Згідно з формою №Н-9.01
Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
Інститут деревообробних технологій і дизайну
Кафедра технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів

Пояснювальна записка

до дипломної роботи магістра на тему

Дослідження витрати деревини при виготовленні тришарового клеєного бруса на ПП ТСМ "Ілечко"

Виконав: студент групи ТВД-61м
спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології
спеціалізації «Технології деревообробки»
Рушінець С.Т.

Керівник: к.т.н., доц. Ференц О.Б.

Рецензент:_____
(прізвище та ініціали)

Львів – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут деревообробних 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: ТЛ,С і ДБВ
доц. Ференц О.Б.
"____" _____2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

Рушінець Станіслав Тарасович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Дослідження витрати деревини при виготовленні тришарового клеєного бруса на ПП ТСМ "Ілечко"

Керівник проекту к.т.н., доц. Ференц О.Б.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від "11" липня 2023р. №С-306
2.Термін подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до проекту: реалізувати досслідження згідно теми для реальних виробничих умов столярного цеху з виготовлення клеєного бруса

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)
Аналіз чинної НТД; теоретичні та технологічні розрахунки; методика експериментальних досліджень; результати експериментальних досліджень; висновки та рекомендації; літературні джерела

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання_____

Керівник проекту Ференц О.Б.
(підпис) (прізвище, ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи магістра	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	Загальний розділ	09.2023	
	Теоретичні та технологічні розрахунки	10.2023	
	Методика експериментальних досліджень	11.2023	
	Результати експериментальних досліджень	11-12.2023	
	Висновки та рекомендації	12.2023	
	Оформлення ПЗ	01.2024	

Студент Рушінець С.Т.
(підпис)
Керівник роботи Ференц О.Б.
(підпис)

РЕФЕРАТ

Звіт про МР: 38 с.; 26 табл.; 16 рис.;10 джерел.

Об'єкт дослідження. Пиловочна сировина листяних порід (дуб), пиломатеріали листяні, клеєний брус та столярні вироби, технологічні процеси та обладнання для їх виготовлення, науково обґрунтовані коефіцієнти (нормативи) витрат деревини.

Мета роботи. Розробити науково обґрунтовані коефіцієнти витрат деревини у виробництві клеєного бруса з дуба, які забезпечать раціональне та економне використання деревини з врахуванням породного і розмірно-якісного складу сировини для деревообробної галузі.

Метод досліджень. Теоретичні та експериментальні дослідження індивідуальних коефіцієнтів витрат деревини, статистичний аналіз експериментальних даних.

Отримані результати і їх новизна. Розроблено науково обґрунтовані коефіцієнти витрат деревини листяних порід у виробництві клеєного бруса для сучасних столярних виробів та деталей профільних.

Уточнено існуючі нормативи витрат деревини зі врахуванням склеювання заготовок за довжиною та перерізом на новому обладнанні.

Розглянуто та запропоновано технологічні рекомендації з виготовлення тришарового клеєного бруса та види обладнання.

ПИЛОВОЧНА СИРОВИНА, РОЗПИЛЮВАННЯ, ПИЛОМАТЕРІАЛИ, ЗАГОТОВКИ, ОПТИМІЗАЦІЯ, СОРТУВАННЯ, СКЛЕЮВАННЯ, КАЛІБРУВАННЯ, КЛЕЄНИЙ БРУС, ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ, ОБЛІК, КОЕФІЦІЄНТИ ВИТРАТИ, ЗАХОДИ ЩОДО ЕКОНОМІЇ СИРОВИНИ

SAW RAW MATERIALS, SPRAYING, LUMBER, BILLS, OPTIMIZATION, SORTING, GLUING, CALIBRATION, GLUED LUMBER, TECHNOLOGICAL MODES, ACCOUNTING, EXPENSE COEFFICIENTS, MEASURES REGARDING THE ECONOMY OF RAW MATERIALS

ЗМІСТ

ВСТУП

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ……7

1.1. Сировина для виготовлення клеєного бруса…….....7

1.2. Загальні вимоги до виготовлення клеєного бруса……7

1.3. Висновки та задачі дослідження……..13

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ……15

2.1. Обґрунтування витрат сировини за етапами технологічного процесу…….15

2.2. Технологічні рекомендації з виготовлення клеєного бруса……..20

3. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИХОДУ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ТА ЗАГОТОВОК……24

3.1. Мета і задачі експериментальних досліджень…….24

3.2. Основні методичні положення з проведення дослідних розпиловок……...24

3.3. Обробка результатів дослідного розпилювання……..24

3.4. Методика проведення багатофакторного експерименту з визначення виходу пилопродукції……25

3.4.1. Вирішення задачі і вибір основних факторів……25

3.5. Методика визначення коефіцієнтів витрати пиломатеріалів…… за етапами технологічного процесу…….26

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……..27

4.1. Дослідження процесу розпилювання колод розвально- сегментним способом…**……**27

4.2. Дослідження впливу основних факторів на вихід радіальних пиломатеріалів…**……**32

4.3. Розрахунок витрати сировини за етапами технологічного процесу……35

4.4. Висновки за розділом..**……**37

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ….....38

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……39

ВСТУП

Деревинна сировина - один з найдавніших відомих людству матеріалів для будівництва. До нині збереглися деякі старовинні конструкції будинків, вікон та дверей, виготовлених сотні років тому. Сьогодні відомі фірми - виробники, здійснюючи повний цикл виробництва - від розпилювання колод до готового продукту - готові виготовити на замовлення дерев'яні вікна, підвіконники, балконні та вхідні двері тощо, будь - яких конфігурацій і розмірів зі склопакетами різних типів та класифікацій. Проте під впливом повітряного середовища натуральна деревина може розтріскуватися чи деформуватися, змінювати свої властивості. Тому необхідно дотримуватись певних вимог при виробництві віконної чи дверної продукції.

Породи деревини у віконному виробництві в основному використовується такі: сосна, ялина, ялиця, дуб. Також можуть використовуватись такі породи деревини як: бук, ясен, червоне дерево, балау, кемпас, мербау, мерсава.

Найоптимальнішою для наших країв є деревина сосни, недорога і досить смолиста (тобто дуже стійка до гниття). Тому вона найчастіше використовується для виробництва клеєного бруса. Сосна є однією з основних лісоутворюючих порід лісового фонду України. Сосна нараховує понад 100 видів. Найбільш поширеною і цінною в економічному відношенні породою є сосна звичайна (Pinus silvestris L.), яка належить до родини соснових (Pinaceae Lindi.)- Росте на Поліссі, в північній частині степу, де утворює чисті й мішані (переважно з дубом) ліси. Добре відомі наступні види сосни: сосна кедрова сибірська, кедр сибірський - P. sibirica Rupur; сосна кедрова європейська, кедр європейський - P. cembra L.; сосна Веймутова - P. storobus L.; сосна Банкса - P. Bnksiana Lamb.; сосна чорна - P. nigra Arn. та ін. Площа поширення сосни становить 116,3 млн.га, що складає 16,6 % хвойних дерев, загальний її запас 14,8 млрд.м^3 - 19,4%, площа спілих та переспілих дерев 48,0 млн.га, запас - 7,8 млрд.м^3. Сосна займає друге місце за площею серед хвойних порід.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Сировина для виготовлення клеєного бруса

Таблиця 1.1. Ресурси заготівлі деревини від всіх видів рубок у 2021 році, тис.м^3

Шпилькові породи

Найменування сортиментів	Усього	у тому числі			
		сосна	ялина	ялиця	інші
Пиловник	**2885,0**	2187,0	516,3	169,9	12,1
Будліс	**603,3**	469,4	109,5	20,9	3,6
Баланси	**529,0**	320,7	152,4	54,0	1,9
Техсировина	**1471,5**	1094,3	291,1	79,5	6,6
Дрова	**1000,2**	698,0	232,8	63,8	5,5
Всього	**6489,4**	**4769,5**	**1302,3**	**388,1**	**29,6**

1.2. Загальні вимоги до виготовлення клеєного бруса

При виборі деревинної породи для виготовлення профілів як із клеєного бруса, так із цільного пиломатеріалу, слід користуватись загальними вимогами до будівельних деталей для зовнішніх конструкцій. Ці вимоги перш за все стосуються механічної щільності, формостійкості, а також стійкості до ураження грибковими забарвленнями чи захворюваннями.

Для віконних конструкцій придатна деревина зі щільністю не менше 0,35 г/см3 у хвойних порід і 0,45 г/см3 у листяних. Чим щільніша деревина, тим вона міцніша, але більше піддається розбуханню та всиханню.

Формостійкість - це характеристика поведінки матеріала у змінних навколишніх умовах. Вирішальним при цьому є швидкість зміни вологості деревини, співвідношення величини радіального і тангентального розбухання, ширина річних кілець, напрямок волокон.

Стійкість до ураження грибками залежить багато в чому від деревної маси, яка концентрується в серцевинній зоні стовбура. Грибки, що руйнують деревину, розвиваються при вологості понад 25% . Тому рекомендується віддавати перевагу конструкціям, що не утримують велику кількість вологи, і ретельно обробляти поверхні придатними просочувальними матеріалами.

Склеювання має проводитись не пізніше 24 - х годин після стругання. Для сортів деревини з підвищеним вологопоглинанням (до них належить і сосна), цей час повинен бути мінімальним.

При використані клею слід дотримуватись всіх вказівок виробника,

особливо тих, що стосуються часу пресування і сили притиску. Прес повинен мати можливість регулювання сили притиску, тому що остання повинна відповідати сорту деревини.

Таблиця 1.2. Мінімальні показники міцності склеювання

№	Зберігання по EN205	Міцність склеювання в N/ MM^2 групи навантаження			
	Спосіб і тривалість зберігання	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**
1	7 днів при нормальному кліматі	>=10	>=10	>=10	>=10
2	7 днів при нормальному кліматі 3 години в холодній воді				
	7 днів при нормальному кліматі	—	>=8	—	—
3	7 днів при нормальному кліматі 4 дні в холодній воді			—	—
		—	>=2	>=4	4
	7 днів при нормальному кліматі 4 дні в холодній воді				
	7 днів при нормальному кліматі	—	—	>=8	—
5	7 днів при нормальному кліматі 6 годин в киплячій воді				
	2 години в холодній воді	—	—	>=4	—
6	7 днів при нормальному кліматі 6 годин в киплячій воді 2 години в холодній воді				
	7 днів при нормальному кліматі				>=8

З метою вирівнювання внутрішніх напружень і різниці вологості, склеєна заготовка повинна оброблятись не раніше, ніж після 2 - 3 днів складування в опалюваному приміщені.

Євробрус тришаровий буває таких основних груп:

а) брус відбірний; б) брус зрощений; в) брус ’’класу люкс”.

У зрощеного бруса всі сторони простругані, поздовжньо зрощені на міні -шип. У бруса “екстра” всі сторони простругані, зовнішні шари виконані без зрощення, внутрішній шар зрощений на мінішип.

Крім правильного вибору деревинної породи, потрібно дотримуватись ще і технологічних параметрів, які важливі для віконного виробництва.

Отже клеєний брус і столярну плиту одержують склеюванням шарів дощок в пакет з практично паралельним розташуванням волокон деревини. Цей метод дозволяє одержувати елементи суцільного прямокутного перетину.

Зубчато-клинові шипові з'єднання: само направляюче торцьове з'єднання, створюване шляхом виготовлення механічними засобами деякої кількості однакових клиноподібних симетричних шипів на торцях двох дерев'яних деталей, які потім склеюються разом. Див. рис.1.1

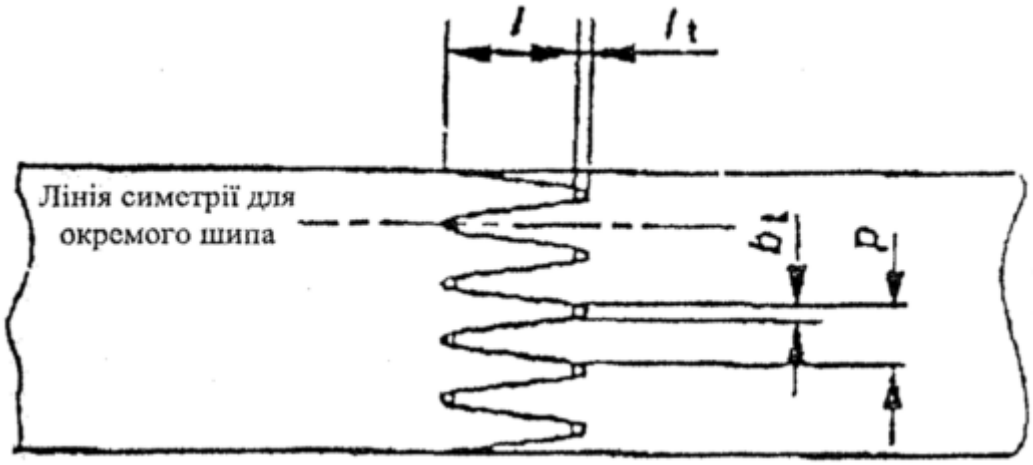

Рис.1.1. Типовий профіль зубчато-клинового шипового з'єднання з довжиною шипа L, кроком шипа p, шириною вершини bt і зазором li.

Довжина шипа: відстань між основою і вершиною шипа, виміряна по центральній лінії шипа.

Крок шипа: відстань між шипами, виміряна від центру до центру.

.

У межах власне з'єднання не допускається наявність сучків, тріщин або значного порушення волокон. З боку з'єднання мінімальна відстань між сучком і відповідним торцем заготовки, зміряне уздовж однієї заготовки, повинна складати L+3d, де d - діаметр сучка, зміряний перпендикулярно до напряму довжини заготовки, див.рис.1.2.

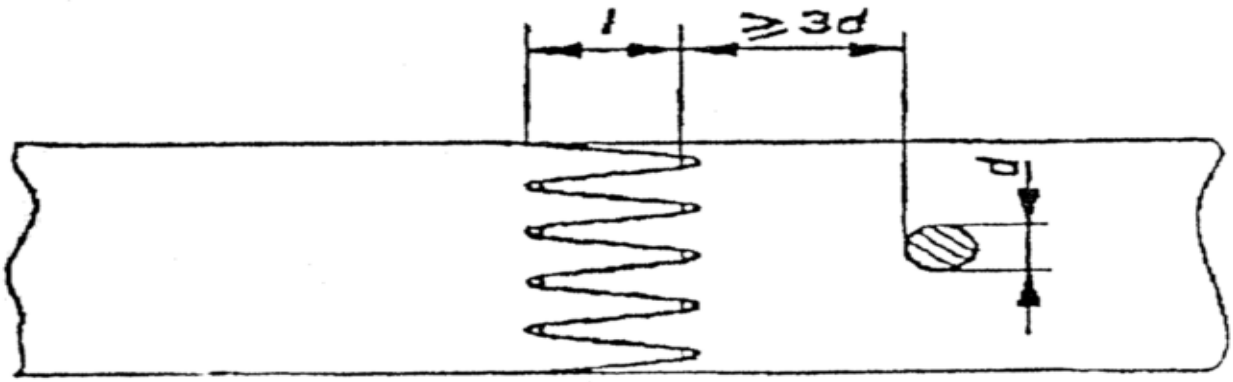

Рис.1.2. Мінімальна відстань від торця заготовки до сучка

Якщо одна заготовка відрізається у межах сучка (для видалення цього сучка), то розріз повинен проходити по заготовці так, щоб після видаленого сучка залишався відрізок заготовки, який щонайменше відповідає довжині 3d від сучка до місця відрізу, див. рис. .3

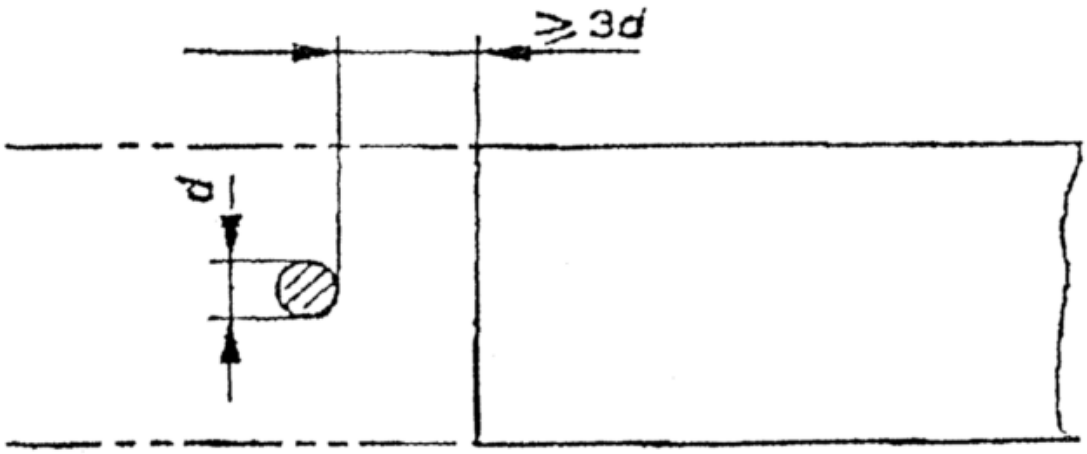

Рис.1. 3. Мінімальна відстань при різанні для видалення сучка. Кромка з обзелом або пошкоджена кромка

У поперечному перетині не допускається наявність кромки з обзелом або пошкодженої кромки, які захоплюють більше двох кутів з'єднання у межах довжини шипа і в межах 75 мм від найближчого дна шипа. Площа кромки з обзелом близько одного кута не повинна складати більше 1% площі поперечного перетину (рис.1.4).

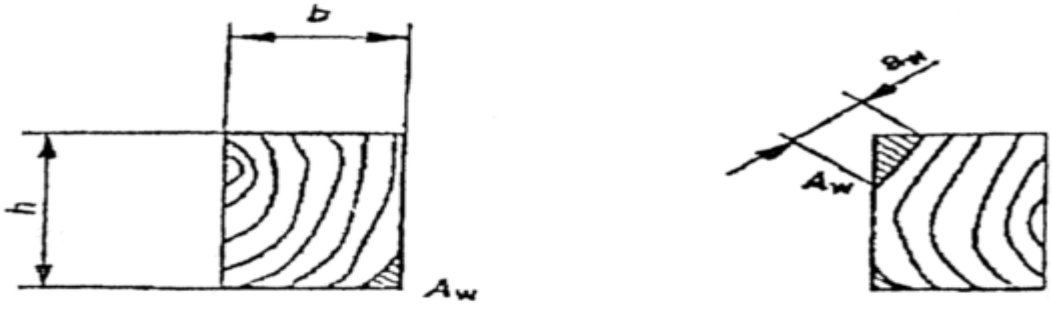

Рис. 1.4. Поперечний перетин деревини біля кромки з обзелом Площа поперечного перетину, коли A=bh.

Площа кромки з обзелом складає Aw.

Вимога полягає у тому, що Aw±A/10

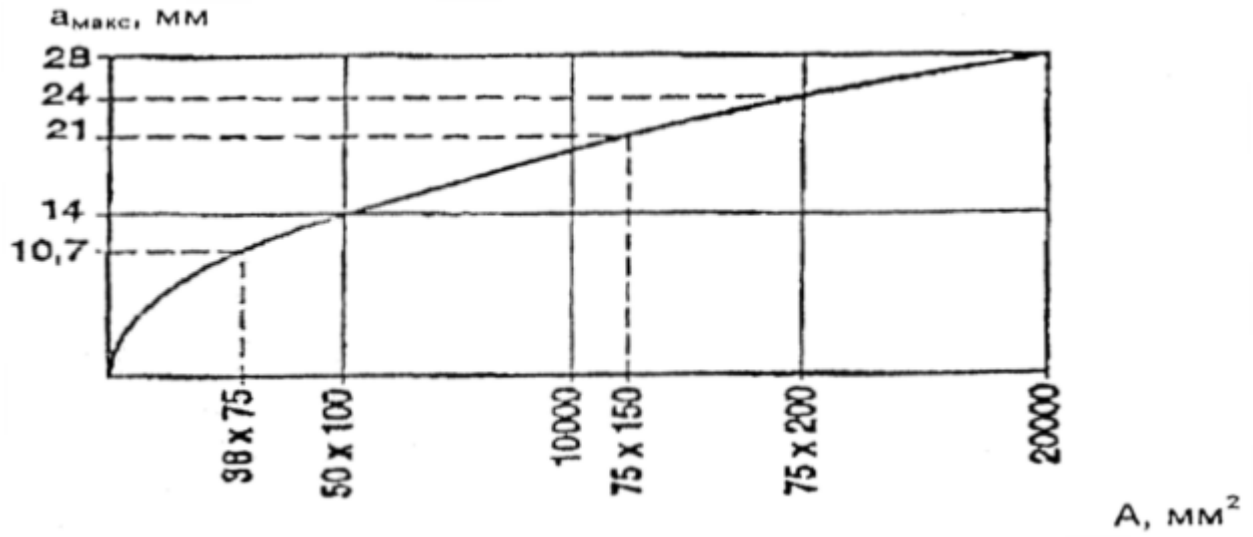

Рис. 1.5. Максимально допустима діагональ a max=A/5, відповідна площі кромки з обзелом в 1% від площі поперечного перетину A

Таблиця 1.3. Максимально допустимі значення товщини, t, і поперечного перетину, A, шарів дощок, вживаних в конструкціях згаданих категорій експлуатації

	1-ша категорія експлуатації		2-га категорія експлуатації		3-я категорія експлуатації	
Породи деревини.	t, мм	A, мм2	t, мм	A, мм2	t, мм	A, мм2
Хвойні широколистяні	45;40	10000 7500	45;40	9000 7500	35;35	7000 6000
Примітка: Якщо площа поперечного перетину перевершує 7500 мм2, то в шарах рекомендується вистругувати паз.						

Таблиця 1.4 Загальні вимоги до якості деревини клеєного бруса

Ознака	Вимоги
1 .Транзитні тріщини	Не допускаються
2.Бура чи червона гниль	Не допускаються
3 .Косошаровість	Не допускаються
4.Забарвлення ядра	Не допускаються
5.Посиніння	Не допускаються

6.Залишки смоли	Не допускаються, допускаються 75мм довжини в тому випадку, коли є непрозоре опорядження
7.Довгі та поперечні тріщини	Не допускаються, максимальна їх ширина 0,5 мм, глибина 12,5%
8.Смоляні кишеньки	Не допускаються
9.Сліди пошкодження комахами	Не допускаються, допускається коли проводять ремонт
10.Сучки з діаметром який перевищує половину ширини	Не допускаються
11.Обзел дерева	Допускається тільки в окремій оброблюваній частині деревини
12.Серцевина	Не допускається

Згідно стандартів можна виправляти дефекти деревини, наприклад такі як: нездорові сучки, тріщини більші 0,5 мм ширини, виступи смоли, пошкодження комахами.

Таблиця 1.5 Додаткові вимоги до якості деревини

Ознака	Вимога
1 .Ширина зон приросту річних кілець	У хвойних - max 6мм±3мм У листяних - max 3мм в межах профілю
2.Неспіла деревина	Не допускається
3.Поперечні тріщини, косі тріщини (включаючи поломку вітром)	Не допускається
4.Щільність (питома вага деревини)	Хвойні min 350 кг/м3, при W=15% Листяні min 450 кг/м3 приW=15%
5.Дуже смолиста деревина	Не припускається

Таблиця 1.6 Вимоги до пилопродукції

Ознака	Вимога
1 .Вологість деревини	13+2%
2.Розміщення річних кілець	Нахил до поверхні більше 45 градусів

3.Різниця у вологості між склеюваними ламелями	Не більше 2%
4.Відхилення розміру по товщині	Не більше ±0,5мм
5.Відхилення від лінійності	Не більше 1мм/м

Розміри клеєного бруса визначаються системою вікон які виготовляються на тому чи іншому підприємстві.

Найнадійніше склеювання при виготовленні профільованого віконного бруса виходить при склеюванні по формах L, Z або T:

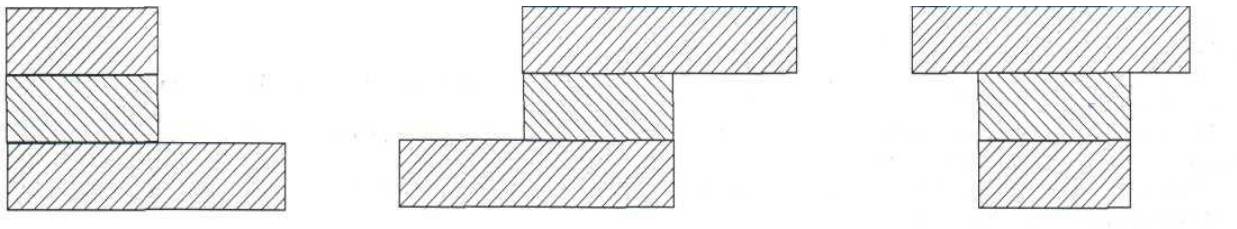

Рис.1.6. Профілі віконного бруса

L-профіль Z-профіль T-профіль

В цьому випадку виходить рівномірний розподіл сили прижиму, оскільки склеюванні деталі мають однакову ширину і клейові шви розташовані точно один напроти одного.

1.3. Висновки та задачі дослідження

1. Вирішення проблеми раціонального використання деревини на Україні є дуже актуальним народногосподарським завданням.

2. На якість пиловочної сировини і пилопродукції істотно впливає порода деревини, лісорослинні умови і форми насадження, спадковість, вік та інші фактори. Враховуючи цю обставину, більшість дослідників приходять до висновку про необхідність порайонного вивчення якості пиловочної сировини та її впливу на вихід специфікаційної продукції.

3. Широке поширення і порівняно високі фізико-механічні властивості, достатня біостійкість, хороша просочуваність антисептиками і оброблюваність інструментами дає підстави і дані рекомендувати хвойну деревину у виробництві клеєного бруса для столярно-будівельних та ін..

виробів.

Основними завданнями досліджень цієї роботи є:

1. Теоретична оцінка факторів, що впливають на вихід пилопродукції з розробленням рекомендацій щодо зменшення кількості відходів.

2. Проведення експериментальних робіт з планування та оптимального розкрою лісоматеріалів на радіальні пиломатеріали. Визначення об'ємного виходу пиломатеріалів з пиловочних колод шляхом застосування сучасних схем розпилювання.

3. Планування та проведення багатофакторного експерименту з математичного опису виходу пиломатеріалів та заготовок в залежності від способу розкрою та розмірно-якісної характеристики лісоматеріалів.

4. Розробити науково- обґрунтовані коефіуієнти витрат деревини хвойних порід у виробництві клеєного бруса для сучасних столярних виробів.

5. Розглянути та запропонувати технологічні рекомендації з виготовлення тришарового клеєного бруса та види обладнання.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

2.1. Обґрунтування витрат сировини за етапами технологічного процесу

Основного завдання технолога сьогодні входить розробка ресурсо- та енергоощадних технологій виготовлення існуючих та сучасних СБВ, які базуються, насамперед, на раціональному (ефективному) та ефективному використанні деревних матеріалів на всіх етапах (операціях) техпроцесу.

Отже, технологічний процес виробництва сучасних вікон та дверей передбачає такі основні етапи :

– можливий розкрій круглих лісоматеріалів;

– сушіння пиломатеріалів ;

– розкрій пиломатеріалів на заготовки, калібрування заготовок;

– вирізка дефектних місць (оптимізація);

– зрощування відрізків (рейок) за довжиною, витримка та друге калібрування заготовок;

– склеювання ламелей за товщиною, виготовлення клеєного бруса, витримка та полімеризація клею, третє калібрування бруса;

– поперечний розкрій бруса за довжиною за специфікаціями виробів та шліфування заготовок;

– фрезерування шипових з’єднань;

– фрезерування заготовок у розмір за перерізом (внутрішнє профілювання);

– складання рамок та коробок;

– оброблення рам за зовнішнім контуром;

– фрезерування отворів, пазів під столярну фурнітуру, підготовка поверхні до опорядження;

– оброблення антисептиком, ґрунтування та опорядження складальних одиниць чи виробу;

– монтаж склопакетів та фурнітури;

– складання, герметизація та пакування виробу.

Як видно, виробництво вікон та дверей із деревини потребує великої кількості технологічних операцій, трудових та матеріальних витрат в першу чергу на виготовлення клеєного бруса для вікон та дверей.

В плані технологічної витрати деревної сировини є найбільш вагомими та складними наступні операції. Такими основними операціями технологічного процесу є: розкрій круглих лісоматеріалів на пилопродукцію, розкрій пиломатеріалів на заготовки та вирізка дефектних місць (оптимізація). Заслуговують уваги, безперечно, операції якісного сушіння, склеювання деревини, механічного оброблення, опорядження, складання та інші операції.

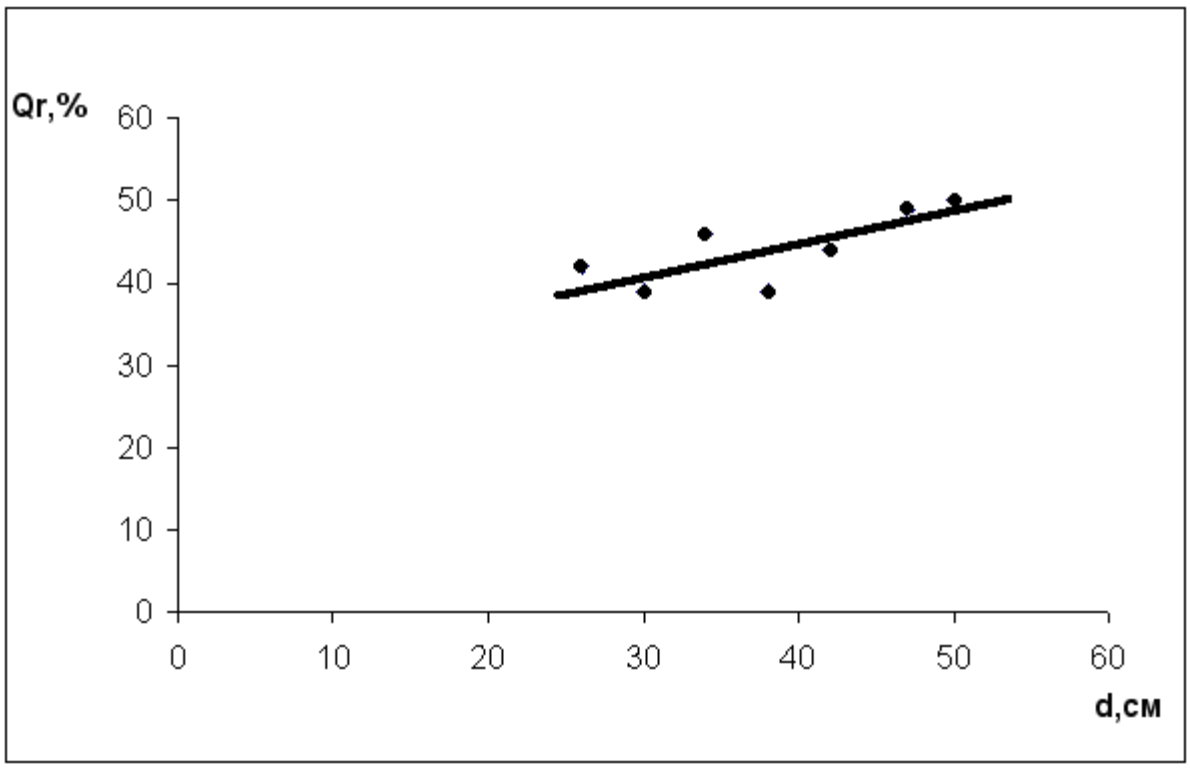

Рис.2.1 Графік залежності об'ємного виходу радіальних та напіврадіальних пиломатеріалів від діаметра колод

З теоретичних розрахунків та побудованих на їх основі графіків видно, що при збільшенні діаметра колод збільшується об'ємний вихід радіальних та напіврадіальних пиломатеріалів .

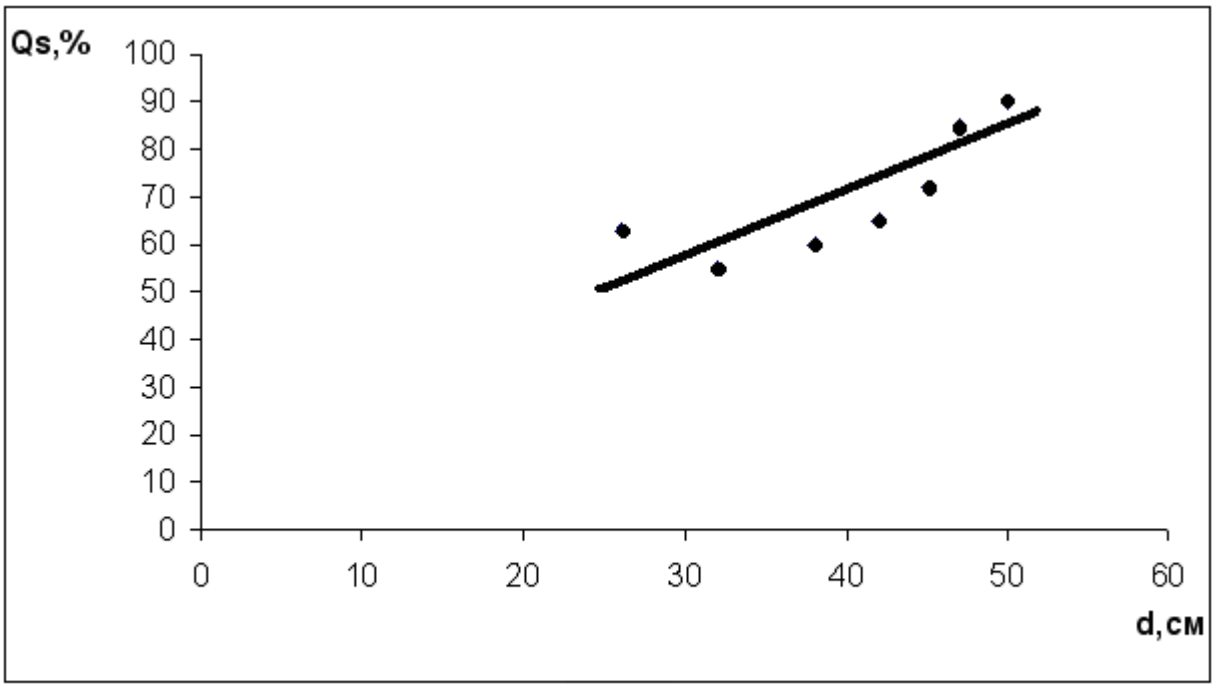

Рис.2.2. Графік залежності загального об'ємного виходу пиломатеріалів від діаметра колод

В основу планування оптимізації плану розкрою колод на пилопродукцію закладено математичну модель, цільова функція якої зводиться до мінімізації витрат пиловочника при заданих об’ємах матеріалів і сировини.

$$F(x) = X_{ijl} \rightarrow \min \qquad (2.1)$$

За таких умов:

– на пиломатеріали: $a_{ij}X_{ij} \geq V_l$

– на сировину: $X_{ij} = q_i$; при $X_{ij} \geq 0$;

При визначенні розмірів заготовки, орієнтуючись на розміри конкретної деталі, необхідно враховувати припуски на оброблення у всіх операціях технологічного процесу.

$$П_{сум} = П_{вс} + П_р + П_ф + П_{ф.с.} + П_ш, \qquad (2.2)$$

У загальному вигляді ефективність використання матеріалів оцінюється показником виходу чи коефіцієнтом виходу заготовок:

$$Р_з = \frac{V_з}{V_{пм}} \cdot 100\% \text{ або } К_з = \frac{V_з}{V_{пм}}. \quad (2.3)$$

Для розрахунку оптимального плану розкрою використано метод лінійного прогоамування.

Втрати деревини при розкрої пиломатеріалів (рис.2.3):

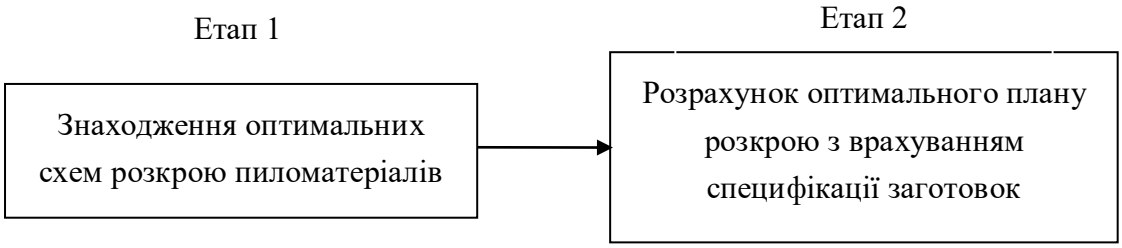

Рис.2.4. Етапи рішення оптимального розкрою з використанням ОТ.

Рішення математичної моделі задачі полягає у знаходженні таких позитивних результатів, які мінімізують цільову функцію.

Математична модель:

$$F = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} L_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \qquad (2.4)$$

обмеження:

$$\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} a_{ij} x_{ij} \geq b_i \quad (i=1, 2, \ldots M;\ j=1, 2, \ldots N),$$

$$R_i = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} x_{ij} \rangle 0,$$

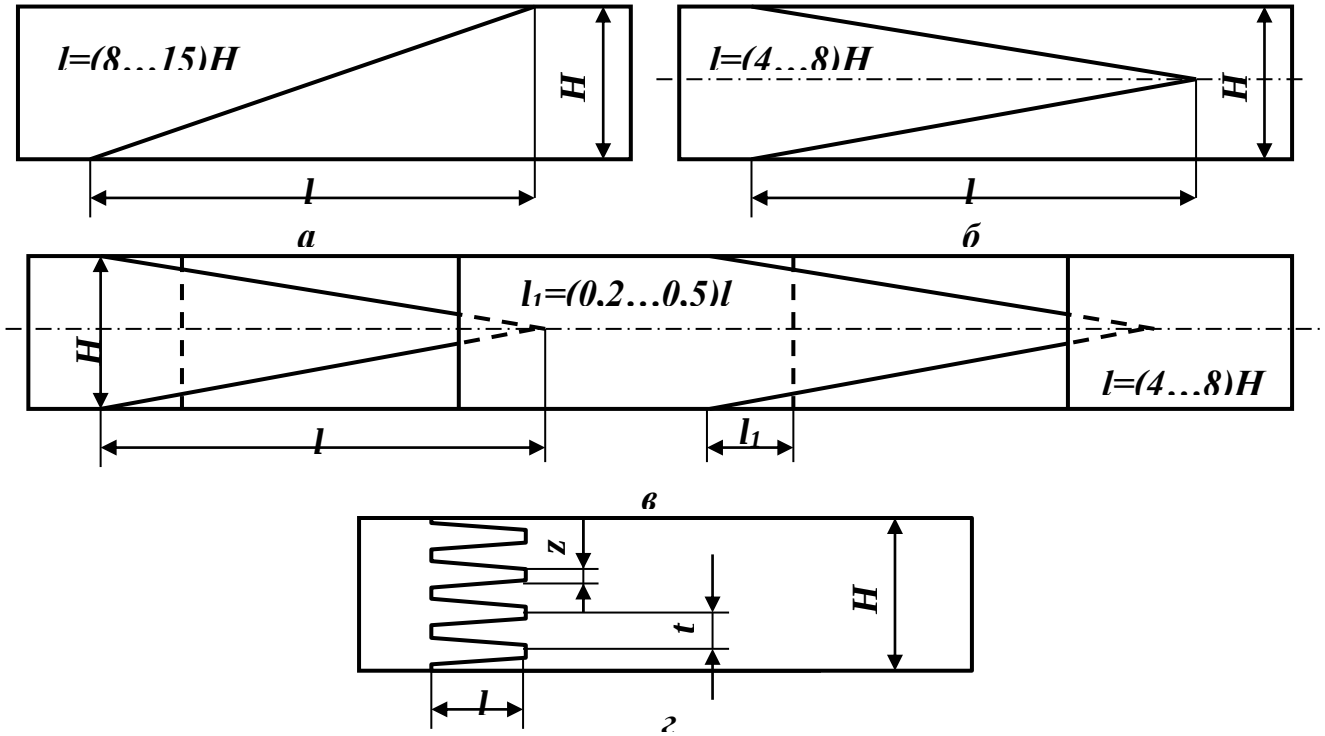

Рис. 2.5. З’єднання за довжиною: а – на вус; б – в кут (клиноподібне); в – в кут з поворотом (клиноподібне); г – шип зубчастий

Таблиця 2.1. Розмірні характеристики зубчастого шипа

№ п/п	Назва зубчастого шипа	Характеристика шипа, мм		
		Довжина, *l*	Крок, *t*	Затуплення, *z*
1	Максі-шипи	50	12,00	2,0
		32	8,00	1,0
2	Міді-шипи	20	6,00	1,0
		10	3,50	0,5
3	Міні-шипи	5	1,75	0,2

Таблиця 2.2. Показники міцності деревини та зубчастих з'єднань за довжиною

Об'єкт оцінювання	Довжина шипа, *l* мм	Межа міцності, МПа		
		при розтягуванні	при згині	при сколюванні
Деревина		85	65	6
Зубчасте клейове з'єднання	50	55	53	5,0
	32	55	53	5,0
	20	45	40	4,5
	10	45	40	4,5
	5	45	40	4,5

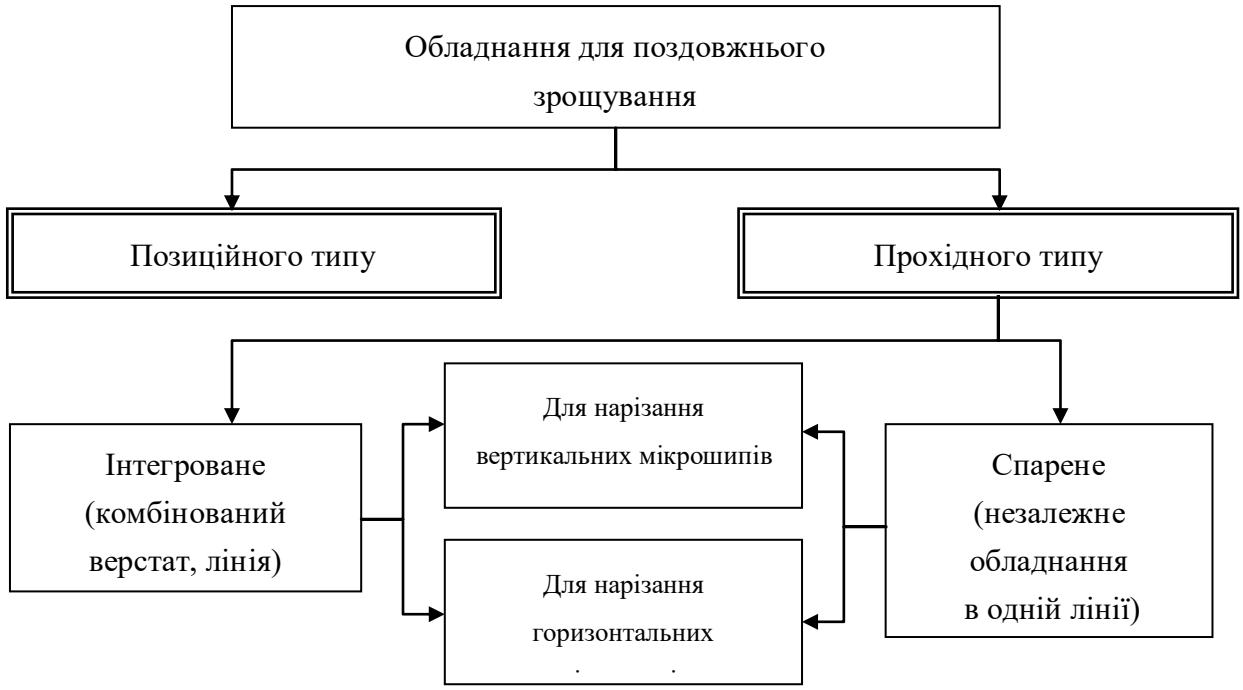

Рис. 2.6**.** Обладнання для повздовжнього зрощування

Перелік лише деяких переваг свідчить, що без склеєної деревини у виробництві вікон не обійтись (рис. 2.6).

2.2. Технологічні рекомендації з виготовлення клеєного бруса

Таблиця 2.3. Орієнтовна вартість основного обладнання для необхідної продуктивності

Продуктивність, пог. м/год	360		720		1800	
Кількість циклів	1 цикл (2)		2 цикли (3)		5 циклів (10)	
Тривалість циклу	60 с		30 с		12 с	
Верстати	АСТРА	Ціна, євро	ГорлушКО	Ціна, євро	Grecon	Ціна, євро
Багатопилковий	Мульті	8800	ЦМР-4	9990	WACO	34400
Чотирибічний	СФ-А-К	4200	С16Ф-1	7550	Weinig	59900
Торцювальний	СТ-А-5	1700	СШ-400	2×1650	OptiCut	48700
Шипорізний	ШС-120	4300	СШ-120	6400	HS-120	75000
Зрощувальний	ППС-П	7500	ПССТ-6	11760	Conti-M	42000
Сумарна вартість		26500		39000		265000

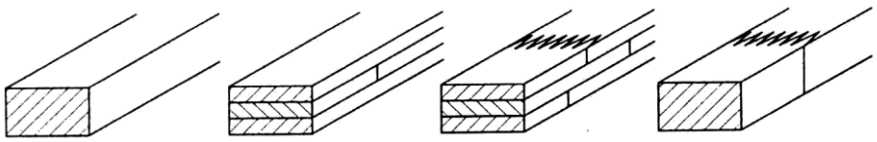

Рис. 2.6**.** Бруски для дерев’яних вікон та дверей

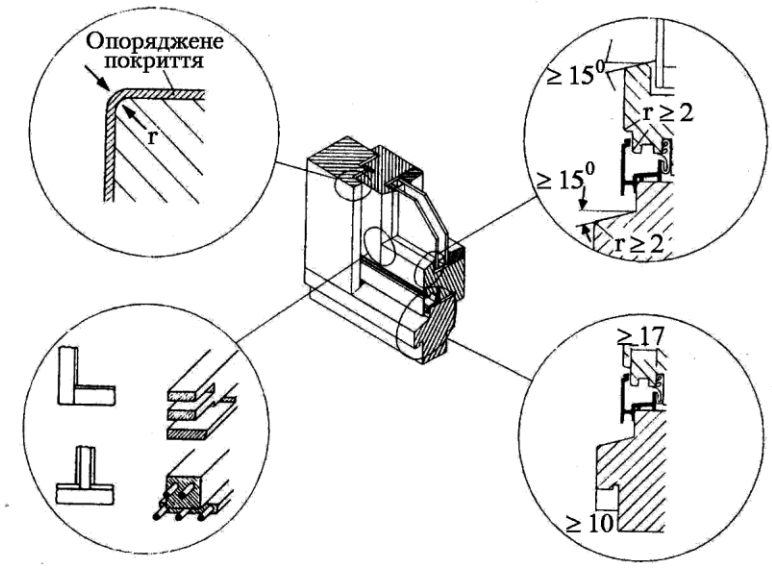

Рис. 2.7**.** Захист віконних поверхонь від попадання вологи

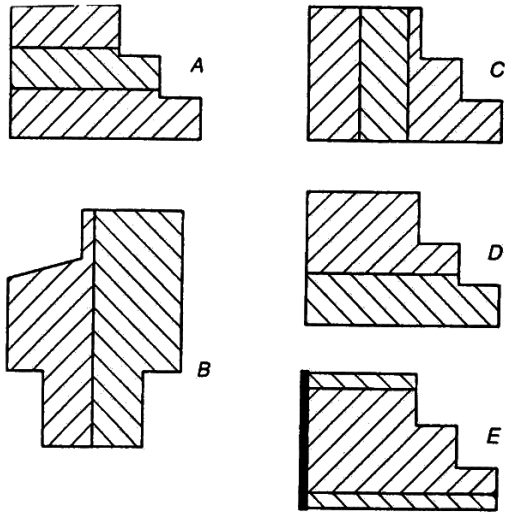

Рис. 2.8**.** Деякі конструкції віконних профілів із клеєного бруса.

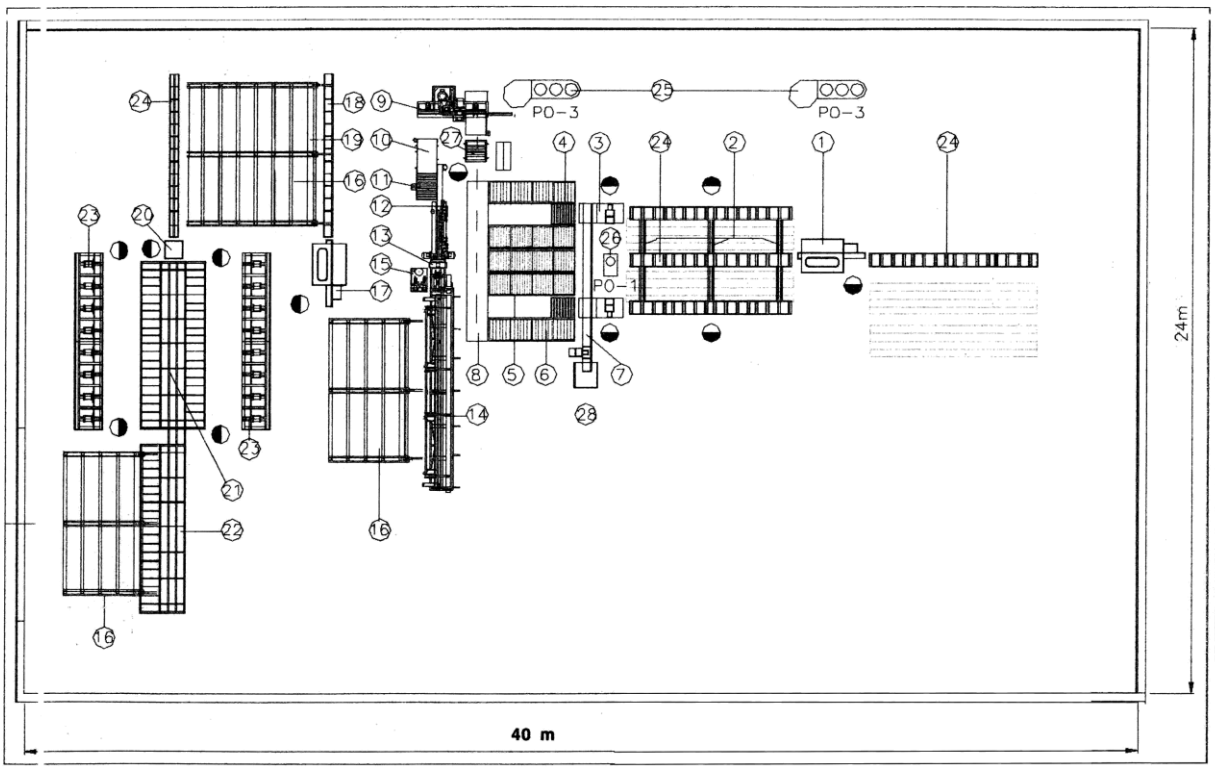

Рис. 2.9. Технологічна схема виготовлення тришарового клеєного бруса

Таблиця 2.4. Аналіз продуктивностей обладнання провідних фірм для виготовлення євробруса і меблевого щита

ВИГОТОВЛЕННЯ ЄВРОБРУСА				
1	Прес вертикальний	GOMA	FL6/15	15…40 $м^3$/зм
2	Прес вертикальний	ORMA	SP/L-90/15	20…50 $м^3$/зм
3	Прес вертикальний	Stromab	SL1-6000	30…60 $м^3$/зм
4	Прес вертикальний	Горлушко КО	ПГВ-6500М	30…70 $м^3$/зм
ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВОГО ЩИТА				
1	Прес площинний	GreCon dimter	ProfiPress-2500	200…700 $м^2$/зм
2	Прес площинний	ORMA	LS-35/13	200…600 $м^2$/зм
3	Прес роторний	Stromab	SL-6/6000	200…500 $м^2$/зм

Виготовляється віконний тришаровий клеєний брус 1...4 сортів і бенелюкс, який має відповідати групам навантажень D4 за DIN EN 204. Основні розміри перерізу брусу: 68х76; 72х86; 78х86; 84х86 мм (рис. 2.11).

3.МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИХОДУ ПИЛОПРОДУКЦІЇ

3.1. Мета і задачі експериментальних досліджень

Метою роботи є розроблення науково обґрунтовані коефіцієнти витрат деревини у виробництві клеєного бруса, які забезпечать раціональне та економне використання деревини з врахуванням породного і розмірно-якісного складу сировини та проведення єдиної технологічної політики в деревообробній галузі.

3.2. Основні методичні положення з проведення дослідних розпиловок

Статистична обробка результатів дослідних розпиловок, проведених раніше, показала, що мінімальна кількість колод в дослідній партії для першого сорту становить 10, для другого – 15 і для третього – 45 штук.

При складанні методичної сітки враховуються сортоутворюючі і сортовизначаючі вади, що мають повторення (згідно з результатами оглядів-перерахунків) для першого сорту – більше як 5%, другого – більше як 3,5% і третього – більше як 1,5%.

Щоб забезпечити співставлення обліку сортового і об’ємного виходу пиломатеріалів на різних заводах з сировини відповідного сорту, в дослідному розпилюванні приймаються єдині постави, характерні для даного підприємства при виробленні пиломатеріалів за ДСТУ.

3.3. Обробка результатів дослідного розпилювання

Матеріали дослідного розпилювання необхідно відразу опрацювати. Сумнівні результати слід виключити і провести додаткові розпилювання.

За даними робочих журналів (форми 3-4) складається відомість (форма 5), в якій враховується вихід пиломатеріалів з кожної колоди нарізно, а потім з дослідної партії сировини певного сорту і діаметра. Об'єм пиломатеріалів визначається з розділенням на 2 групи товщин: до 25 мм включно і більше 25 мм.

На пиломатеріали, отримані при дослідному розпилюванні колод всіх розмірів і сортів, складається зведена відомість (форма 6), за даними якої розраховується посортний вихід пиломатеріалів (заготовок) в процентах від сировини кожного діаметра і сорту. Середньозважений вихід з певного сорту обчислюється з урахуванням частки колод за діаметрами на підприємстві.

Для первинної обробки експериментальних даних вибірки визначаються основні статистичні параметри.

3.4. Методика проведення багатофакторного експерименту з визначення виходу пилопродукції

3.4.1. Вирішення задачі і вибір основних факторів

Використання математичних методів планування експерименту дозволяє дослідити на математичних моделях вплив способу розкрою на вихід пиломатеріалів в залежності від різних чинників.

Методична сітка дослідів Таблиця 3.1

Фактори	Позначаючі фактори		Рівні			Крок варіювання
	кодуючі	натуральні	-1	0	+1	
Діаметр колоди, см	XI	d	18	24	30	6
Кривизна колоди, %	X2	f	0	1	2	1
Зміщення відносно постава, мм	XЗ	A	2	6	10	4
Збіг колоди, см/м	X4	S	0,8	1,0	1,2	0,2

На підставі факторів і рівнів їхнього варіювання були побудовані матриці планування експерименту в кодованому і натуральному вираженнях.

З таблиць розподілу Стьюдента за обраним рівнем значущості q і числу ступенів свободи f, пов'язаному з дисперсією S^2, знаходили табличні значення t-критерію. Якщо $t_{розр} > t_{табл}$, то підозрювані результати були промахом і виключалися з вибірки.

При виявленні і відкиданні грубих вимірів статистичні оцінки досліду перераховували.

$$S^2\{\bar{y}\} = \sum_{j=1}^{N} S_j^2 / N, \qquad (3.3)$$

$$S_j^2 = \sum_{u=1}^{N} S_j^2 \left(y_{ju} - \bar{y}_j\right)^2 / (n-1), \qquad (3.4)$$

$$S^2\{b_i\} = S^2\{y\} / nN, \qquad (3.5)$$

$$t_i = \frac{\left| b_i \right|}{S\{b_i\}}, \qquad (3.6)$$

$$F = \frac{S^2 ab}{S^2\{y\}} \qquad (3.7)$$

3.5. Методика визначення коефіцієнтів витрати пиломатеріалів за етапами технологічного процесу

Витрата пиломатеріалів у виробництві столярно-будівельних виробів і деталей залежить від їх виду (обрізні або необрізні), сорту, деревної породи і технології виробництва виробів.

Загальний коефіцієнт витрати деревини (пиловочника, пиломатеріалів) на виготовлення 1 м^3 клеєного бруса визначають за формулою:

$$К_р = К_р^п \cdot К_р^с \cdot К_р^I \cdot К_р^о \cdot К_р^ф \cdot К_р^{II}, \text{ м}^3/\text{м}^3 \qquad (3.8)$$

де K_p^n – коефіцієнт витрати деревини під час розпилювання пиловника на заготовки; K_p^c – коефіцієнт втрати при всиханні деревини; K_p^I – коефіцієнт витрати деревини під час першого калібрування для виявлення вад на пласті пиломатеріалу; K_p^o – коефіцієнт витрати деревини під час вирізання вад; K_p^ϕ – коефіцієнт витрати деревини під час фрезерування шипів та зрощування; K_p^{II} – коефіцієнт витрати деревини під час калібрування зрощених за довжиною заготовок (ламелі).

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Згідно методики експериментальних досліджень розпилювались листяні лісоматеріали середніх та товстих діаметрів на обрізні радіальні пиломатеріали (заготовки) для виготовлення клеєного бруса згідно матриці планування багатофакторного експерименту.

Оскільки нами обрана регресійна модель першого порядку для ПФП ^{2} , рівняння регресії має вигляд:

$$У = B0 + B1X1 + B2X2 + B3X3 + B4X4 + B12X1X2 + B13X1X3 + B14X1X4 + B23X2X3 + B24X2X4 + B34X3X4 + B123X1X2X3 + B234X2XзX4 + B 1234X1X2X3X4.$$

4.1. Дослідження процесу розпилювання колод розвально- сегментним способом

З метою перевірки вибраних схем розкрою були проведені дослідження у виробничих умовах.

Результати проведення експериментальних розпиловок Таблиця 4.1

Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			5
Об'єм колоди, V, мЗ			0,29
Товщина дошки, S, мм			
Ширина пиломатеріалу В, мм	22 240 0 0 0 0	32 260 270 150 210 250	99 0 0 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , мЗ			0,2088
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			72
Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			5.2
Об'єм колоди, V, мЗ			0.30
Товщина дошки, S, м			
Ширина пиломатеріалу В,мм	22 140	32 220 260 200 240 0	99
Об'ємний вихід пиломатеріалів , мЗ			0.1691
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			56.36

Таблиця 4.2

Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			5.3
Об'єм колоди, V, м3			0.31
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
	0	160	240
Пиломатеріалу	0	240	0
В,мм	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0.1938
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			56.36

Таблиця 4.3

Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			5.1
Об'єм колоди, V, м3			0.30
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
	0	180	0
пиломатеріалу	0	240	0
В,мм	0	260	0
	0	220	0
	0	260	0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0.1893
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			63.1
Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			5.2
Об'єм колоди, V, м3			0.29
Товщина дошкиS, м			
Ширина	22	32	99
	0	240	220
пиломатеріалу	0	270	0
В,мм	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0.1981
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			68.31

Таблиця 4.4

Діаметр колоди , d, см			26
Довжина колоди, L, м			4
Об'єм колоди, V, м3			0.23
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99

		200	270
	300		
пиломатеріалу	0	250	
В,мм	0	0	
	0	0	
	0	0	
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0.1909
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			83

Таблиця 4.5

Діаметр колоди , d, см			28
Довжина колоди, L, м			5
Об'єм колоди, V, м3			0,37
Товщина дошкиS, м			
Ширина	22	32	99
		280	240
	250		
пиломатеріалу	180	300	0
В,мм	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,2744
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			74,16

Таблиця 4.6

Діаметр колоди , d, см			28
Довжина колоди, *L*, м			5
Об'єм колоди, V, м3			0,37
Товщина дошки,S, м			
Ширина	22	32	99
		270	240
	210		
пиломатеріалу	0	300	0
В,мм	0	320	0
	0	0	0
	0	0	0
Об'ємний вихід пиломатеріалів, м3			0,3014
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			81,45

Таблиця 4.7

Діаметр колоди , d, см			28
Довжина колоди,L, м			5
Об'єм колоди, V, м3			0,37
Товщина дошки, Б, м			
Ширина	22	32	99
		190	210
	0		
пиломатеріалу	0	230	0
В,мм	0	260	0
	0	0	0
	0		0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,217
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			58,64

Таблиця 4.8

Діаметр колоди , d, см			28
Довжина колоди, L, м			5,2
Об'єм колоди, V, м3			0,38
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
пиломатеріалу B,мм	150 0 0 0 0	0 0 0 0 0	250 200 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,2488
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			65,47
Діаметр колоди , ci, см			28
Довжина колоди, L, м			5,2
Об'єм колоди, V, м3			0,38
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
пиломатеріалу B,мм	0 0 0 0 0	240 280 300 0 0	250 0 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,2651
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			69,76

Таблиця 4.9

Діаметр колоди , d, см			28
Довжина колоди, L, м			5,3
Об'єм колоди, V, м3			0,39
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
пиломатеріалу B,мм	200 0 0 0 0	180 280 320 0 0	270 0 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,2973
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			76,23

Таблиця 4.10

Діаметр колоди , d, см			32
Довжина колоди, L, м			5,3
Об'єм колоди, V, м3			0,51
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
пиломатеріалу B,мм	240 0 0 0 0	280 320 360 260 0	0 0 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,408
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			80,19

Таблиця 4.11

Діаметр колоди , d, см			42
Довжина колоди, L, м			4,1
Об'єм колоди, V, м3			0,66
Товщина дошки, S, м			
Ширина пиломатеріалу В,мм	22	32	99
	300 0 0 0	370 400 420 400	330 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,5507
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			83,44
Довжина колоди,L, м			3
Об'єм колоди, V, м3			0,67
Товщина дошки, S, м			
Ширина пиломатеріалу В,мм	22	32	99
		260 340 500 500 0	400 410 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,3942
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			58,83

Таблиця 4.12

Діаметр колоди , d, см			46
Довжина колоди, L, м			4
Об'єм колоди, V, м3			0,77
Товщина дошки, S, м			
Ширина	22	32	99
пиломатеріалу В,мм	250 0 0 0 0	300 350 400 450 0	480 0 0 0 0
Об'ємний вихід пиломатеріалів , м3			0,6242
Об'ємний вихід пиломатеріалів, %			81,06

Провівши контрольні розпилювання колод отримано незначне відхилення від теоретичних розрахунків. Дані відхилення обумовлені наступними факторами:

- кривизною колоди;
- відсутністю сортування колод;
-боковим зміщення відносно осі колод і брусів;
-типом головного обладнання;
-якістю пиловочної сировини.

4.2. Дослідження впливу основних факторів на вихід радіальних пиломатеріалів. За результатами теоретичних розрахунків були отримані наступні залежності об'ємного виходу радіальних та напіврадіальних пиломатеріалів та загального об'ємного виходу від діаметру колод (рис.4.1. та рис.4.2.).

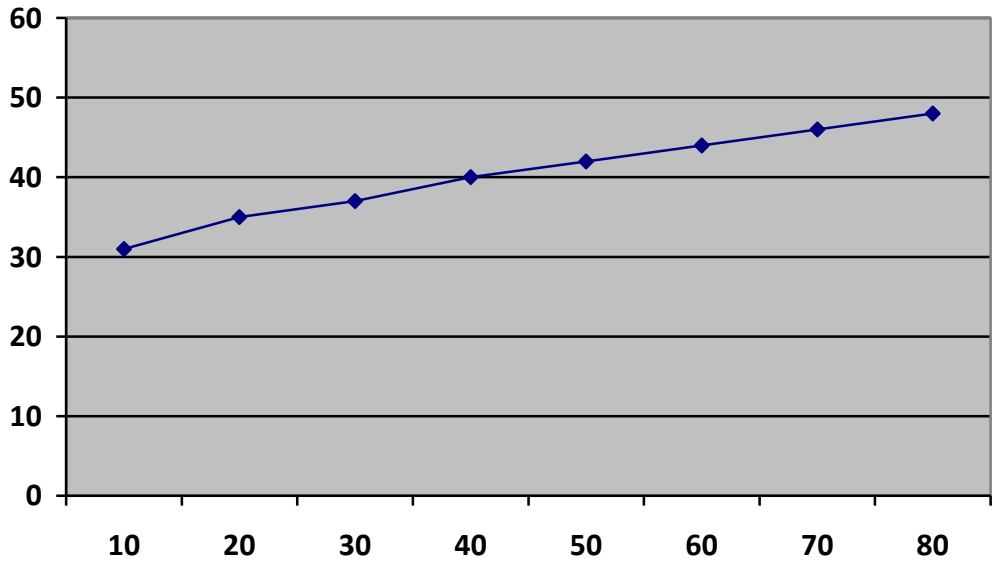

Рисунок 4.1 Графік залежності об’ємного виходу радіальних та напіврадіальних пиломатеріалві від діаметру колод.

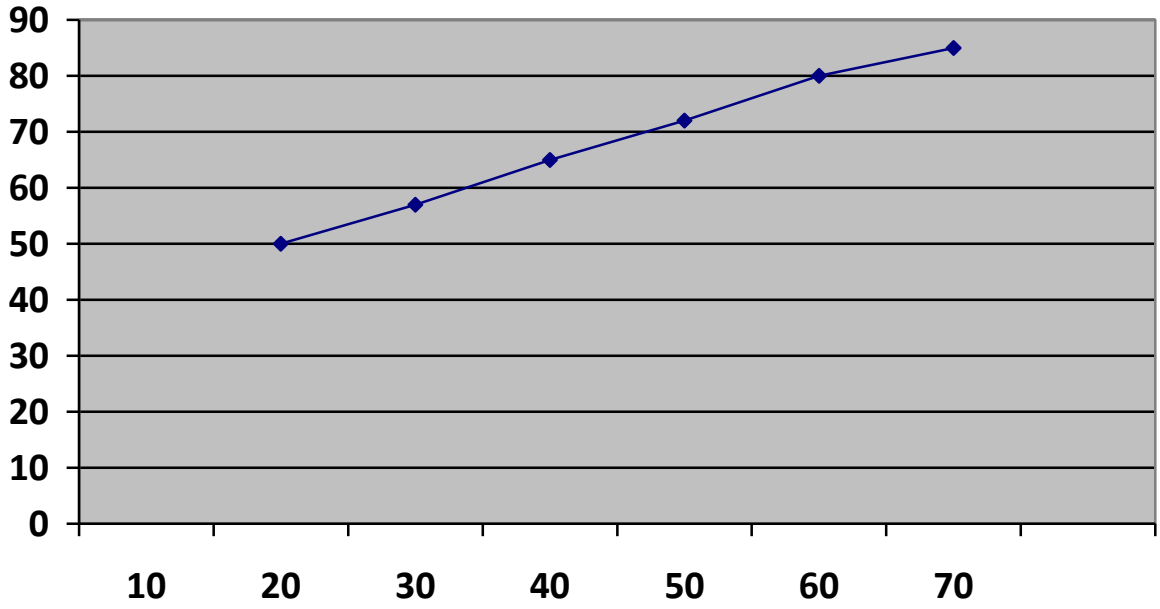

Рис.4.2.Графік залежності загального об'ємного виходу пиломатеріалів від діаметру колод.

З проведених теоретичних розрахунків та побудованих на їх основі

графіків видно, що при збільшенні діаметру колод збільшується об'ємний вихід радіальних та напіврадіальних пиломатеріалів та значно збільшується загальний об'ємний вихід пилопродукції.

Таблиця 4.13.

Матриця планування експерименту та результати виходу пиломатеріалів

№ досліду	Фактори				Вихід пиломатеріалів, %, при способі розпилювання		
	d	f	A	s	брусово-розвальний	розваль-ний	розвально-сегментний
1	30	2	10	1,2	60,1	61,1	63,7
2	18	2	10	1,2	49,1	58,0	59,8
3	зо	0	10	1,2	62,0	65,6	67,6
4	18	0	10	1,2	50,2	63,0	64,8
5	30	2	2	1,2	61,0	63,6	64,8
6	18	2	2	1,2	49,8	61,0	62,3
7	30	0	2	1,2	64,1	68,1	68,8
8	18	0	2	1,2	52,7	67,0	67,3
9	30	2	10	0,8	59,8	61,6	63,1
10	18	2	10	0,8	49,0	57,5	59,0
11	30	0	10	0,8	60,0	65,1	67,1
12	18	0	10	0,8	50,0	63,1	64,0
13	30	2	2	0,8	60,3	63,5	64,3
14	18	2	2	0,8	49,5	60,5	62,0
15	30	0	2	0,8	62,1	67,6	68,3
16	18	0	2	0,8	53,2	66,4	67,3

Таблиця 4.14.

Регресійний аналіз моделей

Розрахунковий параметр	Способи розпилювання		
	брусово-розвальний	розвальний	розвально-сегментний
Дисперсія адекватності	14,903	17,119	13,679
Число степенів вільностей	12	12	12
Дисперсія виникнення	8,912	10,226	8,658
Число степенів вільностей	144	144	144
Розрахункове значення критерія Фішера	1,604	1,679	1,580
Табличне значення критерія Фішера	1,75	1,75	1,75
Рівень значимості, %	5	5	5

Коефіцієнти рівнянь визначалися по типовій програмі на ЕОМ. Отримані рівняння регресії в кодованих та натуральних змінних.

Рівняння регресії в натуральному значенні

Для брусово – розвального способу:

B = 54,380 + 1,482d - 9,4510f - 3.701A + 0,779s - 1,106df - 2,230dA + 0,145ds;

для розвального способу:

B = 63,1370 + 0,1175d - 1,9375f+ 0.7815A + 2,4375s - 0,0273dA -0,25fs + 0,051ds + 0,0026dfA + 0,0104df - 0,455fA + 0.3905fAs - 0.700As - 0,013dfAs + 0,0248dAs;

для розвально-сегментного способу:

B = 63,450 + 0,1264d - 3,25f - 0,6344A + 1,5625s + 0,042df + 0,076dA - 0,032ds

4.3. Розрахунок витрати сировини за етапами технологічного процесу

У сучасних технологічних процесах виготовлення клеєного брусу та зрощеної ламелі розраховують витрату деревини:

Згідно з розробленою методикою визначення коефіцієнтів витрати пиломатеріалів (лісоматеріалів), проведено експериментальні дослідження у виробничих умовах:

Тоді загальний коефіцієнт витрати деревини на 1 м^3 клеєного бруса із пиловочника дуба:

I с – $К_р$=1,724·1,07·1,09·1,15·1,10·1,15=2,926 м^3/м^3;

II с – $К_р$=2,174·1,07·1,15·1,35·1,10·1,15=4,567 м^3/м^3.

Таблиця 4.15. Зведені коефіцієнти пооперацiйних норм витрати деревини на 1 м^3 заготовок із клеєного бруса (переріз 72х86 мм)

№п/п	Технологічні операції та коефіцієнти витрат	Пиловочник хвойних порід		
		I с	II с	III с
1	2	3	4	5
1	Розкрій пиловочника: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,724 32х98	2,174 32х98	2,380 32х98
2	Сушіння: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,04...1,10 30,5х94	1,04...1,10 30,5х94	1,04...1,10 30,5х94
3	Калібрування I: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,09 28х91	1,15 28х91	1,15 28х91
4	Вирізання вад (оптимізація): – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,10...1,15 28х91	1,35 28х91	1,65 28х91
5	Фрезерування шипів та зрощування: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,04...1,10 28х91	1,04...1,10 27х91	1,04...1,10 27х91
6	Калібрування II: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок віконного бруса за перерізом, мм	1,11...1,15 25х86 22х86	1,11...1,15 25х86 22х86	1,11...1,15 25х86 22х86
7	Склеювання бруса: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри заготовок клеєного віконного бруса за перерізом, мм	- 72х86	- 72...86	- 72х86
	Загальний коефіцієнт витрати деревини на 1 м^3 клеєного бруса ($К_р$)	2,925	4,570	5,843
8	Калібрування бруса: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри клеєного віконного бруса	1,11 69х81 69х78	1,11 69х81 69х78	1,11 69х81 69х78
9	Торцювання бруса на заготовки: – коефіцієнт витрати ($К_р$) – розміри клеєного віконного бруса згідно специфікації	1,06 69х81 69х78	1,06 69х81 69х78	1,06 69х81 69х78
	Загальний коефіцієнт витрати деревини на 1 м^3 заготовок із клеєного бруса	3,440	5,380	6,880

Примітка. Після калібрування II заготовки (ламелі) віконного бруса перерізом 25х86 (зовнішній шар) і перерізом 22х86 (внутрішній шар) склеюються у тришаровий віконний брус перерізом (72х86) мм.

Висновки за розділом

Аналізуючи дані таблиць і рисунків можна встановити вплив основного чинника – зростання діаметра колод на збільшення виходу пиломатеріалів (ламелі).

Нормативи виходу за таблицями встановлюють, що при розпилюванні колод товстих діаметрів утворюється більша кількість пиломатеріалів III-го сорту, ніж із середніх діаметрів.

При розпилюванні колод товстих діаметрів утворюється більша кількість високоякісних пиломатеріалів (I-го і II-го сортів), ніж із середніх діаметрів.

Проведений математичний аналіз показує, що найбільший вплив на об'ємний вихід пиломатеріалів у всіх трьох варіантах робить кривизна пиловочної сировини (B2 = -6,31; B2 = -2,4375; B2 = -2,25). Причому при брусово-розвальному способі вплив цього фактора особливо великий.

Другий за значенням фактор при брусово-розвальному і розвальному способах - це зсув поставу відносно центра колоди (B3= -2,28; B3= -1,3125), а при розвально-сегментному способі - діаметр колоди (B1 = 1,3375).

Величини коефіцієнтів при спільному впливі (на вихід пиломатеріалів) кривизни і зсуву центра колоди щодо осі поставу показують: ці фактори найбільш сильно впливають на вихід пиломатеріалів при брусово-розвальному способі тому, що при інших виробляється розкрій сегментів по довжині на дві частини.

Значення коефіцієнтів при спільному впливі кривизни і діаметра свідчать про зниження впливу кривизни колоди (на вихід пиломатеріалів) зі збільшенням його діаметра.

Таким чином, основні досліджувані фактори (кривизна і зсув) найбільший вплив на загальний вихід пиломатеріалів роблять при брусово-розвальному способі розкрою сировини.

Розроблені математичні моделі виходу заготовок КБ, СБВ в залежності від встановлених чинників, побудовані графіки та номограми, що дозволять раціонально та ефективно використовувати деревину.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. За розробленою методикою визначення коефіцієнтів витрати пиломатеріалів (лісоматеріалів), проведено експериментальні дослідження у виробничих умовах шляхом дослідних розпилювань, використанням бази даних передових підприємств та аналізу і співставлення результатів з іншими.
2. Обгрунтовані та розроблені математичні моделі виходу пиломатеріалів в залежності від встановлених чинників та схем розкрою, побудовані графіки, що дозволить раціонально та ефективно використовувати сировину.
3. Аналіз теоретичних та виробничих досліджень надав змогу розробити науково обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві клеєного бруса.
4. Розроблені нормативні матеріали містять коефіцієнти витрати деревини залежно від сорту пиловочника, пиломатеріалів породного складу, методику визначення індивідуальних норм витрати деревини, матеріали для розробки заходів з економії сировини, методи контролю за її використанням.
5. Розроблено пооперацийні та зведені коефіцієнти витрати деревини на виготовлення 1 м^3 клеєного бруса та заготовок для сучасних та традиційних виробів.
6. Пропозиції щодо збільшення об’ємного виходу ламелі) радіальної орієнтації річних шарів та використання ефективних схем розкрою кругляка.
7. Запропоновані технологічні рекомендації з виготовлення тришарового клеєного бруса та види технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вивчити та провести обґрунтування ефективних способів розпилювання круглих лісоматеріалів та структури технологічних потоків на базі стрічкопильного обладнання. Звіт з НДР. / НЛТУ України; № держреєстрації 0104U005509. Тема №282д-04, Львів, 2005 р. – 102 с.

2. Розробити науково обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві пиломатеріалів. Звіт з НДР / НЛТУ України; № держреєстрації 0105U004468. Тема №316д-05, Львів, 2005 р. – 73 с.

3. Аналіз технологічних процесів лісопильно-сушильних дільниць при виго товленні клеєного бруса. Магістерська робота. Голубник Г.Ю.,2004. - 107 с.

4. ДСТУ EN 1927-1:2018

Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 1. Ялина та ялиця; (EN 1927-1:2008, IDT)5. Борискина И.В. и др. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. – М.: АСВ, 2003. – 320 с.

5. ДСТУ EN 1927-2:2018

Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна; (EN 1927-2:2008, IDT)

6.ДСТУ EN 1316-1:2018

Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук; (EN 1316-1:2012, IDT)

7. ДСТУ EN 975-1-2001

Пиломатеріали. Сортування листяної деревини за зовнішнім виглядом.

Частина 1. Дуб і бук

8. Максимів В.М., Ференц О.Б., Копинець З.П. Методичні вказівки для практичних занять з автоматизованого проектування столярних виробів. – Львів: НЛТУ України, 2006. – 23 с.

9. Ференц О.Б., Максимів В.М. Технологія столярних виробів. Навч. посібник. – Львів: НЛТУ України, 2011. – 400с.

10. Державні стандарти України.