів що поступили в цех на розпилювання , а також втрати об'єму отриманих рейок .

Таблиця 3.4 Зведені дані по розпилу

	А	В	С
Поступило	7,53	7,00	6,38
Втрати при розпилюванні	2,94	2,73	2,49
Втрати при сортуванні	2,24	0,34	-
Корисний вихід	2,35	3,93	3,89

Проаналізувавши результати діаграми робимо висновок , що втрати об'єму рейок при розпилюванні пиломатеріалів на кору і тирсу є більшими за втрати на засмолок .

Вплив засмолку на сортність показав , що його найбільше у деревині класу А і він повністю відсутній у деревині класу С.

Загальний умовно корисний вихід об'єму рейок є найбільший у сировині сорту В , а найбільші втрати деревини припадають на пиловочну сировину сорту А .

Об'єм умовно чистої деревини яка поступає на торцювальну лінію для видалення дефектів зведено у таб.3.5.

Таб.3.5 Зведений баланс сировини при поступленні на торцювальну лінію

Сорт	А	В	С
Дослід 1 м3	2,70	3,90	4,13
м/п	658	782	475
Дослід 2 м3	2,32	3,77	4,08
м/п	553	585	512
Дослід 3 м3	2,03	4,11	3,46
м/п	473	689	268
Середнє	2,35	3,93	3,89

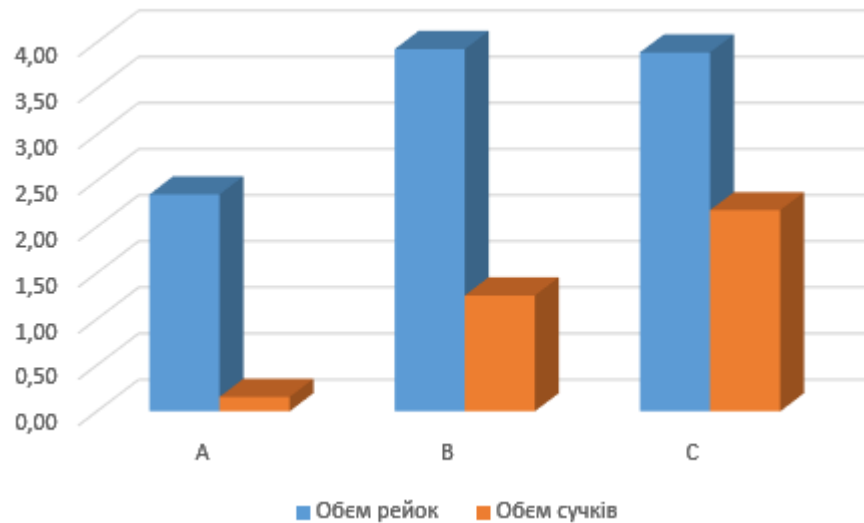
Мною було зафіксовано і проаналізовано процес видалення дефектів : тріщини , випадаючі сучки . В таблиці 3.7. зазначено вихід заготовок які будуть використані у розпилюванні на ламелі . Сюди включено : чиста деревина , деревина з допустимими вадами яка йде як внутрішній шар при формуванні бруса , заготовки шириною меншою за необхідну , які підуть на зрощення по ширині .

Аналіз операції торцювання дав змогу визначити ваду деревини яка найбільше впливає на зменшення об'єму рейок – сучки таб.3.6 .

Таблиця 3.6. Втрати деревини на ваду (сучки)

	А	В	С
Дослід 1			
Сучки %	2,0	13,2	34,0
Сучки м/п	40	232	588
Сучки м3	0,157	0,91	2,3
Дослід 2			
Сучки %	2,2	20,4	31,7
Сучки м/п	40	364	540
Сучки м3	0,156	1,43	2,12
Дослід 3			
Сучки %	2,2	20,4	31,7
Сучки м/п	40	364	540
Сучки м3	0,156	1,43	2,12
Середнє	0,2	1,3	2,2

Вплив вади деревини сучок на об'ємний вихід заготовок відображений на діаграмі 3.2. З чого можемо зробити висновок , що найбільший корисний об'єм заготовок з сировини сорту В , а найбільшу кількість сучків містить сировина сорту С , що несуттєво впливає на об'ємний вихід заготовок .



Діаграма 3.2. Вплив вади сучок на об'ємний вихід заготовок .

Розгорнута характеристика корисного виходу об'єму заготовок після вирізання вад на торцювальній лінії відображено у таблиці 3.7.

Наступна операцією є зрощення брусків по довжині, що відбувається на зрощувальній лінії. Середня довжина заготовок, що потрапляють на зрощувальну лінію складає 350 мм .За встановленими на даному підприємстві нормами, формування зубчастих шипів відбувається довжиною у 1 см на одному з торців бруска при цьому втрачається близько 3% від загального об'єму заготовки . Після склеювання заготовки проходять контроль якості відповідно до встановлених стандартів ,зокрема перевірку на міцність статистичного згину.

Після зрощення відбувається розпилювання заготовок на ламелі де втрачається 5 % від об'єму , що припадає на тирсу утворену під час розпилу.

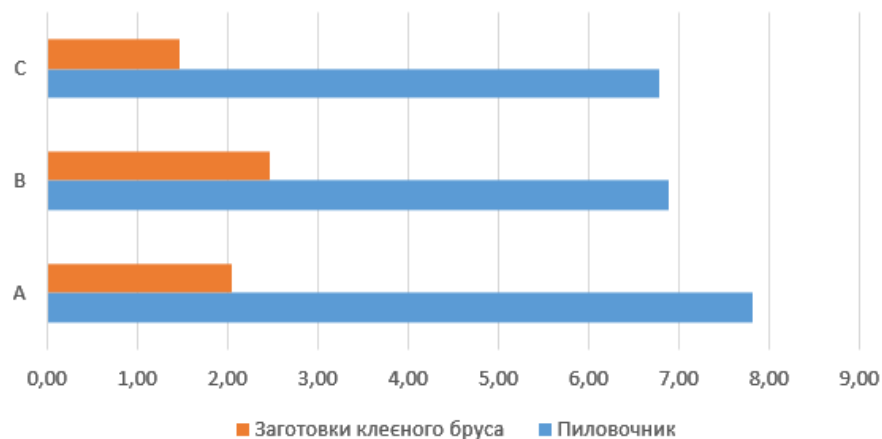
Фінальною операцією є зрощування ламелів у клеєний брус .

Таб.3.7 Корисний вихід після вирізання вад

Дослід 1	А м/п	А м3	В м/п	В м3	С м/п	С м3
Корисний (умовно)	658,00	2,54	782,00	2,99	475,00	1,83
Чиста 47x83,5	499,87	1,96	550,61	2,16	291,79	1,15
Внутр. ламелі 47x83,5	53,83	0,21	66,77	0,26	53,47	0,21
Брусок 47x35	26,30	0,04	60,90	0,10	79,30	0,13
Брусок 47x60	32,00	0,09	64,40	0,18	23,20	0,07
Ламель 23,5x83,5	37,60	0,07	30,10	0,06	21,30	0,04
Корисний після торц.		2,38		2,76		1,59
Дослід 2	А м/п	А м3	В м/п	В м3	С м/п	С м3
Корисний (умовно)	553,00	2,17	585,00	2,34	512,00	1,96
Чиста 47x83,5	444,39	1,74	456,80	1,79	317,74	1,25
Внутр. ламелі 47x83,5	35,17	0,14	44,34	0,17	99,79	0,39
Брусок 47x35	12,80	0,02	12,60	0,02	37,40	0,06
Брусок 47x60	29,80	0,08	45,00	0,13	32,80	0,09
Ламель 23,5x83,5	25,40	0,05	22,30	0,04	14,80	0,03
Корисний після торц.		2,04		2,16		1,82
Дослід 3	А м/п	А м3	В м/п	В м3	С м/п	С м3
Корисний (умовно)	473,00	1,80	689,00	2,69	268,00	1,06
Чиста 47x83,5	381,86	1,50	488,36	1,92	171,55	0,67
Внутр. ламелі 47x83,5	28,39	0,11	94,69	0,37	61,69	0,24
Брусок 47x35	12,20	0,02	38,00	0,06	7,70	0,01
Брусок 47x60	15,60	0,04	30,00	0,08	4,80	0,01
Ламель 23,5x83,5	32,40	0,06	28,80	0,06	15,00	0,03
Корисний після торц.		1,74		2,49		0,97

Висновки за розділом

За результатами проведених експериментальних досліджень втрат об'єму пиловочної сировини різної сортності яка поступила в цех і корисного виходу заготовок можна зробити висновок що найбільш економічно доцільно використовувати сировину сосни сорту В , що наглядно зображено на діаграмі 3.3.



Діаграма 3.3. Результати дослідів

Основними складовими які впливають на вибір сорту деревини породи сосни на даному підприємстві є наявність сучків і засмолок , що наглядно показано на рис.3.1.

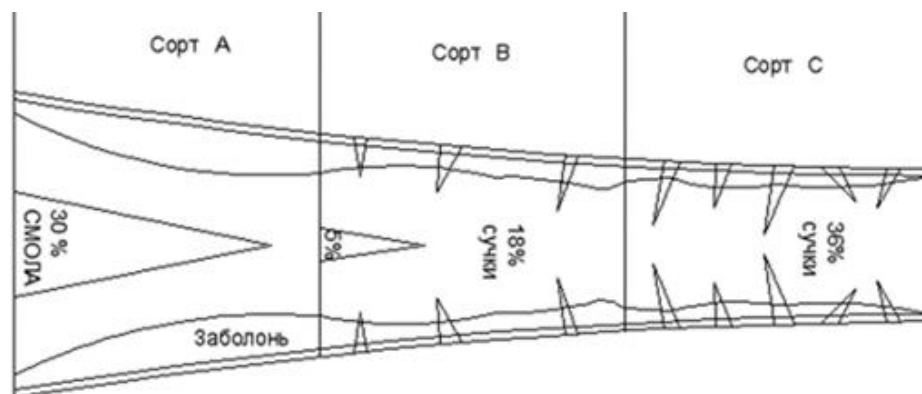


Рис.3.1 Отримані дані по розрахункам

У кінцевому результаті аналіз витрат по всьому проекту має важливе значення для прийняття рішення про закупівлю пиловочної сировини даної сортності .

Висновки загальні

1. Аналіз літературних джерел по темі магістерської роботи показав, що вплив вад деревини, особливо засмолку, на вихід пилопродукції для виготовлення клеєного бруса є актуальним напрямком досліджень.

2. Проведено експериментальні дослідження у виробничих умовах по встановленню впливу сортності пиловочної сировини на вихід заготовок для виготовлення клеєного бруса.

3. Проведено обробку та аналіз експериментальних досліджень:
встановлено норми виходу необрізних пиломатеріалів, рейок, заготовок з врахуванням класу якості колод;
встановлено залежність виходу клеєних заготовок з колод різної сортності, зокрема з класу сортності А – 34 %, з класу сортності В – 41%, з класу сортності С – 25 %;
встановлено, що при виготовленні заготовок для клеєних брусів, оптимальним є використання колод класу сортності В!

Додатки

Таб.2.1 Вхідні дані (1 дослід)

Дослід 1			А		В		С	
4	0,055		7,82		6,89		6,77	
Д	Т	Ш	ОБЄМ	Ш	ОБЄМ	Ш	ОБЄМ	
1		0,32	0,070	0,24	0,053	0,28	0,062	
2		0,45	0,099	0,33	0,073	0,22	0,048	
3		0,38	0,084	0,45	0,099	0,33	0,073	
4		0,31	0,068	0,28	0,062	0,25	0,055	
5		0,37	0,081	0,3	0,066	0,4	0,088	
6		0,3	0,066	0,27	0,059	0,36	0,079	
7		0,34	0,075	0,33	0,073	0,3	0,066	
8		0,4	0,088	0,25	0,055	0,3	0,066	
9		0,37	0,081	0,3	0,066	0,26	0,057	
10		0,48	0,106	0,4	0,088	0,37	0,081	
11		0,32	0,070	0,21	0,046	0,31	0,068	
12		0,45	0,099	0,3	0,066	0,33	0,073	
13		0,3	0,066	0,27	0,059	0,28	0,062	
14		0,3	0,066	0,29	0,064	0,37	0,081	
15		0,35	0,077	0,25	0,055	0,34	0,075	
16		0,31	0,068	0,34	0,075	0,3	0,066	
17		0,34	0,075	0,28	0,062	0,27	0,059	
18		0,4	0,088	0,36	0,079	0,24	0,053	
19		0,4	0,088	0,3	0,066	0,21	0,046	
20		0,37	0,081	0,3	0,066	0,25	0,055	
21		0,35	0,077	0,3	0,066	0,29	0,064	
22		0,3	0,066	0,32	0,070	0,3	0,066	
23		0,47	0,103	0,38	0,084	0,29	0,064	
24		0,35	0,077	0,29	0,064	0,28	0,062	
25		0,31	0,068	0,25	0,055	0,29	0,064	
26		0,47	0,103	0,36	0,079	0,3	0,066	
27		0,28	0,062	0,3	0,066	0,28	0,062	
28		0,3	0,066	0,28	0,062	0,39	0,086	
29		0,34	0,075	0,3	0,066	0,28	0,062	
30		0,4	0,088	0,26	0,057	0,34	0,075	
31		0,37	0,081	0,38	0,084	0,39	0,086	
32		0,3	0,066	0,34	0,075	0,45	0,099	
33		0,29	0,064	0,29	0,064	0,28	0,062	
34		0,27	0,059	0,22	0,048	0,36	0,079	
35		0,32	0,070	0,33	0,073	0,24	0,053	
36		0,3	0,066	0,35	0,077	0,22	0,048	
37		0,3	0,066	0,3	0,066	0,35	0,077	
38		0,35	0,077	0,31	0,068	0,38	0,084	
39		0,31	0,068	0,28	0,062	0,27	0,059	
40		0,34	0,075	0,3	0,066	0,29	0,064	
41		0,4	0,088	0,27	0,059	0,25	0,055	
42		0,31	0,068	0,29	0,064	0,32	0,070	
43		0,38	0,084	0,35	0,077	0,28	0,062	
44		0,49	0,108	0,34	0,075	0,39	0,086	
45		0,4	0,088	0,3	0,066	0,34	0,075	
46		0,38	0,084	0,28	0,062	0,4	0,088	
47		0,35	0,077	0,21	0,046	0,31	0,068	
48		0,31	0,068	0,29	0,064	0,35	0,077	
49		0,31	0,068	0,25	0,055	0,28	0,062	
50		0,3	0,066	0,32	0,070	0,26	0,057	

Таб.2.1 Вхідні дані (1 дослід продовження)

50			0,3	0,066	0,32	0,070	0,26	0,057
51			0,38	0,084	0,28	0,062	0,38	0,084
52			0,32	0,070	0,39	0,086	0,29	0,064
53			0,34	0,075	0,34	0,075	0,3	0,066
54			0,4	0,088	0,28	0,062	0,34	0,075
55			0,38	0,084	0,3	0,066	0,4	0,088
56			0,3	0,066	0,45	0,099	0,29	0,064
57			0,35	0,077	0,4	0,088	0,37	0,081
58			0,34	0,075	0,38	0,084	0,38	0,084
59			0,35	0,077	0,33	0,073	0,3	0,066
60			0,5	0,110	0,25	0,055	0,35	0,077
61			0,37	0,081	0,33	0,073	0,21	0,046
62			0,42	0,092	0,45	0,099	0,36	0,079
63			0,34	0,075	0,38	0,084	0,37	0,081
64			0,48	0,106	0,29	0,064	0,4	0,088
65			0,38	0,084	0,3	0,066	0,31	0,068
66			0,4	0,088	0,34	0,075	0,35	0,077
67			0,31	0,068	0,28	0,062	0,27	0,059
68			0,35	0,077	0,32	0,070	0,26	0,057
69			0,28	0,062	0,37	0,081	0,37	0,081
70			0,26	0,057	0,42	0,092	0,28	0,062
71			0,31	0,068	0,31	0,068	0,29	0,064
72			0,47	0,103	0,28	0,062	0,24	0,053
73			0,42	0,092	0,33	0,073	0,3	0,066
74			0,38	0,084	0,22	0,048	0,28	0,062
75			0,25	0,055	0,33	0,073	0,29	0,064
76			0,38	0,084	0,28	0,062	0,3	0,066
77			0,3	0,066	0,29	0,064	0,22	0,048
78			0,35	0,077	0,31	0,068	0,23	0,051
79			0,28	0,062	0,28	0,062	0,28	0,062
80			0,45	0,099	0,34	0,075	0,26	0,057
81			0,49	0,108	0,27	0,059	0,38	0,084
82			0,27	0,059	0,34	0,075	0,29	0,064
83			0,24	0,053	0,38	0,084	0,3	0,066
84			0,35	0,077	0,28	0,062	0,34	0,075
85			0,46	0,101	0,33	0,073	0,3	0,066
86			0,37	0,081	0,29	0,064	0,28	0,062
87			0,3	0,066	0,25	0,055	0,36	0,079
88			0,46	0,101	0,37	0,081	0,29	0,064
89			0,31	0,068	0,29	0,064	0,3	0,066
90			0,32	0,070	0,24	0,053	0,26	0,057
91			0,34	0,075	0,3	0,066	0,23	0,051
92			0,29	0,064	0,28	0,062	0,4	0,088
93			0,34	0,075	0,36	0,079	0,29	0,064
94			0,4	0,088	0,29	0,064	0,37	0,081
95			0,29	0,064	0,33	0,073	0,35	0,077
96			0,37	0,081	0,38	0,084	0,22	0,048
97			0,39	0,086	0,43	0,095	0,34	0,075
98			0,47	0,103	0,36	0,079	0,21	0,046
99			0,28	0,062	0,29	0,064	0,28	0,062
100			0,34	0,075	0,3	0,066	0,31	0,068

Таб.2.2 Вхідні дані (2 дослід)

Дослід 2			А		В		С	
	4	0,055		7,08		7,00		6,68
	Д	Т	Ш	ОБ'ЄМ	Ш	ОБ'ЄМ	Ш	ОБ'ЄМ
1			0,3	0,066	0,34	0,075	0,21	0,046
2			0,47	0,103	0,28	0,062	0,25	0,055
3			0,35	0,077	0,26	0,057	0,29	0,064
4			0,3	0,066	0,33	0,073	0,4	0,088
5			0,35	0,077	0,45	0,099	0,28	0,062
6			0,31	0,068	0,28	0,062	0,22	0,048
7			0,3	0,066	0,24	0,053	0,33	0,073
8			0,34	0,075	0,34	0,075	0,22	0,048
9			0,4	0,088	0,31	0,068	0,31	0,068
10			0,38	0,084	0,43	0,095	0,25	0,055
11			0,31	0,068	0,29	0,064	0,32	0,070
12			0,37	0,081	0,29	0,064	0,28	0,062
13			0,5	0,110	0,3	0,066	0,36	0,079
14			0,34	0,075	0,4	0,088	0,24	0,053
15			0,31	0,068	0,21	0,046	0,22	0,048
16			0,47	0,103	0,3	0,066	0,35	0,077
17			0,28	0,062	0,25	0,055	0,38	0,084
18			0,32	0,070	0,3	0,066	0,39	0,086
19			0,45	0,099	0,3	0,066	0,34	0,075
20			0,37	0,081	0,26	0,057	0,27	0,059
21			0,48	0,106	0,27	0,059	0,29	0,064
22			0,32	0,070	0,3	0,066	0,37	0,081
23			0,34	0,075	0,32	0,070	0,34	0,075
24			0,4	0,088	0,38	0,084	0,4	0,088
25			0,4	0,088	0,29	0,064	0,36	0,079
26			0,37	0,081	0,25	0,055	0,22	0,048
27			0,4	0,088	0,34	0,075	0,3	0,066
28			0,45	0,099	0,29	0,064	0,27	0,059
29			0,5	0,110	0,32	0,070	0,24	0,053
30			0,35	0,077	0,29	0,064	0,33	0,073
31			0,31	0,068	0,35	0,077	0,28	0,062
32			0,31	0,068	0,35	0,077	0,3	0,066
33			0,3	0,066	0,3	0,066	0,26	0,057
34			0,3	0,066	0,31	0,068	0,37	0,081
35			0,35	0,077	0,36	0,079	0,31	0,068
36			0,31	0,068	0,3	0,066	0,3	0,066
37			0,37	0,081	0,38	0,084	0,29	0,064
38			0,27	0,059	0,38	0,084	0,28	0,062
39			0,32	0,070	0,33	0,073	0,29	0,064
40			0,3	0,066	0,25	0,055	0,45	0,099
41			0,3	0,066	0,3	0,066	0,28	0,062
42			0,5	0,110	0,3	0,066	0,29	0,064
43			0,34	0,075	0,28	0,062	0,3	0,066
44			0,4	0,088	0,3	0,066	0,28	0,062
45			0,31	0,068	0,27	0,059	0,39	0,086
46			0,4	0,088	0,34	0,075	0,28	0,062
47			0,38	0,084	0,3	0,066	0,34	0,075
48			0,35	0,077	0,28	0,062	0,28	0,062
49			0,38	0,084	0,21	0,046	0,29	0,064
50			0,49	0,108	0,32	0,070	0,3	0,066

Таб.2.2 Вхідні дані (2 дослід продовження)

50			0,49	0,108	0,32	0,070	0,3	0,066
51			0,38	0,084	0,28	0,062	0,28	0,062
52			0,3	0,066	0,39	0,086	0,31	0,068
53			0,38	0,084	0,29	0,064	0,35	0,077
54			0,32	0,070	0,25	0,055	0,27	0,059
55			0,34	0,075	0,34	0,075	0,26	0,057
56			0,38	0,084	0,28	0,062	0,26	0,057
57			0,4	0,088	0,43	0,095	0,34	0,075
58			0,31	0,068	0,25	0,055	0,21	0,046
59			0,35	0,077	0,33	0,073	0,28	0,062
60			0,34	0,075	0,4	0,088	0,34	0,075
61			0,35	0,077	0,38	0,084	0,29	0,064
62			0,5	0,110	0,3	0,066	0,3	0,066
63			0,37	0,081	0,32	0,070	0,26	0,057
64			0,42	0,092	0,34	0,075	0,23	0,051
65			0,34	0,075	0,28	0,062	0,4	0,088
66			0,48	0,106	0,36	0,079	0,38	0,084
67			0,35	0,077	0,45	0,099	0,29	0,064
68			0,4	0,088	0,28	0,062	0,21	0,046
69			0,42	0,092	0,33	0,073	0,4	0,088
70			0,38	0,084	0,28	0,062	0,29	0,064
71			0,25	0,055	0,34	0,075	0,32	0,070
72			0,38	0,084	0,27	0,059	0,35	0,077
73			0,46	0,101	0,37	0,081	0,28	0,062
74			0,3	0,066	0,42	0,092	0,26	0,057
75			0,35	0,077	0,31	0,068	0,36	0,079
76			0,28	0,062	0,45	0,099	0,33	0,073
77			0,45	0,099	0,38	0,084	0,4	0,088
78			0,35	0,077	0,29	0,064	0,38	0,084
79			0,46	0,101	0,34	0,075	0,3	0,066
80			0,28	0,062	0,38	0,084	0,35	0,077
81			0,26	0,057	0,28	0,062	0,3	0,066
82			0,31	0,068	0,29	0,064	0,34	0,075
83			0,47	0,103	0,22	0,048	0,24	0,053
84			0,37	0,081	0,33	0,073	0,3	0,066
85			0,5	0,110	0,31	0,068	0,38	0,084
86			0,49	0,108	0,28	0,062	0,29	0,064
87			0,27	0,059	0,38	0,084	0,3	0,066
88			0,24	0,053	0,43	0,095	0,22	0,048
89					0,36	0,079	0,23	0,051
90					0,29	0,064	0,21	0,046
91					0,24	0,053	0,28	0,062
92					0,3	0,066	0,31	0,068
93					0,33	0,073	0,35	0,077
94					0,29	0,064	0,22	0,048
95					0,29	0,064	0,34	0,075
96					0,36	0,079	0,29	0,064
97					0,21	0,046	0,37	0,081
98					0,37	0,081	0,37	0,081
99					0,33	0,073	0,28	0,062
100					0,38	0,084	0,29	0,064

Таб.2.3 Вхідні дані (3 дослід)

Дослід 3				A		B		C
	4	0,055		7,68		7,12		5,67
	Д	Т	Ш	ОБЄМ	Ш	ОБЄМ	Ш	ОБЄМ
1			0,4	0,088	0,4	0,088	0,26	0,057
2			0,32	0,070	0,21	0,046	0,35	0,077
3			0,35	0,077	0,28	0,062	0,31	0,068
4			0,31	0,068	0,21	0,046	0,33	0,073
5			0,31	0,068	0,49	0,108	0,25	0,055
6			0,37	0,081	0,25	0,055	0,24	0,053
7			0,4	0,088	0,32	0,070	0,21	0,046
8			0,37	0,081	0,28	0,062	0,25	0,055
9			0,48	0,106	0,27	0,059	0,4	0,088
10			0,32	0,070	0,33	0,073	0,4	0,088
11			0,45	0,099	0,25	0,055	0,3	0,066
12			0,3	0,066	0,3	0,066	0,28	0,062
13			0,3	0,066	0,33	0,073	0,22	0,048
14			0,35	0,077	0,45	0,099	0,3	0,066
15			0,34	0,075	0,48	0,106	0,37	0,081
16			0,4	0,088	0,3	0,066	0,34	0,075
17			0,35	0,077	0,24	0,053	0,3	0,066
18			0,3	0,066	0,36	0,079	0,27	0,059
19			0,37	0,081	0,3	0,066	0,32	0,070
20			0,31	0,068	0,3	0,066	0,28	0,062
21			0,38	0,084	0,3	0,066	0,33	0,073
22			0,3	0,066	0,3	0,066	0,28	0,062
23			0,34	0,075	0,27	0,059	0,45	0,099
24			0,37	0,081	0,39	0,086	0,28	0,062
25			0,35	0,077	0,25	0,055	0,36	0,079
26			0,31	0,068	0,34	0,075	0,29	0,064
27			0,34	0,075	0,29	0,064	0,3	0,066
28			0,4	0,088	0,22	0,048	0,28	0,062
29			0,31	0,068	0,33	0,073	0,29	0,064
30			0,3	0,066	0,35	0,077	0,31	0,068
31			0,47	0,103	0,34	0,075	0,39	0,086
32			0,28	0,062	0,28	0,062	0,28	0,062
33			0,4	0,088	0,32	0,070	0,34	0,075
34			0,37	0,081	0,38	0,084	0,29	0,064
35			0,3	0,066	0,29	0,064	0,28	0,062
36			0,33	0,073	0,39	0,086	0,39	0,086
37			0,34	0,075	0,26	0,057	0,24	0,053
38			0,38	0,084	0,38	0,084	0,22	0,048
39			0,49	0,108	0,29	0,064	0,35	0,077
40			0,4	0,088	0,35	0,077	0,29	0,064
41			0,38	0,084	0,34	0,075	0,25	0,055
42			0,35	0,077	0,25	0,055	0,4	0,088
43			0,31	0,068	0,36	0,079	0,31	0,068
44			0,38	0,084	0,39	0,086	0,38	0,084
45			0,32	0,070	0,31	0,068	0,27	0,059
46			0,34	0,075	0,28	0,062	0,35	0,077
47			0,3	0,066	0,3	0,066	0,28	0,062
48			0,38	0,084	0,27	0,059	0,39	0,086
49			0,31	0,068	0,3	0,066	0,44	0,097
50			0,35	0,077	0,3	0,066	0,3	0,066

Таб.2.3 Вхідні дані (3 дослід продовження)

50			0,35	0,077	0,3	0,066	0,3	0,066
51			0,28	0,062	0,28	0,062	0,34	0,075
52			0,35	0,077	0,37	0,081	0,4	0,088
53			0,31	0,068	0,42	0,092	0,29	0,064
54			0,32	0,070	0,39	0,086	0,37	0,081
55			0,3	0,066	0,28	0,062	0,26	0,057
56			0,3	0,066	0,34	0,075	0,38	0,084
57			0,29	0,064	0,38	0,084	0,29	0,064
58			0,27	0,059	0,33	0,073	0,31	0,068
59			0,29	0,064	0,25	0,055	0,35	0,077
60			0,37	0,081	0,33	0,073	0,38	0,084
61			0,34	0,075	0,45	0,099	0,3	0,066
62			0,34	0,075	0,38	0,084	0,37	0,081
63			0,48	0,106	0,39	0,086	0,4	0,088
64			0,38	0,084	0,34	0,075	0,27	0,059
65			0,4	0,088	0,28	0,062	0,33	0,073
66			0,39	0,086	0,3	0,066	0,24	0,053
67			0,37	0,081	0,45	0,099	0,33	0,073
68			0,42	0,092	0,4	0,088	0,37	0,081
69			0,43	0,095	0,28	0,062	0,28	0,062
70			0,42	0,092	0,32	0,070	0,35	0,077
71			0,38	0,084	0,29	0,064	0,21	0,046
72			0,25	0,055	0,3	0,066	0,36	0,079
73			0,49	0,108	0,38	0,084	0,29	0,064
74			0,27	0,059	0,28	0,062	0,28	0,062
75			0,24	0,053	0,28	0,062	0,29	0,064
76			0,26	0,057	0,34	0,075	0,3	0,066
77			0,31	0,068	0,38	0,084	0,22	0,048
78			0,35	0,077	0,29	0,064	0,33	0,073
79			0,28	0,062	0,31	0,068	0,28	0,062
80			0,35	0,077	0,27	0,059	0,33	0,073
81			0,38	0,084	0,34	0,075	0,32	0,070
82			0,3	0,066	0,33	0,073	0,38	0,084
83			0,29	0,064	0,22	0,048		
84			0,34	0,075	0,33	0,073		
85			0,4	0,088	0,29	0,064		
86			0,35	0,077	0,33	0,073		
87			0,46	0,101	0,37	0,081		
88			0,37	0,081	0,43	0,095		
89			0,3	0,066	0,36	0,079		
90			0,46	0,101	0,29	0,064		
91			0,31	0,068	0,3	0,066		
92			0,32	0,070	0,24	0,053		
93			0,34	0,075	0,4	0,088		
94			0,47	0,103	0,28	0,062		
95			0,28	0,062	0,36	0,079		
96			0,31	0,068	0,33	0,073		
97			0,3	0,066	0,29	0,064		
98			0,35	0,077	0,25	0,055		
99			0,31	0,068	0,37	0,081		
100			0,35	0,077	0,4	0,088		

Перелік використаних джерел

1. Лісотехнічний термінологічний словник: український, російський, англійський. за ред.: Туниці Ю. Ю., Богуслаєва В. О. Національний лісотехнічний університет України, Львів: Піраміда, 2014. 968 с. - ISBN 978-966-441-368-5
- 2.Ткаченко М. Є. Загальне лісівництво / М. Є. Ткаченко. М.-Л. : Держлісбумвидав, 1952. - 600 с.
3. Полубоярінов О. І. Вплив рубок догляду на комплісні показники якості деревини / О. І. Полубоярінов, Н. С. Полончук // Лісівництво, лісові культури та ґрунтознавство: Міжвуз. Зб. наук. тр. Л.: ЛТА, 1980. - Вип. ІХ. – С. 67-71.
4. Вілікайнен М. І. Соснові ліси Карелії та підвищення їх продуктивності / М. І. Вілікайнен, С. С. Зябченко, А. А. Іванчиков та ін; Петрозаводськ, Карельський філ. АН СРСР, 1974. – 256 с.
5. Вілікайнен М. І. Лісорослинні умови та характеристика лісів Карелії / М. І. Вілікайнен // Соснові ліси Карелії та підвищення їх продуктивності. Петрозаводськ. Карельський філ. АН СРСР. – 1974. – С. 5-30.
6. Вольнский В. И. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины / В. И. Вольнский. - Архангельск: Изд-во Гос.тех ун-та, 2000. - 196 с.
- 7.Авдеев Ю. М. Влияние режимов лесовыращивания на сучковатость древесных стволов в культурах южной подзоны тайги (на примере Вологодской области) : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Юрий Михайлович Авдеев. - Архангельск, 2010. - 20 с.
8. Селивестров А. А. Литературный обзор. Исследование по качеству древесины / А. А. Селивестров. - Петрозаводской гос. университет: МБТЪА, 2008. - 50 с.

- 9.Ференц О.Б. Розробити науково обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві. столярно-будівельних виробів . Львів: УНФУ, 2006. – 144 с.
10. Ференц О.Б., Максимів В.М. Технологія столярних виробів продукції]. – Львів: УНФУ, 2011. – 400 с.
- 11.ДСТУ Б В.2.6-24-2001. Блоки віконні дерев'яні зі склопакетами. Конструкції будівель і споруд / Технічні умови. Вікна дерев'яні зі склопакетами. Технічні характеристики. – К.: Державо буд України, 2001. – 48 с.
- 12.Марченко Н. В., Новицький С. В., Зав'ялов Д. Л. Щодо можливих напрямів використання низькоякісної деревини сосни звичайної Тези доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (14–15 квітня 2016 р.). К.: НУБіП, 2016. С. 185.
- 13.Марченко Н. В., Новицький С. В., Зав'ялов Д. Л. К вопросу об использовании низкокачественной древесины сосны. *Annals of Warsaw University of Life Sciences*. 2016. № 95. С. 242–245. (Здобувачем особисто зібрано частину даних та проаналізовано сфери використання низькоякісної деревини сосни).
- 14.Технологічні аспекти регулювання витрат деревинної сировини під час виготовлення віконних блоків з тришарового клеєного бруса В. О. Маєвський, З. П. Копинець, В. М. Ковбасюк, Є. М. Миськів, М. М. Якуба.
- 15.Ференц О.Б. Технологія столярних виробів / О.Б.Ференц, В.М.Максимів. Навчальний посібник. – Львів: НЛТУ України, 2011. – 400 с.
- 16.Основні напрямки дослідження технологічного процесу виготовлення клеєного бруса . Є.М.Миськів , В.О.Маєвський , В.М.Максимів
- 17.Напрями зменшення витрати деревини у виробництві клеєних брусів для столярних виробів / А. Г. Безкорвайний, В. О. Маєвський, З. П. Копинець, А. С.

Куцик // Науковий вісник НЛТУ України. - 2017. - Вип. 27(1). - С. 148-150. -
Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlту_2017_27.1_36

18. При розробці даного проекту використовувались дані по ТЗОВ ФАКРО
ЛЬВІВ.