

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
Навчально-науковий інститут деревообробних технологій і дизайну  
Кафедра технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи магістра на тему

### **Вплив розмірно-якісних характеристик ільмових пиломатеріалів на вихід готової продукції**

**Виконав:** студент групи ТД-61м  
спеціальності 187 Деревообробні та меблеві  
технології

«Технології деревообробки»

Дякун Р.В.

**Керівник:** доц. Копинець З.П.

**Рецензент:** доц. Ортинська Г.Є.

(прізвище та ініціали)

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: Т.Л.С і ДБВ  
доц. Ференц О.Б.

" 14 " 07 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ МАГІСТРУ**

Дякун Роман Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Вплив розмірно-якісних характеристик ільмових пиломатеріалів на вихід готової продукції

Керівник проекту доц. Копинень З.П.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від " 11 " 07 2023 р № С-305

2. Термін подання студентом роботи 15.01.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Провести експериментальні дослідження згідно теми магістерської роботи

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

1. Огляд стану питання. 2. Методика експериментальних досліджень. 3. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз.

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

Презентація результатів досліджень.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 14.07.2023 р.

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Копинець З.П.  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи магістра	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розділ 1	08.2023	
2	Розділ 2	08.2023	
3	Розділ 3	11.2023	
4	Оформлення МР	01.2024	

Студент Дякун Р.В. \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Керівник роботи Копинець З.П. \_\_\_\_\_  
 (підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ .....	8
1.1. Характеристика виробничого процесу виготовлення готової продукції .....	8
1.2. Характеристика деревини ільма .....	27
1.3. Вимоги до якості пиломатеріалів, чорнових заготовок та деталей з деревини ільма .....	30
1.4. Аналіз досліджень щодо виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів .....	30
1.5. Висновки до першого розділу .....	34
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	35
2.1. Загальні положення .....	35
2.2. Методика визначення розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів перед розкромом .....	35
2.3. Методика визначення розмірних характеристик чорнових, чистових заготовок та деталей .....	39
2.4. Методика встановлення виходу готової продукції з пиломатеріалів .....	43
2.5. Висновки до другого розділу .....	43
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ .....	44
3.1. Оброблення результатів експериментальних досліджень виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів .....	44
3.2. Оброблення результатів експериментальних досліджень виходу деталей з чорнових заготовок .....	44
3.3. Аналіз отриманих результатів під час проведення експериментальних досліджень .....	45

3.4. Практичні рекомендації для підприємств .....	48
3.5. Загальні правила охорони праці в меблевому цеху .....	48
3.6. Висновки до третього розділу .....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ .....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	52
ДОДАТКИ .....	54

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Деревообробна галузь в Україні завжди була популярна, завдяки великому запасу деревини в лісах, який оцінюється приблизно в 2,102 млрд м<sup>3</sup>. Завдяки цьому деревина знайшла широке застосування в багатьох напрямках деревообробки: лісопиляльне, для виготовлення композиційних матеріалів, а особливо – меблевому виробництві. І на кожній стадії заготовки та переробки деревини утворюються відходи. Так як після початку вторгнення росії в Україну ліси нашої держави сильно постраждали, нам потрібно думати над більш раціональним її використанням, а саме – при застосуванні меншого об'єму сировини та різносортності пиломатеріалів, потрібно отримувати більше різнорідної продукції. Тобто, відходи, які утворились після отримання основної кінцевої продукції, повинні проходити вторинну переробку. У процесі виготовлення меблевого виробу, який проходить багато технологічних операцій, відходи утворюються у вигляді тирси, стружки та обрізків. Кількість їх залежить від розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів, технологічної оснащеності підприємства та його потужності. Тому актуальним є дослідження впливу розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів на вихід готової продукції, особливо мало досліджених порід.

**Мета роботи і задачі досліджень.** Метою роботи є дослідження впливу розмірно-якісних характеристик ільмових пиломатеріалів на вихід готової продукції.

Для досягнення поставленої мети у роботі потрібно вирішити такі завдання:

- провести аналіз літературних джерел щодо досліджень впливу розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів на вихід готової продукції;
- розробити методику проведення експериментальних досліджень у виробничих умовах;

– на основі отриманих експериментальних даних розрахувати кількість в мЗ відходів, отриманих в процесі виготовлення даного меблевого виробу;

– розробити практичні рекомендації для підприємства щодо подальшого використання відходів.

**Об'єкт дослідження** – сухі необрізні пиломатеріали з деревини ільма.

**Предмет дослідження** – витрати сухих необрізних ільмових пиломатеріалів для виготовлення заготовок для меблевого виробу.

**Методи дослідження.** Активного експерименту – для отримання значень виходу заготовок та деталей з ільмових необрізних сухих пиломатеріалів у виробничих умовах, математичної статистики – для аналізу та обробки результатів досліджень.

**Наукова новизна роботи.** Новизна нашої магістерської роботи в тому, що для виготовлення даного меблевого виробу, а саме прихожої, використовувалась деревина ільм. Бо зазвичай в меблярстві використовуються такі деревини як дуб, бук та ясен. Це якщо брати до уваги твердолистяні породи. Також особливістю технологічного процесу виготовлення прихожої було використання деревини товщиною 54 мм, тому додатково проводились інші операції, одна з яких – розкрій заготовки за товщиною. Адже, в кінцевому результаті мені потрібні були заготовки товщиною 22 мм. Як наслідок, в технологічний процес введено додаткові технологічні операції.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі отриманих результатів досліджень, а саме корисного виходу заготовок і деталей з пиломатеріалів деревини ільма та утворених відходів після кожної технологічної операції можна дати підприємству практичні рекомендації щодо раціонального використання отриманих відходів, тобто їх вторинної переробки чи будь-якого іншого подальшого використання.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Матеріали роботи доповідались і обговорювались на 75-ій студентській науково-технічній конференції навчально-наукового інституту деревообробних технологій і дизайну Національного лісотехнічного університету України.

**Структура та об'єм роботи.** Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури. Загальний обсяг роботи – 71 сторінка, зокрема 51 сторінка основного тексту.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ

### 1.1. Характеристика виробничого процесу виготовлення готової продукції

Пиломатеріали, які прибули до меблевого цеху, пройшовши перед цим камерне сушіння, розвантажуються вручну та складаються в штабеля. Далі вони подаються в цех для поперечного та поздовжнього розкрою на заготовки. В подальшому, із цих заготовок, пройшовши низку технологічних операцій, отримують різноманітні, ексклюзивні та індивідуальні меблеві вироби. Готову продукцію доставляють до замовника автомобільним транспортом.

Структурна схема технологічного процесу виготовлення даного меблевого виробу, а саме передпокою, показано в ДОДАТКУ А.

На деревообробне підприємство прибули листяні необрізні пиломатеріали, а саме ільмові, із середніми розмірами 3495(L) x 259(B) x 54(H) мм. Ці дошки пройшли камерне сушіння до вологості  $8 \pm 2$  %.

Із даної породи деревини потрібно виготовити передпокій за індивідуальними розмірами та дизайном. Це все узгоджувалось із клієнтом. Далі відбувалось роздумування над конструкцією та технологією виготовлення. Наступним кроком було вираховування розмірів деталей. Тільки після цих підготовчих робіт ми провели поперечний розкрій. Цей розкрій був необхідний, тому що габарити в цеху, а саме, безпосередньо, біля поздовжньо-обрізного верстату, не давали можливості розкроювати дошки довжиною 3495 мм. Плюс – це не зручно. Торцювання відбувалось за допомогою ручної циркулярної пилки фірми Dnipro-M CS-185M (рис. 1.1).



Рис 1.1 Ручна циркулярна пила фірми Dnipro-M CS-185M

Наступним відбувся поздовжній розкрій, після якого ми позбулися крайців. Так як у нас в цеху немає форматно-розкрійного верстату, який би забезпечив прямолінійний різ пили по всій довжині дошки, то перед розкромом дошки на чорнові заготовки, ми вирівняли пропиляну сторону (майбутню базу) за допомогою фугувального верстата. Після чого ми почали поздовжній розкрій на чорнові заготовки. Це відбувалось на багатофункціональному верстаті марки Primultini (рис 1.2).



Рис 1.2 Багатофункціональний верстат марки Primultini

Для забезпечення виходу необхідної ширини чорнових заготовок використали розмірну лінійку. Також відрегулювали висоту підняття пили відносно базової площини верстата, по якій буде проходити дошка, щоб не було недопилу, адже середня товщина пиломатеріалів становить 54 мм. Ширину пропилу в 3 мм забезпечив пиляльний дист марки АТАКА.

На прикладі однієї дошки (№1) показано корисний вихід чорнової заготовки, відхід у вигляді крайців та серцевинна чорнова заготовка (рейка), яка може бути відходом або в подальшому деяка її частина може використатись для склеювання тахлі (рис 1.3).



Рис 1.3 Вихід заготовок та крайців

Після отримання чорнових заготовок необхідних ширин починаємо кроїти дошки, чорнові заготовки з яких підуть на виготовлення тахлей. В цьому випадку розмітку меж розкрою робили так, щоб отримати максимальний корисний вихід. Тобто чорнові заготовки получались трапецевидної форми. Адже для склеювання тахлі не потрібні заготовки з однаковою шириною від початку одного торця до іншого. Розмітку однієї з дощок показано на (рис 1.4).



Рис 1.4 Розмітка дошки перед розкроєм

Результат розкрою показаний на рис 1.5.



Рис 1.5 Результат розкрою

Наступним кроком був розкрій чорнових заготовок за товщиною. Але перед цим потрібно зробити базу. Для цього я використав фугувальний верстат СФ 4-1 (рис 1.6).



Рис. 1.6 Фугувальний верстат СФ 4-1

Щоб отримати базу потрібно профугувати одну пласть та дві крайки так, щоб досягнути кута 90 градусів. Це необхідно для точного розкрою. Для цього потрібно правильно виставити притиску лінійку, тобто на 90 градусів. Процес виставляння притисної лінійки та фугування показано на рис 1.7.



Рис. 1.7 Процес виставляння притисної лінійки та фугування

Після отримання бази відбувся розкрій за товщиною тих чорнових заготовок, які необхідні для рамкової конструкції та інших деталей, але без тих заготовок, які призначені для склеювання тахлі. Так як, у кінцевому результаті потрібна товщина заготовки має становити 22 мм (виходячи з будови та конструкції фрез), то розкрювати потрібно із запасом в межах 23-25 мм, тобто

із припуском на обробку (фугування, рейсмусування). Процес розкрою за товщиною показано на рис 1.8.



Рис. 1.8 Процес розкрою за товщиною

Отримавши перші чорнові заготовки потрібно профугувати базу перед обробленням на рейсмусі. Тут фугувати достатньо одну пласть та одну крайку, щоб отримати кут 90 градусів. Після цього ці заготовки можна обробляти на рейсмусовому верстаті марки СР 6-1 (рис 1.9).



Рис 1.9 Рейсмусовий верстат CP 6-1

Цей верстат забезпечить оброблення протилежних необроблених сторін чорнових заготовок, тобто паралельність площин.

В кінцевому результаті отримали необхідну товщину всіх чистових заготовок 22 мм, а також ширину 45,60,70, 90,100, 120,160 мм.

Далі відбувається огляд всіх отриманих чистових заготовок та розподіл їх по деталях для даного меблевого виробу, таких як: бік, дверки, дно, планка на дно, карниз, планки для вішаків.

Меблевий виріб складається із рамко-тяхлевих конструкцій та інших деталей. Рамка, в свою чергу, складається із поперечних деталей та поздовжніх. Тож спочатку потрібно торцювати поперечні чистові заготовки на розмір кінцевої деталі, а поздовжні не обов'язково. Після чого їх вже можна обробляти на фрезерному верстаті.

Вертикально-фрезерний верстат (рис 1.10) за допомогою набору фрез шип-провушина фігурного профілю забезпечить якісне, надійне та красиве з'єднання рамко-тахлевої конструкції.



Рис 1.10 Вертикально-фрезерний верстат

Набір фрез для шипа та провушини виглядає так (рис 1.11-1.12).



Рис 1.11 Набір фрез для шипа



Рис 1.12 Набір фрез для провущини

Для отримання бажаного з'єднання рамко-тахлевої конструкції спочатку фрезеруємо горизонтальні деталі, тобто їхні торці, де утворюється шип (рис 1.13).



Рис. 1.13 Процес фрезерування шипа

Важливо зазначити: нижньою точкою шипа визначаємо товщину майбутньої тахлі. В даному випадку  $t=18$  мм, де верхня площина рамки знаходиться на одному рівні із верхньою площиною тахлі.

Після цього обробляємо поздовжні заготовки та поперечні деталі, утворюючи провущину( рис 1.14).



Рис. 1.14 Процес фрезерування провущини

З'єднання рамки після фрезерування комплектом фрез для шипа та провущини виглядає так (рис 1.15):



Рис 1.15 З'єднання рамки після фрезерування комплектом фрез для шипа та провущини

### Розкроювання, склеювання та подальше оброблення тахлі.

Ці, вище згадані, правила розкрою чорнових заготовок за товщиною не стосуються заготовок для склеювання тахлі. Адже кінцева товщина тахлі після оброблення на рейсмусі має становити 19 мм, де в подальшому ще 1 мм (припуск на обробку) буде знято на калібрувально-шліфувальному верстаті перед початком фрезерування та склеювання рамко-тахлевої конструкції. Так вимагає конструкція фрез.

Паралельно цьому процесу відбувався розкрій фанери на необхідні деталі для формування конструкцій дна, карнизу та однієї з боковин. Товщина листа фанери становила 5,5 мм, а площа 1475\*1525 мм.

Тож, профугувавши чорнові заготовки, відбувався їх підбір за текстурою. Також дуже важливо було врахувати напрям волокон на торцях (має бути перемінний напрям річних кілець кожної наступної склеюваної заготовки). Після цих підготовчих операцій відбувалась склейка кожної тахлі за допомогою вайм. Для забезпечення міцного клейового з'єднання щитів використовувався клей марки Rescoll Legnodur A/240 (D3) (Італія). За вимогами технічних характеристик клею температура в цеху для склеювання має бути не менше 15 °С. Але так як даний меблевий виріб виготовлявся в літню пору року то за температурою в цеху контролю не велось ( рис 1.16).



Рис. 1.16 Процес склеювання меблевого щита за допомогою вайм

Температура в цеху знаходилась в межах 20-22 °С , тому технологічна витримка тривала 1-1,5 год. Так ми отримали клеєні щити, які в подальшому пройшли такі операції – рейсмусування, обрізування в розмір , шліфування базової площини, фрезерування, шліфування профрезерованої частини. Далі відбулась додаткова та вкрай необхідна операція – нанесення кольору (TIN 105) по периметру верхньої на нижньої поверхні профрезерованої частини тахлі. Ширина нанесеного шару кольору становить 12-20 мм. Мінімально 12 мм, тому що це глибина провущини, куди буде вставлятись профрезерована частина тахлі для склейки рамко-тахлевої конструкції. Це робиться у зв'язку з тим, що в подальшому буде відбуватись всихання деревини і якщо не надати кольору по невидимому периметру тахлі, то згодом це проявиться у поганому візуальному вигляді виробу. Тобто буде виднітись по периметру тахлі необроблена кольором полоса шириною приблизно 2-6 мм. Після цієї операції можна формувати рамко- тахлеві конструкції шляхом склеювання у ваймах (рис. 1.17).



Рис. 1.17 Процес склеювання рамко-тахлевої конструкції у ваймах

Отримавши всі необхідні рамко-тахлеві конструкції можна починати нову операцію – обрізка в розмір за довжиною. Попередньо, розрахунки кінцевих

конструкцій проводились з урахуванням припусків на обробку, а саме – обрізка в розмір. Після чого відбувалось шліфування всіх конструкцій та деталей.

Шліфування відбувалось за допомогою калібрувально-шліфувального верстата марки SCM( Італія) (рис 1.18).

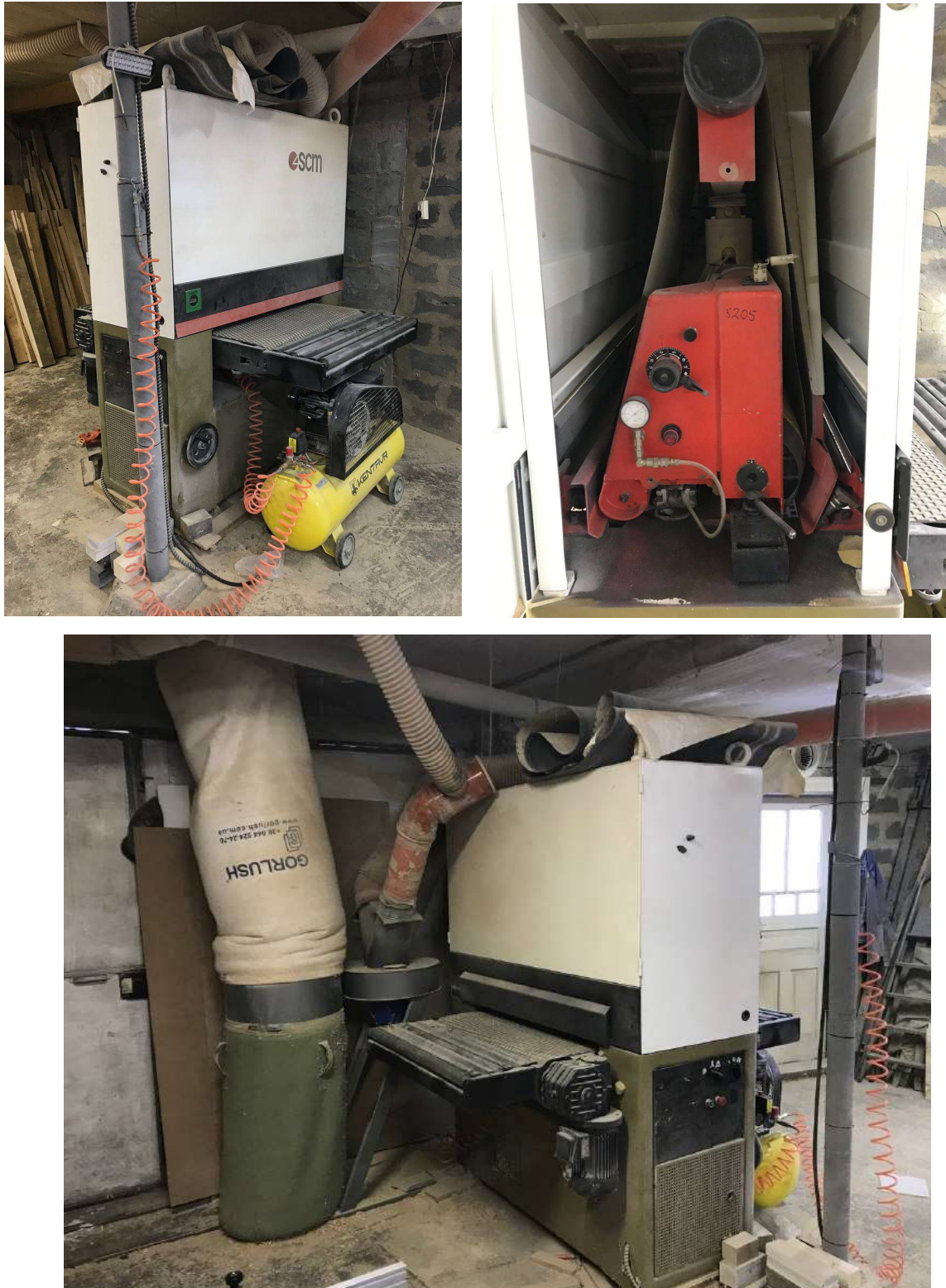


Рис 1.18 Калібрувально-шліфувальний верстат

Це оновальний верстат з загальною потужністю 10 кВт з шириною оброблення 900 мм. При повній площині оброблення із одночасно працюючою витяжкою, потужність якої  $P_v=2,3$  кВт, та компресором марки KENTAVR (рис 1.19), з об'ємом ресивера 100 л та потужністю  $P_k=2,3$  кВт, загальні витрати електроенергії становили 15 кВт/год. Шліфування відбувалось спочатку шліфувальною лентою із зернистістю P80, а для отримання більш гладкої поверхні - P150.



Рис 1.19 Компресор марки KENTAVR

Наступними були такі операції:

- фрезерування чистових заготовок для збирання карнизу;
- збирання карнизу в конструкцію;
- збирання дна в конструкцію;
- підготовка каркасів проходила в такі етапи: розкрій – фугування – рейсмусування – шпаклювання – шліфування – обрізка в розмір – свердління отворів – збирання в конструкцію;
- підготовка полицок до монтування пройшла такі стадії: розкрій – фугування – склеювання – рейсмусування – обрізка в розмір – шпаклювання – шліфування;
- оббивка меблевого щита поролоном та тканиною;
- свердління отворів на дверках для чашки завіси;
- свердління отворів на дверках для ручок.

Деревина, з якої виготовлялись каркаси та полицки, не входила в дані розрахунки. Для виготовлення полицок використовувалась деревина смереки, а для каркасів – бук.

Діаметр свердління отвору під чашку завіси становив 35 мм. Завіса марки GTV, накладна з кутом відкривання 110°. Для свердління отвору для ручок використовувалось свердло діаметром 4,5 мм. Відстань між центрами ручки становив 96 мм. Використовувались меблеві ручки DUR 07/96 G4 UR 0705 кольору бронза.

Вішак GTV WZ-CORUNA-M-04 кольору античне золото.

Для збирання конструкцій використовувались шурупи таких розмірів: 4,0×16 мм; 4,2×19 мм; 3,5×25 мм; 3,5×35 мм; 3,5×45 мм; 3,5×55 мм; 4,2×75 мм.

Також використовувались цвяхи для кріплення ВП до задньої стінки.

Підготувавши всі необхідні конструкції та деталі відбувалось збирання меблевого виробу, тобто прихожої. Цей процес виглядав так (рис 1.20):

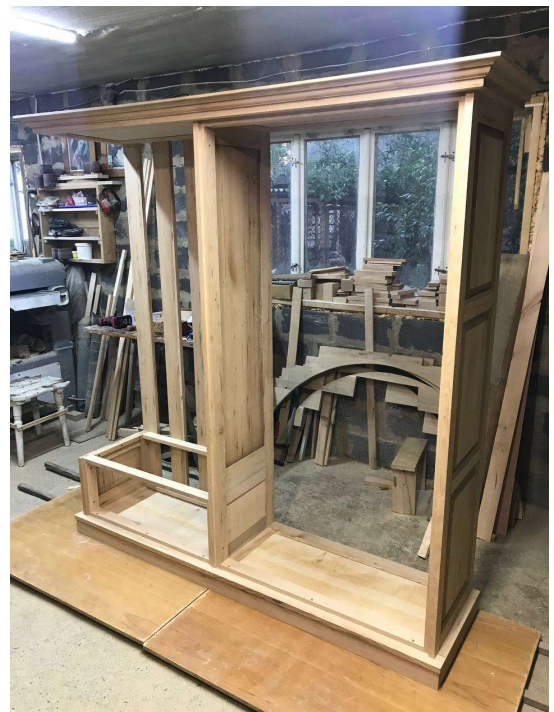




Рис 1.20 Збирання меблевого виробу

Вкінці збирання потрібно було прикрутити вішаки та зробити заміри задніх стінок для розкрювання ВП.

Кінцеві операції:

- розбирання мебелового виробу та маркування всіх деталей;
- шпаклювання;
- фрезерування: дверок, полички над вішаками, планок для вішаків та зняття фаски на переді боковин;
- кінцеве шліфування;
- контроль якості перед лакофарбовим покриттям.

Опорядженням прийнято називати процес оздоблення деревини та виробів з деревини лакофарбовими матеріалами. Тобто це процес створення на поверхні деревини декоративно-захисних покриттів з метою утворення захисного покриття, яке покращує її декоративні властивості та захищає від впливу навколишнього середовища (вологи, забруднення тощо). І це в свою чергу продовжує термін служби виробів з деревини.

Процес лакофарбового покриття проходив у такі стадії:

- покриття барвником однієї сторони та втирання;
- технологічна витримка (1,5-2 год.);
- покриття барвником протилежної сторони та втирання;
- технологічна витримка (1,5-2 год.);
- покриття ґрунтом однієї сторони;
- технологічна витримка (1,5-2 год.);
- покриття ґрунтом протилежної сторони;
- тривала технологічна витримка (мінімум 3 год.);
- перетирання шорхуватості;
- патинування;
- покриття лаком однієї сторони;
- технологічна витримка (1,5-2 год.);
- покриття лаком протилежної сторони;
- тривала технологічна витримка (мінімум 3 год.).

Для надання меблевому виробу іншого відтінку використовувався барвник на втирання TIN 105. Постачальником лакофарбових матеріалів є компанія KEMICHAL.

Для кращого та рівномірного розподілу барвника по всіх площі деталей використовувались ганчірки із гладкою поверхнею.

Час технологічної витримки залежить від температури в цеху. В дужках наведений час при середній температурі в цеху 20 °С.

Для того, щоб фінішне покриття, тобто лак, рівномірно лягало по всій поверхні деталей спочатку відбувалось покриття грунтом FPV102V із додаванням розчинника D1010/DK110 та затверджувача С301. Ці три компоненти змішувались в такому співвідношенні : на 1л грунту +0,5 л затверджувача + (0,1-0,3) л розчинника.

Після покриття всіх поверхонь грунтом відбувалось їх перетирання за допомогою шліфшкурки із зернистістю Р360 та шліфувальної губки із зернистістю Р360. Перетирання відбувається для того, щоб зняти шорохуватість поверхні, адже після нанесення грунтовки волокна деревини піднімаються і утворюють негладку поверхню.

Для того, щоб досягнути ефекту контрастності окремих елементів ( в даному випадку кромки) відбувалось патинування кольором «Тельма». Так меблі, а саме їх окремі частини, стають більш виразними.

Кінцева операція – нанесення прозорого напівматового лаку OPV200VG30.

Співвідношення змішуваних компонентів таке: на 1л лаку +0,5 л затверджувача + (0,3-0,5) л розчинника.

Готовий мебелвий виріб, а саме передпокій, виглядає так (рис. 1.21):



Рис. 1.21 Готовий меблевий виріб – передпокій

## 1.2. Характеристика деревини ільма

Ільм гірський (в'яз шорсткий) – *Ulmus scabra* Mill. (*U. glabra* Huds.), а також в'яз гладкий (*Ulmus laevis*), берест (в'яз листуватий) (*Ulmus foliacea* Gilib), берест (в'яз граболистий) (*Ulmus carpinifolia*) належать до роду ільмових. Ільмові – ядрові породи, які відносять до групи кільцево-судинних порід [1]. Ільм має прямий стовбур, що досягає у висоту до 30 м і діаметром до 150 см [2]. Річні шари чітко виражені. Його можна побачити по всій Європі, а також в східній частині Північної Америки [3].

Кора старішого дерева ільма має темно-сіре забарвлення і покрита тріщинами, а молодого – гладка та світлішого відтінку. Листя в цього дерева асиметричне. Листочки мають різний окрас верхньої та нижньої сторони і мають шорстку поверхню. Зверху – більш яскраво-зелений, а на звороті – блідо-зелений. Слід зауважити, що листя ільма має асиметрію, хоч і не дуже виражену. І кріпляться вони до гілки коротким черешком. Жилки щільно прилягають одна до одної і дуже чіткі, а краї мають гострий кінець. Зацвітає ільм ще до появи перших листочків на початку весни [4].

Зазвичай ільм має приємний аромат. Ядро деревини ільма має коричнево-буре забарвлення, а заболонь вузька, жовто бура. На поперечному розрізі у пізній зоні деревини дрібні судини утворюють хвилясті лінії, спрямовані уздовж річних шарів, тобто паралельно з межею річного кільця. І ближче до цієї межі хвиляста лінія є майже суцільна, а на межі між ранньою та пізньою деревиною частково переривається. На радіальному перерізі серцевинні промені, виділяючись на темному фоні ядра, утворюють строкатий візерунок більш світлих та блискучих серцевинних променів.

Таблиця 1.1

Фізико-механічні показники деяких деревин ільмових порід [5]:

Порода	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт усихання			Границя міцності при стискуванні вздовж волокон, МПа	Торцева твердість, МПа
		тангенціальний	радіальний	об'ємний		
Ільм	620	0,40	0,22	0,60	38,1	56,5
В'яз	650	0,32	0,15	0,51	48,0	56,0
Берест	520	0,28	0,14	0,45	44,2	39,6

Щільність деревини ільма 620 кг/м<sup>3</sup> робить його стійким до вигинань.

Ільм може виявляти стійкість до вологи, але важливо враховувати властивості конкретної породи ільму.

Застосування:

- меблі: ільм знайшов застосування у виготовленні різноманітних меблів, включаючи столи, стільці, шафи та ліжка;
- у суднобудуванні (для обробки салонів, кают, деталей корпусу), а також для шахт, гребель, паль гідротехнічних споруд тощо [3];
- застосування в зовнішніх умовах: деякі види ільму можуть бути використані в зовнішніх будівельних проектах, таких як тераси або садові меблі, за умови, що дерево оброблено для захисту від погодних умов;

- музичні інструменти: деякі види, зокрема японський ільм, використовуються для виготовлення музичних інструментів через високу міцність та звукопровідність (гітари, дзвіночки);
- пластичність деревини ільма дає змогу використовувати її для виготовлення гнутих виробів;
- у виробництві струганого шпону;
- машинобудуванні;
- деревина ільма містить сесквітерпеноїди, що застосовуються в парфумерії як фіксатори запахів;
- в лікарських цілях використовують кору, насіння, квіти і листя ільма.



Рис. 1.22 Зображення деревини ільма

Ільм гірський, як і інші в'язові породи потерпають від голландської хвороби, яка уражає камбій.

Отже, в процесі виготовлення даного меблевого виробу, використовуючи деревину ільм, я зрозумів, що ця деревина добре обробляється, легко піддається фрезеруванню, шліфуванню та іншим видам обробки завдяки своїми фізико-механічними властивостям.

### **1.3. Вимоги до якості пиломатеріалів, чорнових заготовок та деталей з деревини ільма**

Сорт пиломатеріалів визначали згідно з нормативними документами, якими користуються в меблевому цеху. Згідно з ДАДОТКОМ Б та аналізу розмірно-якісних характеристик використовуваних пиломатеріалів встановлено, що пиломатеріали з деревини ільма відповідали 3 сорту. Основними сортовизначаючими вадами були сучки, тріщини та червоточини.

### **1.4. Аналіз досліджень щодо виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів**

Дослідженням впливу розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів на вихід готової продукції зацікавилися багато людей, які проводили різноманітні експерименти в цьому напрямку. Мета та результати таких досліджень наведено нижче.

Марченко Н. В., Мазурчук С. М. та Никитюк П. А. працювали над шляхами підвищення ефективності виготовлення заготовок, випиляних з деревини дуба [6]. В цій роботі показана методика досліджень корисного та якісного виходу обрізних і необрізних пиломатеріалів дуба з лісоматеріалів та пиляних заготовок паркетного призначення з пиломатеріалів. Вкінці вони отримали норми витрат сировини деревини дуба у виробництві пиляних заготовок. Для цього було розроблено програмний продукт у мовному середовищі Delphi 7. Також їм потрібно було визначити основні сортоутворювальні вади пиломатеріалів. Для цього використали тепловий неруйнівний метод контролю. Після проведених експериментальних

досліджень було встановлено, що цей тепловий метод контролю є дієвий і може використовуватись в технологічному процесі виготовлення заготовок з пиломатеріалів. І запропонована лінія для цього дасть змогу виявляти вади в пиломатеріалах зразу після розпилювання на лісопиляльному верстаті. А це, в свою чергу, допоможе оптимізувати їх розкрій на верстатах для поперечного і поздовжнього розпилювання з автоматизованим видаленням виявлених вад. Як результат – це підвищить корисний вихід заготовок на 10-12 %.

Маєвський В. О., Мацишин Я. В. та Миськів Є.М. досліджували особливості розкрою пиломатеріалів на радіальні та тангенціальні заготовки [7]. Для цього використовували пиломатеріали радіального, тангенціального та змішаного способу розпилювання. Після проведених експериментів встановили, що із пиломатеріалів радіального розпилювання можна отримати високий вихід радіальних заготовок, а отримання тангенціальних є нерациональним, адже вихід радіальних пиломатеріалів із пиловної сировини є і так незначним. Другий висновок: із пиломатеріалів тангенціального розпилювання можна отримати високий вихід тангенціальних заготовок, а отримання радіальних є нерациональним рішенням. А використання пиломатеріалів змішаного розпилювання для отримання радіальних і тангенціальних заготовок є недоцільним, адже корисний вихід є відносно невисокий.

Коваль В. С. та Мазурчук С. М. досліджували оптимізацію процесу розкрою пиломатеріалів на заготовки з врахуванням розмірно-якісної характеристики [8]. По закінченню дослідів, зрозуміли, що провівши розмірно-якісну характеристику пиломатеріалів перед розкромом отримали більший об'ємний вихід заготовок в порівнянні із виробничими результатами.

Мазурчук Сергій Миколайович в своєму авторефераті дисертації на здобуття наукового ступеня досліджував засоби удосконалення технології виготовлення заготовок з деревини дуба [9]. Експериментальні дослідження було розбито на дві групи, а саме: розпилювання колод на пиломатеріали та їх розкрій на заготовки. В ході експерименту було виявлено, що від параметрів

пиловочної сировини та коефіцієнтів сортності пиломатеріалів залежить корисний та якісний вихід заготовок. Це підвищило ефективність виготовлення заготовок із деревини дуба заданої специфікації. Корисний вихід заготовок із необрізних пиломатеріалів становив 67,8–71,1 %.

Також Ференц О.Б., Манзій С.О., Копанський М.М., Петришак І.В., та Ференц О.О. у своїй роботі «Методика розрахунку витрат деревини при виготовленні паркетних дощок» розробили методику розрахунку витрат деревини для виготовлення необхідних заготовок для паркетної дошки [10]. Також розрахунки велись і для багатошарової паркетної дошки. Всі необхідні показники розраховувались для лицьового покриття, середнього та нижнього шару паркетної дошки. Отримані результати дадуть змогу деревообробним підприємствам контролювати використання порід деревини, які є цінними. А це допоможе раціонально використовувати деревинні ресурси, що призведе до економії коштів підприємства.

Ференц О. Б., Копинець З. П. та Сторожук В.М. досліджували, який буде специфікаційний вихід заготовок лицьового шару паркетних дощок [11]. Для цього вони порівнювали два способи отримання цих заготовок. У першому способі із пиломатеріалів звичайних товщин, які були попередньо висушені, провели ребровий розкрій каліброваних заготовок на спеціалізованих верстатах. А в другому – відбувався розкрій висушених пиломатеріалів товщиною 6-10 мм за довжиною та шириною та калібрування за товщиною. Далі було визначено коефіцієнти витрати деревини за етапами технологічного процесу. Також порівнявши розмірно-якісний вихід продукції та норми витрати сировини можна підібрати такі варіанти технології виготовлення паркетної дошки, який буде економічно доцільним. В результаті досліджень було отримано вихід заготовок усередненого типорозміру: з першого способу – 73,7 м<sup>2</sup>, а з другого – 52,84 м<sup>2</sup>. Це із 1 м<sup>3</sup> лісоматеріалів.

Ференц О. Б., Ференц А.О., Рибіцький П.Н., та Лук'янова Н.Г. досліджували розроблення ресурсоощадних технологій з виготовлення сучасних паркетних дощок [12]. Знайдені коефіцієнти витрати деревини

листяних порід та отримали математичну залежність визначення припусків на обробку та розмірів заготовок лицьового покриття. І в результаті, розробили ресурсоощадні технології з виготовлення сучасних паркетних дощок.

Мацишин Я.В. розробив нечітку експертну систему для моделювання процесу поперечного розкрою пиломатеріалів на заготовки (НЕС) [13]. Ця система шукає на дошці бездефектні місця, які відповідають розмірно-якісним характеристикам заготовок, задані в специфікації. Після чого вона імітує процедуру прийняття рішення про довжину заготовки, яку раціонально розкроїти із дошки. Цей процес дає змогу розкроїти пиломатеріали на заготовки із мінімальними втратами сировини. Як результат, коефіцієнт корисного виходу заготовок із бездефектних місць становить 0,92. Це свідчить про те, що розроблена система є ефективною. Тому нечітку експертну систему можна використовувати у виробничих умовах.

Мосьпак Олег Ігорович у своїй дипломній роботі працював над розробкою інформаційної системи підтримки діяльності розкрійного цеху меблевого виробництва [14]. Використовуючи середовище Microsoft Visual Studio та за допомогою Microsoft SQL Server для роботи з базою даних і Windows Forms для графічного інтерфейсу він провів аналіз та розробку бажаного програмного середовища. В програмному продукті використано таку мову програмування як C#. За допомогою цієї інформаційної системи він хотів вирішити одну із основних задач процесу виробництва – розкрій пиломатеріалів. Адже це напряду впливає на витрати ресурсів і в подальшому на розмір прибутку. В результаті, розроблений даний програмний продукт зменшив час на розкрій дощок. Це зробило розкрійний цех більш ефективним, що призвело до збільшення прибутку підприємства.

Професор Грузинського технічного університету м. Тбілісі Тепнадзе М.У. в своїй роботі «Раціональне перероблення тонкомірної низькосортної деревини в Грузії» досліджував розмірно-якісні характеристики лісоматеріалів круглих, що заготовлюються в Грузії [15]. Дослідження велось на основі тонкомірних колод породи вільха. Діаметр колод 8-16 см. Технологічний процес полягав у

розпилюванні тонкомірних колод на дошки, з яких в подальшому виготовлялась паркетна фриза. В ході дослідження був виявлений певний відсоток браку паркетної фризи, якість якої не задовольняє чинним стандартам. Тому такі заготовки можуть бути використані в інших цілях на деревообробному підприємстві. Інший висновок полягав у тому, що застосування фрезерно-брусувального верстата першого ряду при комбінованій переробці круглих лісоматеріалів малого діаметра в пилопродукцію та технологічну тріску дозволяє раціонально і ефективно використовувати сировину при виробництві паркетної фризи. А при переробці лісоматеріалів середнього діаметра в паркетну фризу і подальшій переробці шматкових відходів в тріску пріоритет слід віддавати технологічним потокам з лісопилними рамами. І в результаті, це комбіноване перероблення сировини підвищить економічний стан деревообробного підприємства.

### **1.5. Висновки до першого розділу**

Розглянуто виробничий процес виготовлення готової продукції, опис деревини ільма та вимоги до якості пиломатеріалів, чорнових заготовок та деталей з деревини ільма. Також було зроблено аналіз щодо виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів.

Як бачимо з літературних джерел досліджень щодо виходу чорнових заготовок з ільмових пиломатеріалів немає. Тому є потреба в проведенні досліджень.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Загальні положення**

Експериментальні дослідження полягають у визначенні поопераційних норм витрати ільмових пиломатеріалів для виготовлення меблевого виробу – передпокою. Для цього встановлювали розміри вхідного матеріалу і розміри вихідного матеріалу вимірювання товщини, ширини і довжини предметів праці.

### **2.2. Методика визначення розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів перед розкроєм**

Розміри, на які торцювались дошки, були розраховані відповідно до розмірів необхідних деталей з урахуванням особливостей, тобто вад деревини. В першу чергу це торцеві тріщини. Всі вади кожної дошки фіксувались на фото та папері із розмірними характеристиками. Також перед торцюванням було зафіксовано загальну довжину, середню ширину та товщину кожного використовуваного пиломатеріала. Для фіксації вад вибирав гіршу пласть дошки. При цьому потрібно враховувати ширину пропилу, яка становила 3 мм. По завершенню цієї операції ми отримали пиломатеріали різних довжин.

Заміри дошки та фіксування вад деревини відбувались так (рис 2.1)



Рис.2.1. Заміри дошки та фіксування вад деревини на прикладі дошки №1

Заміри всіх решту дощок та фіксування вад деревини відбувались аналогічно і наведені в ДОДАТКУ В.

Вади деревини були наступні:

Дошка №1:

1) Тріщини:

- серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3495$  мм;
- відземкова торцева,  $L=100$  мм (1 шт).

2) Сучки:

- діаметром  $d=50$  мм (1 шт);
- діаметром  $d=52$  мм (1 шт).

Дошка №2:

1) Тріщини:

- відземкові,  $L=420$  мм та  $L=3495$  мм;
- вершинна серцевинна  $L=210$  мм;
- вершинна торцева  $L=120$  мм.

2) Пошкодження деревоточильними комахами окрайцевої частини, довжиною від торця до крайньої точки пошкодження  $L=580$  мм та шириною  $B=26$  мм (верхня пласть).

Дошка №3:

1) Тріщини:

- серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3502$  мм;
- відземкова торцева,  $L=151$  мм;
- вершинна торцева  $L=27$  мм.

2) Пошкодження деревоточильними комахами по нижній пласті, тому можливий відхід цілої рейки з одного краю.

Дошка №4:

1) Тріщини:

- серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3499$  мм;

2) Сучки:

- діаметром  $d=47$  мм (1 шт);
- діаметром  $d=75$  мм (1 шт).

Дошка №5:

1) Тріщини:

- серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3493$  мм;
- відземкова торцева,  $L=90$  мм.

2) Сучки:

- діаметром  $d=30$  мм (1 шт);

- 3) Пошкодження деревоточильними комахами на ділянці 2230-3493 мм, тому можливий значний відхід деревини.

Дошка №6:

- 1) Тріщини:
  - серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3556$  мм.
- 2) Сучки:
  - діаметром до  $d=25$  мм (9 шт);
- 3) Пошкодження деревоточильними комахами на одній із ділянок майбутньої рейки, тому можливий значний відхід деревини.

Дошка №7:

- 1) Тріщини:
  - серцевинна по всій довжині дошки,  $L=3430$  мм;
  - відземкова торцева,  $L=130$  мм.
- 2) Сучки:
  - діаметром  $d=70$  мм (1 шт);
- 3) Пошкодження деревоточильними комахами окрайцевої частини, тому при розкрююванні дошки на рейки потрібно дати більший запас (припуск на обробку) по ширині.

Дошка №8:

- 1) Тріщини:
  - відземкова торцева,  $L=170$  мм.
- 2) Сучки:
  - діаметром  $d=10$  мм (2 шт);
  - діаметром  $d=5$  мм (2 шт);
  - діаметром  $d=25$  мм (1 шт);
  - діаметром  $d=20$  мм (1 шт);
- 3) Пошкодження деревоточильними комахами значної частини дошки.

### 2.3. Методика визначення розмірних характеристик чорнових, чистових заготовок та деталей

Після поперечного розкрою відбувалась розмітка меж, по яких потрібно кроїти крайки та одночасно проводив заміри довжини, ширини та товщини дощок.

Довжину пиломатеріалів визначали рулеткою як найкоротшу відстань між торцями. Вимірюється в метрах, але для точності та легкості подальших розрахунків записано в мм (рис 2.2).



Рис 2.2 Вимірювання довжини пиломатеріалів

Ширину пиломатеріалів визначав як відстань між крайками у місцях, визначених стандартом. Тобто як півсуму внутрішньої та зовнішньої пластей посередині довжини дошки. Вимірюється в мм. Але для точності розрахунків я визначав ширину в трьох точках (рис 2.3).

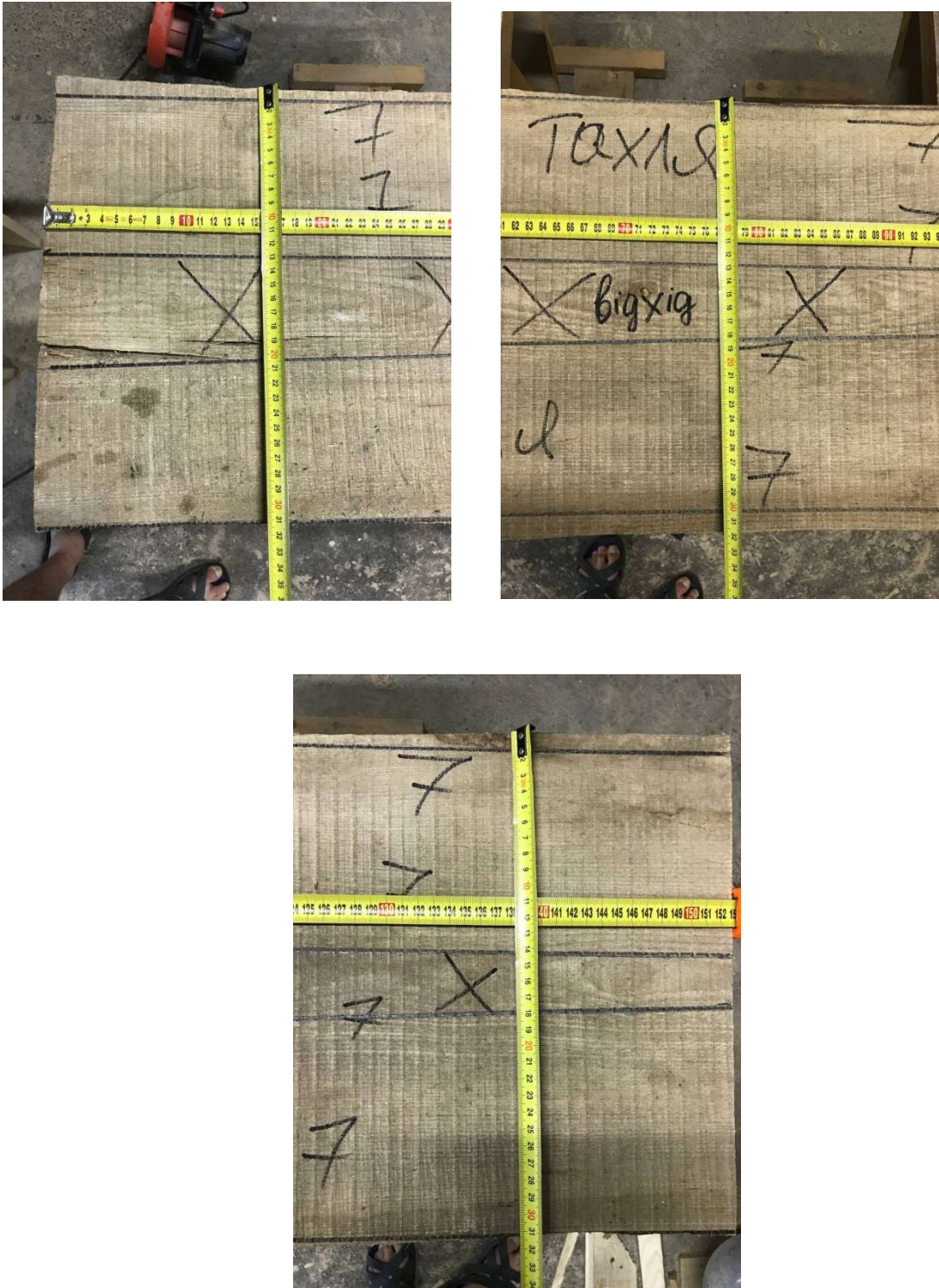


Рис 2.3 Вимірювання ширини пиломатеріалів

Товщину пиломатеріалів визначав як відстань між верхньою та нижньою пластинами. Вимірюється в мм. За стандартом товщину визначав в трьох точках за допомогою штангенциркуля (рис 2.4).



Рис 2.4 Вимірювання товщини пиломатеріалів

Після розкрою за довжиною всіх дощок на чорнові заготовки проводимо їх заміри. Ми отримали чорнові заготовки, які мають однакову ширину від одного торця до іншого, тому заміри ширини та товщини проводимо в одній точці, тобто посередині довжини. Та чорнові заготовки трапецевидної форми, тому для точності досліду, заміри ширини та товщини проводив в трьох точках, аналогічно як і дощок. Процес заміру показано на рис. 2.5-2.7.



Рис. 2.5 Відземкова частина вимірювання ширини заготовки



Рис. 2.6 Вимірювання ширини посередині довжини заготовки



Рис. 2.7 Вершинна частина вимірювання ширини заготовки

Після розкрою чорнових заготовок за товщиною, пройшовши процес обробки на фугувальному та рейсмусовому верстаті ми отримали чистові заготовки необхідних розмірів. Заміри товщини та ширини однієї з них показано на рис. 2.8.

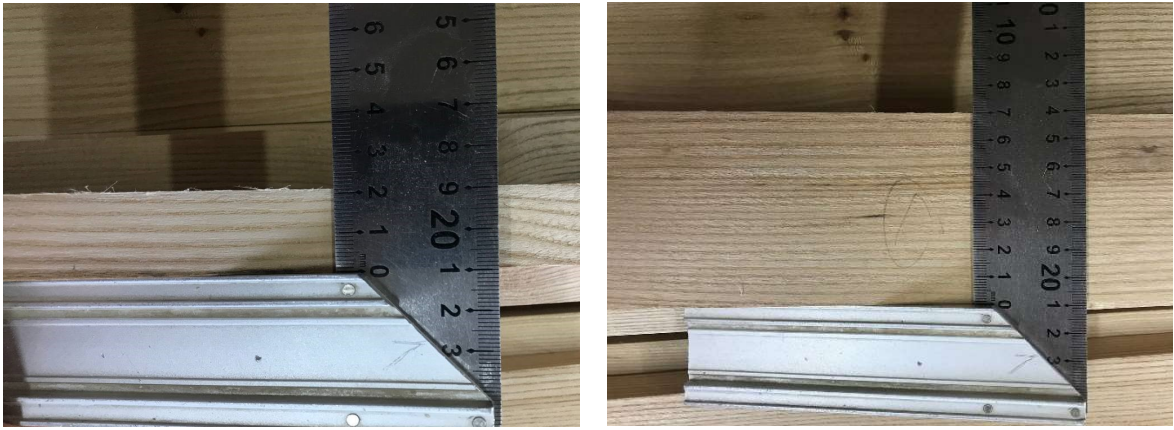


Рис.2.8 Заміри товщини та ширини отриманої заготовки

#### 2.4. Методика встановлення виходу готової продукції з пиломатеріалів

Відсоток виходу пиляних заготовок з пиломатеріалів визначають за формулою:

$$P = \frac{V_{\text{заг.}}}{V_{\text{п/м.}}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Відсоток виходу заготовок визначають за формулою:

$$P = \frac{V_{\text{заг.після обробки}}}{V_{\text{заг.до обробки}}} \times 100\% \quad (2.2)$$

#### 2.5. Висновки до другого розділу

В цьому розділі ми описали методику визначення розмірно-якісної характеристики пиломатеріалів перед розкромом та провели заміри чонових, чистових заготовок та деталей у виробничих умовах. Заміри проводили у встановленому для вимірювання місці. Вади деревини були зафіксовані та їх дані в подальшому використовувались при розкрою та відборі на необхідні деталі для меблевого виробу. На основі отриманих розмірних характеристик пиломатеріалів перед розкромом та чорнових, чистових заготовок і деталей зможемо знайти відсоток виходу пиляних заготовок з пиломатеріалів та відсоток виходу чистових заготовок і деталей.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

### 3.1. Оброблення результатів експериментальних досліджень виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів

Дослідження проводили на пиломатеріалах із деревини ільма довжиною 3430-3556 мм, шириною 175-358 мм, товщиною 49-57 мм. Встановлено що пиломатеріали є 3 сорту. Характеристику пиломатеріалів поданих на розкрій подано в ДОДАТКУ Г.

### 3.2. Оброблення результатів експериментальних досліджень виходу деталей з чорнових заготовок

Розміри чорнових заготовок до розкрою за товщиною ( після попереднього фугування, тобто створення бази для правильного крою) на прикладі дошки №1 ( $L=3495$  мм, де  $L=L_1+L_2$ ):

$L_1=1900$  мм (2шт);  $B_1=107$  мм (2шт);  $H_1=52$  мм (2шт).

$L_2=1592$  мм (2шт);  $B_2=77$  мм (2шт);  $H_2=52$  мм (2шт).

Розміри чорнових заготовок після розкрою за товщиною:

$L_1=1900$  мм (2шт);  $B_1=107$  мм (2шт);  $H_{1.1}=24$  мм (1шт);  $H_{1.2}=25$  мм (1шт).

$L_1=1900$  мм (2шт);  $B_1=107$  мм (2шт);  $H_{1.1}=24$  мм (1шт);  $H_{1.2}=25$  мм (1шт).

$L_2=1592$  мм (2шт);  $B_2=77$  мм (2шт);  $H_{2.1}=24$  мм (1шт);  $H_{2.2}=25$  мм (1шт).

$L_2=1592$  мм (2шт);  $B_2=77$  мм (2шт);  $H_{2.1}=24$  мм (1шт);  $H_{2.2}=25$  мм (1шт).

Розміри чорнових заготовок після обробки на фугувальному верстаті(перед обробки на рейсмусі):

$L_1=1900$  мм (2шт);  $B_1=104$  мм (2шт);  $H_{1.1}=23,5$  мм (1шт) ;  $H_{1.2}=23,5$  мм (1шт).

$L_1=1900$  мм (2шт);  $B_1=104$  мм (2шт);  $H_{1.1}=23,5$  мм (1шт) ;  $H_{1.2}=23,5$  мм (1шт).

$L_2=1592$  мм (2шт);  $B_2=74$  мм (2шт);  $H_{2.1}=23,5$ мм (1шт);  $H_{2.2}=23,5$  мм (1шт).

$L_2=1592$  мм (2шт);  $B_2=74$  мм (2шт);  $H_{2.1}=23,5$  мм (1шт);  $H_{2.2}=23,5$  мм (1шт).

Розміри чистових заготовок обробки на рейсмусовому верстаті(чистове стругання):

L1=1900 мм (2шт); B1=100 мм (2шт); H1.1=22 мм (1шт); H1.2=22 мм (1шт).

L1=1900 мм (2шт); B1=100 мм (2шт); H1.1=22 мм (1шт); H1.2=22 мм (1шт).

L2=1592 мм (2шт); B2=70 мм (2шт); H2.1=22 мм (1шт); H2.2=22 мм (1шт).

L2=1592 мм (2шт); B2=70 мм (2шт); H2.1=22 мм (1шт); H2.2=22 мм (1шт).

Орієнтовний вихід деталей із чистових заготовок:

L1=1746 мм (4шт); B1=100 мм (4шт); H1=22 мм (4шт) – планки для вішака.

L2=324 мм (10шт); B2=70 мм (10шт); H2=22 мм (10шт) – деталь бік.

L2=271 мм (6шт); B2=70 мм (6шт); H2=22 мм (6шт) – деталь дверка.

L2=300 мм (2шт); B2=70 мм (2шт); H2=22 мм (2шт) – деталь бік.

### 3.3. Аналіз отриманих результатів під час проведення експериментальних досліджень

Для виготовлення передпокою виконано низку технологічних операцій. Технологічний процес починається із сухих необрізних ільмових пиломатеріалів.

Коефіцієнт витрати вхідного матеріалу на вихідний матеріал визначають за формулою:

$$K_p = \frac{100}{P_0}, \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (3.1)$$

де  $P_0$  – об'ємний вихід вхідного матеріалу, %

Визначаємо коефіцієнт витрати пиломатеріалів на заготовки пиляні.

Об'ємний вихід вхідного матеріалу визначають за формулою:

$$P_0 = \frac{V_{\text{вих.матеріалу}}}{V_{\text{вхід.матеріалу}}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Об'ємний вихід пиляних заготовок із необрізних дощок:

$$P_0 = \frac{0,28740}{0,39337} \times 100\% = 72,99\%$$

$$K_p = \frac{100}{72,99} = 1,37 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Об'ємний вихід заготовок після попереднього фугування однієї пласті та двох крайок:

$$P_0 = \frac{0,25613}{0,28740} \times 100\% = 89,12\%$$

$$K_p = \frac{100}{P_0} = 1,122 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объемный выход заготовок після розкрою за товщиною:

$$P_0 = \frac{0,24126}{0,25613} \times 100\% = 94,19\%$$

$$K_p = \frac{100}{P_0} = 1,062 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объемный выход заготовок після чистового стругання:

$$P_0 = \frac{0,19728}{0,24126} \times 100\% = 81,77\%$$

$$K_p = \frac{100}{P_0} = 1,223 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объемный выход деталей після фрезерування та торцювання:

$$P_0 = \frac{0,12754}{0,19728} \times 100\% = 64,65\%$$

$$K_p = \frac{100}{P_0} = 1,547 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объемный выход деталей після кінцевого шліфування:

$$P_0 = \frac{0,12180}{0,12754} \times 100\% = 95,5\%$$

$$K_p = \frac{100}{P_0} = 1,047 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Таблиця 3.1

Коефіцієнти поопераційних норм витрати деревини ільма на 1 м<sup>3</sup> деталей  
передпокою

№з/п	Технологічні операції та коефіцієнти витрат	Пиломатеріали з деревини ільма
		III с
1	Розкрій на чорн. заг. із необріз. п/м.	1,370
2	Поперед. фуг. однієї пласті та двох крайок	1,122
3	Розкрій за товщиною	1,062
4	Чистове стругання	1,223
5	Фрезерування та торцювання	1,547
6	Кінцевого шліфування	1,047
	Заг. коэф. витрати пиломатеріалів на 1 м <sup>3</sup> деталей передпокою	3,233

На підставі експериментальних досліджень встановлено баланс деревини ільма (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Баланс деревини під час виготовлення передпокою

№з/п	Статті балансу	Кількість	
		%	м <sup>3</sup>
1	Готовий виріб	30,93	0,1218
2	Тирса	9,6	0,0378
3	Стружка	32,47	0,1278
4	Кускові відходи	25,54	0,1006
5	Шліфувальний порошок	1,46	0,0057
6	Необрізні пиломатеріали	100	0,3938

На рис. 3.1 відображену графічну інтерпретацію балансу деревини.

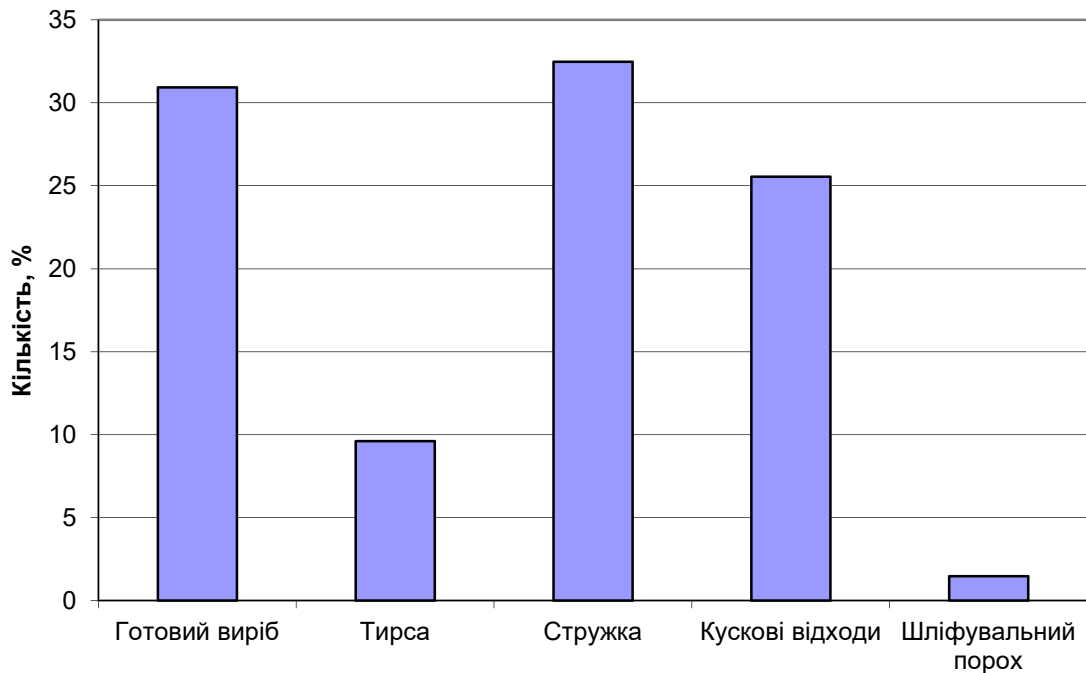


Рис. 3.1 Баланс деревини ільма

### 3.4. Практичні рекомендації для підприємств

Для підприємств не індивідуального, а масового виробництва потрібно передбачати випилювання пиломатеріалів, поперечний перетин яких відповідає поперечному перетину деталей з припусками на обробку. При цьому зменшиться кількість технологічних операцій. Відпаде потреба в розкрою пиломатеріалів за товщиною. Що приведе до зменшення трудомісткості та витрати деревини.

Потрібно провести більш ґрунтовніші дослідження норм витрати деревини ільма в інших умовах виробництва для встановлення узагальнених норм витрати пиломатеріалів на заготовки.

### 3.5. Загальні правила охорони праці в меблевому цеху

Оскільки сучасні деревообробні верстати оснащені високошвидкісними ріжучими інструментами і механізмами подачі, їх експлуатація повинна здійснюватися відповідно з правилами безпеки, недотримання яких призведе до нещасних випадків.

Перед тим, як починати роботу за деревообробними верстатами, людина повинна пройти інструктаж, навчання і знати правила охорони праці. В меблевому цеху є багато різновидів верстатів і майбутній працівник повинен вивчити будову кожного з них та правила експлуатації. Загальні правила такі: починати працювати лише на справному верстаті та рухомі частини, які є на ньому, мають бути захищені та добре закріплені і кожного разу це перевіряти; не можна використовувати захисні рукавиці та бути із розстебнутим спецодягом під час роботи за верстатом [19]; перед початком роботи потрібно перевірити кріплення всіх рухомих частин, особливо круглих пилок, фрез та ножових головок; не можна гальмувати ріжучі пилки чи інші елементи сторонніми предметами; завжди бути уважним та не відволікатись під час безпосередньої роботи за верстатом; заборонено забирати тирсу, стружку чи обрізки або проводити певні ремонтні роботи чи роботи по догляду за верстатом( змащувати базову поверхню мастикою для плавного руху заготовки) під час роботи верстата; всі верстати мають бути заземлені та добре освітлені; на робочій поверхні не має бути зайвих предметів; простір навколо верстата та всі проходи мають бути вільними для пересування; по закінченню роботи за верстатом потрібно його виключити та відходити після повної зупинки; якщо після закінчення роботи за верстатом або під час безпосередньої роботи за ним виявлені недоліки, то потрібно негайно їх ліквідувати самотужки або звернутись до спеціаліста по даному верстату; акуратно поводитись із сирниками чи іншими запалювальними сумішами під час топки для опалення приміщення; не курити в цеху.

Для безпечної роботи за верстатами потрібно такі додаткові засоби:

- спеціальні затискні пристрої (шаблони, швидкодіючі затискачі, напрямні лінійки та ін.) для обробки коротких, вузьких та дрібних пиломатеріалів, заготовок та деталей [18];
- колодка-штовхач для безпечного розкрою ;
- використовуються гачки для видалення стружки з-під ріжучого інструменту;

- для обробки пиломатеріалів довжиною більше 2 м потрібна додаткова опора з роликом чи люнетом [16-17];
- забезпечити операторів деревообробних верстатів ЗІЗ, такими як: респіраторами, захисними окулярами, навушниками...;
- зламане або невикористовуване деревообробне обладнання потрібно вимкнути від електромережі, щоб перешкодити його несанкціоноване включення.

В цеху вентилятор равликового типу для очищення повітря від пилу та інших шкідливих домішок та додатковий осьовий каналний вентилятор. При підвищенні вмісту пилу в приміщенні використовуються пилові респіратори, а при лакофарбових роботах – напівмаска ЗМ серії 7502 із фільтрами ЗМ 6099 із класом захисту A2B/2E2/K2H/GP3 R + формальдегід та аерозолі.

Описані вище технічні та організаційні заходи підвищують рівень безпеки під час роботи з деревообробним устаткуванням, а це, в свою чергу, впливає на зниження виробничого травматизму.

### **3.6. Висновки до третього розділу**

На основі аналізу щодо виходу чорнових заготовок з пиломатеріалів в програмі Excell було визначено корисний вихід чорнових заготовок в м<sup>3</sup> відносно загального об'єму пиломатеріалів, витрачених для виготовлення даного виробу. Також було визначено об'ємний вихід вихідного матеріалу після кожної проведеної операції та визначено коефіцієнти витрати вхідного матеріалу на вихідний матеріал. На основі отриманих даних склали баланс деревини під час виготовлення передпокою.

Також були наведені основні правила з охорони праці поведження в меблевому цеху, дотримуючись яких можна знизити рівень виробничого травматизму.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

На основі аналізу літературних джерел щодо визначення норм витрати ільмових пиломатеріалів на виготовлення заготовок чи деталей виявлено, що таких досліджень немає. Тому важливим є проводити такі дослідження.

Розроблена методика експериментальних досліджень дала змогу ефективно провести дослідження у конкретних виробничих умовах.

Встановлено поопераційні норми витрати вхідного матеріалу на вихідний матеріал:

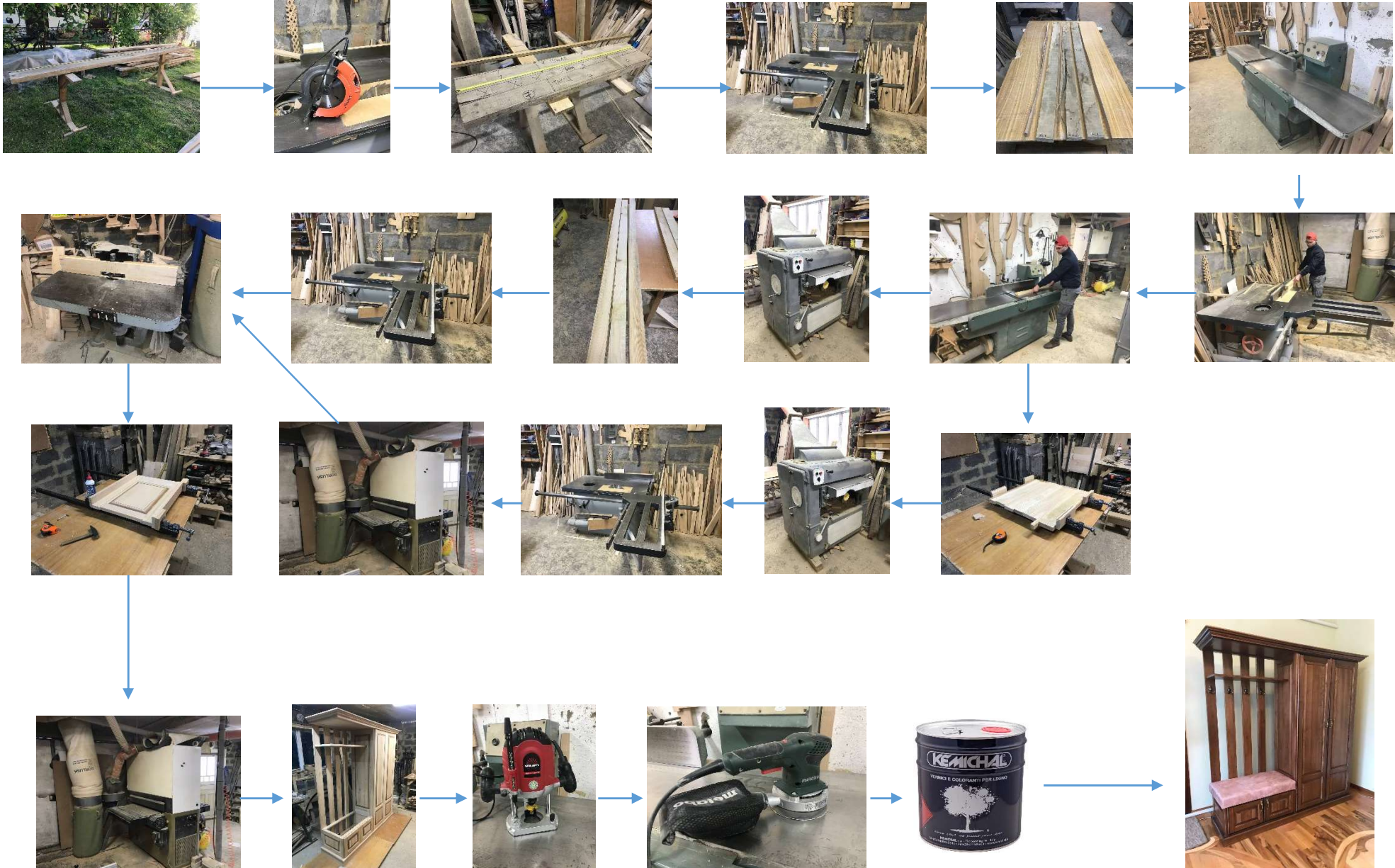
Встановлено, що об'ємний вихід деталей для готового виробу становить 30,93 % від загального об'єму використаних необрізних сухих ільмових пиломатеріалів. Коефіцієнт витрати –  $3,233 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Це означає, що на  $1 \text{ м}^3$  деталей потрібно  $3,233 \text{ м}^3$  необрізних ільмових пиломатеріалів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сопушинський І. М. Деревинознавство: практикум [для студ. вищ. навч. закл.] / І.М. Сопушинський, І.С. Вінтонів. – Львів: Ліга-Прес, 2014
2. Вінтонів І. С., Сопушинський І. М., Тайшінгер А. Деревинознавство: навчальний посібник. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005
3. Деревина ільма [Електронний ресурс]. – Режим доступу до докум. : [https://jak.bono.odessa.ua/articles/derevina-ilma.php#google\\_vignette](https://jak.bono.odessa.ua/articles/derevina-ilma.php#google_vignette)
4. Опис деревини ільма [Електронний ресурс]. – Режим доступу до докум. : <https://jak.bono.odessa.ua/articles/ilm-v-jaz-abo-korigujuchi-opis-dereva-sklad.php>
5. Емельянов В. Г., Шевченко С. А. Основи деревинознавства і лісового товарознавства: навчальний посібник. – Харків: ЕДЕНА, 2010
6. Марченко Н. В., Мазурчук С. М. та Никитюк П. А. Шляхи підвищення ефективності виготовлення заготовок, випиляних з деревини дуба
7. Маєвський В. О., Мацишин Я. В., Миськів Є.М. Особливості розкрою пиломатеріалів на радіальні та тангенціальні заготовки
8. Коваль В. С., Мазурчук С. М. Оптимізація процесу розкрою пиломатеріалів з врахуванням розмірно-якісної характеристики
9. Мазурчук С. М. Засоби удосконалення технології виготовлення заготовок з деревини дуба
10. Ференц О. Б., Манзій С. О., Копанський М. М., Петришак І. В., Ференц О.О. Методика розрахунку витрат деревини при виготовленні паркетних дощок
11. Ференц О. Б., Копинець З. П., Сторожук В.М. Дослідження специфікаційного виходу заготовок лицьового шару паркетних дощок
12. Ференц О. Б., Ференц А.О., Рибіцький П.Н., Лук'янова Н.Г. Розроблення ресурсощадних технологій з виготовлення сучасних паркетних дощок
13. Мацишин Я.В. Нечітка експертна система для моделювання процесу поперечного розкрою пиломатеріалів на заготовки

14. Мосьпак О. І. Інформаційна система підтримки діяльності розкрійного цеху меблевого виробництва
15. Тепнадзе М.У. Раціональне перероблення тонкомірної низькосортної деревини в Грузії
16. ГОСТ 12.2.026.0-93. «Обладнання деревообробне. Вимоги безпеки до конструкції»
17. НПАОП 20.0-1.02-05 «Правила охорони праці в деревообробній промисловості»
18. НПАОП 0.00-1.30-01 Правила безпечної роботи з інструментом і пристроями (ДНАОП 1.1.10.-1.04-01)
19. Безпечна експлуатація деревообробних верстатів [Електронний ресурс].  
– Режим доступу до докум. :  
<http://nmcpz.ho.ua/document/boevye%20listki/prisposoblenia.Pdf>

# ДОДАТОК А



## ДОДАТОК Б

Порівняння вимог стандартів до сортування за якісними характеристиками пиломатеріалів з деревини бука

Якісні характеристики	Максимально допустимі значення для сортів		
	1 сорт	2 сорт	3 сорт
Здорові зрілі сучки	допускаються на будь-якій однометровій ділянці довжини:		
	на пластах пиломатеріалів шириною до 100 мм		
	1 шт розміром до 20 мм	2 шт розміром до 50 мм, але не більше ½ ширини	сумарною величиною розмірів до 300 мм
	від 110 до 200 мм		
	2 шт розміром до 20 мм	3 шт розміром до 50 мм	Сумарною величиною розмірів до 300 мм
	від 210 до 400 мм		
	2 шт розміром до 40 мм	3 шт розміром до 50 мм	сумарною величиною розмірів до 300 мм
частково зрощені і не зрощені	більше 400 мм		
	2 шт розміром до 40 мм, або 1 шт розміром до 60 мм	3 шт розміром до 50 мм, або 2 шт розміром до 70 мм	сумарною величиною розмірів до 300 мм
	Не враховуються крім групових розміром, мм, до:		
	-	15	30
	допускаються на будь-якій однометровій ділянці довжини на пластах пиломатеріалів [3]:		
20	40	сумарною величиною розмірів до 150 мм	
гнилі	не допускаються	не враховуються крім групових розміром до 10 мм; допускаються на будь-якій однометровій ділянці на пласті в загальній кількості здорових зрощених 1 шт розміром до 40 мм	не враховуються крім групових розміром до 25 мм; допускаються на будь-якій однометровій ділянці на пласті в загальній кількості здорових зрощених сумарною величиною розмірів до 150 мм
Пластеві, в тому числі з виходом на торець	допускаються глибиною і довжиною товщини і довжини пиломатеріалу до:		
	1/6	1/3	1/2
Пластеві, які виходять на обидва торці	не допускаються	допускається одна глибиною від товщини пиломатеріалів до:	
		1/5	1/3 У букових

Якісні характеристики	Максимально допустимі значення для сортів		
	1 сорт	2 сорт	3 сорт
			пиломатеріалах шириною більше 200 мм, за відсутності інших тріщин, глибина не нормується
Пластеві і крайкові наскрізні, в тому числі які виходять на торець	допускаються загальною довжиною довжини пиломатеріалу до:		
	1/20	1/10	1/3
відлупні	не допускаються	допускаються довжиною довжини пиломатеріалів до:	
		1/20	1/5
торцеві	допускаються глибиною до $\frac{3}{4}$ ширини пиломатеріалу	допускаються глибиною не більше ширини пиломатеріалу	допускаються
Нахил волокон	Допускається до 5%	Допускається до 10%	допускається
завилькуватість	допускається до $\frac{1}{4}$ площі пласті пиломатеріалу	допускається	допускається
Гнилизна:			
тверда	не допускається (ядро і заболонна)	допускається у вигляді окремих плям і смуг загальною площею в необрізних пиломатеріалах до 5% (ядро і заболонна)	допускається у вигляді окремих плям і смуг загальною площею в необрізних пиломатеріалах до 10% (ядро і заболонна)
порохнява	не допускається	не допускається	не допускається
Біологічні пошкодження	допускаються поверхневі на обзельних частинах пиломатеріалу	допускаються на будь-якій однометровій ділянці довжини пиломатеріалів до 3 шт	допускаються на будь-якій однометровій ділянці довжини пиломатеріалів до 5 шт
Пожолобленість	допускається: поздовжня по пласті і крайці до 0,5% довжини пиломатеріалу, поперечна – 1% ширини пиломатеріалу	допускається: поздовжня по пласті і крайці до 1% довжини пиломатеріалу, поперечна – 2% ширини пиломатеріалу	допускається: поздовжня по пласті і крайці до 2% довжини пиломатеріалу, поперечна – 3% ширини пиломатеріалу
Здорове червоне ядро	не допускається (грибні ядрові плями)	допускається до 10% площі пласті	допускається (грибні ядрові плями і

Якісні характеристики	Максимально допустимі значення для сортів		
	1 сорт	2 сорт	3 сорт
	і смуги)	пиломатеріалу (грибні ядрові плями і смуги)	смуги)
Прорість:			
одностороння	допускається довжиною і шириною довжини і ширини пиломатеріалів до:		
	1/20	1/10	допускається
наскрізна	не допускається	допускається 1/10 довжини і ширини пиломатеріалів	допускається
Внутрішня заболонь	не допускається	допускається	допускається
Побуріння	не допускається	допускається до 5% площі пласті пиломатеріалів	допускається до 15% площі пласті пиломатеріалів
Пліснява	допускається у вигляді окремих плям і смуг	допускається	допускається
Заболоні грибні забарвлення (синява і кольорові заболонні плями)			
поверхневі	допускається у вигляді окремих плям і смуг	допускається	допускається
глибокі	не допускаються	допускаються до 10% площі пласті пиломатеріалу	допускаються до 20% площі пласті пиломатеріалу
Механічні пошкодження і дефекти обробки	допускаються в межах відхилення від номінальних розмірів	допускаються в межах відхилення від номінальних розмірів	допускаються
Інородці включення	не допускаються	не допускаються	не допускаються
Скіс пропилу	допускаються до 5% відповідно товщини, або ширини пиломатеріалів	допускаються до 5% відповідно товщини, або ширини пиломатеріалів	допускаються до 5% відповідно товщини, або ширини пиломатеріалів

ДОДАТОК В



Дошка №2



Дошка №3



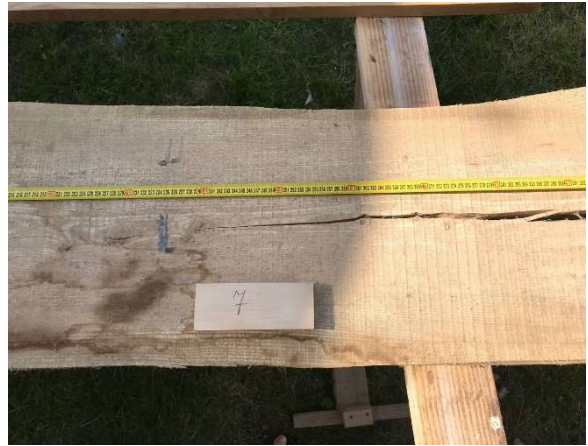
Дошка №4



Дошка №5



Дошка №6



Дошка №7



Дошка №8



Розкрій дощок на заготовки				
Розміри заготовок пиляних				
№ рейки	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Об'єм рейок, м3
1,1	55,30	112	1900	0,01177
1,1	55,30	112	1900	0,01177
1,2	55	82	1592	0,00718
1,2	55	82	1600	0,00722
1,1	55,30	85	2007	0,00943
1,1	55,30	85	2007	0,00943
1,2	54	80	1471	0,00635
1,2	54	80	1471	0,00635
1,1	55	82	2160	0,00974
1,1	55	82	2160	0,00974
1,2	56	80	1339	0,006
1,2	56	80	1339	0,006
1,1	56	82	2128	0,00977
1,1	56	110	2128	0,01311
1,2	54,70	77	1368	0,00576
1,2	54,70	105	1368	0,00786
1,1	55	81	2207	0,00983
1,1	55	81	2207	0,00983
1,1	55	60	2207	0,00728
1,2	53,70	102	1283	0,00703
1,2	53,70	113	1283	0,00779
1,1	50	81	2165	0,00877
ч1,1	50	81	2165	0,00877
1,2	49,20	88	1388	0,00601
1,2	49,20	87	1388	0,00594
1,1	53,30	84	1895	0,00848
1,1	53,30	105	1895	0,01061
1,1	53,30	60	1895	0,00606
1,2	54	122	1532	0,01009
1,2	54	122	1532	0,01009
1,1	56,70	103	1807	0,01055
1,1	56,70	80	1807	0,0082
1,2	55,70	79	1690	0,00744
1,2	55,70	76	1690	0,00715
				0,2874

попереднє фугування 1 пласті і двох крайок							
№загот	Розміри заготовок				Обєм заготовок, м3	к-сть, шт	V, м3
	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм				
1,1	52,30	107	1900	0,01063	1	0,01063	
1,1	52,30	107	1900	0,01063	1	0,01063	
1,2	52,00	77	1592	0,00637	1	0,00637	
1,2	52,00	77	1600	0,00641	1	0,00641	
					1		
					1		
1,1	52,30	80	2007	0,0084	1	0,0084	
1,1	52,30	80	2007	0,0084	1	0,0084	
1,2	51,00	75	1471	0,00563	1	0,00563	
1,2	51,00	75	1471	0,00563	1	0,00563	
					1		
					1		
1,1	52,00	77	2160	0,00865	1	0,00865	
1,1	52,00	77	2160	0,00865	1	0,00865	
1,2	53,00	75	1339	0,00532	1	0,00532	
1,2	53,00	75	1339	0,00532	1	0,00532	
					1		
					1		
1,1	53,00	77	2128	0,00868	1	0,00868	
1,1	53,00	105	2128	0,01184	1	0,01184	
1,2	51,70	72	1368	0,00509	1	0,00509	
1,2	51,70	100	1368	0,00707	1	0,00707	
					1		
					1		
1,1	52,00	76	2207	0,00872	1	0,00872	
1,1	52,00	76	2207	0,00872	1	0,00872	
1,1	52,00	55	2207	0,00631	1	0,00631	
1,2	50,70	97	1283	0,00631	1	0,00631	
1,2	50,70	108	1283	0,00703	1	0,00703	
					1		
1,1	47,00	76	2165	0,00773	1	0,00773	
ч1,1	47,00	76	2165	0,00773	1	0,00773	
1,2	46,20	83	1388	0,00532	1	0,00532	
1,2	46,20	82	1388	0,00526	1	0,00526	
					1		
					1		
1,1	50,30	79	1895	0,00753	1	0,00753	
1,1	50,30	100	1895	0,00953	1	0,00953	
1,1	50,30	55	1895	0,00524	1	0,00524	
1,2	51,00	117	1532	0,00914	1	0,00914	
1,2	51,00	117	1532	0,00914	1	0,00914	
					1		
1,1	53,70	98	1807	0,00951	1	0,00951	
1,1	53,70	75	1807	0,00728	1	0,00728	
1,2	52,70	74	1690	0,00659	1	0,00659	
1,2	52,70	71	1690	0,00632	1	0,00632	
						0,25613	

Розкрій за товщиною							
Розміри заготовок							
№загот	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Обєм заготовок , м3	к-сть,шт	V,м3	
1,1	24,65	107	1900	0,00501	2	0,01002	
1,1	24,65	107	1900	0,00501	2	0,01002	
1,2	24,65	77	1592	0,00302	2	0,00604	
1,2	24,65	77	1600	0,00304	2	0,00608	
1,1	24,65	80	2007	0,00396	2	0,00792	
1,1	24,65	80	2007	0,00396	2	0,00792	
1,2	24	75	1471	0,00265	2	0,0053	
1,2	24	75	1471	0,00265	2	0,0053	
1,1	24,5	77	2160	0,00407	2	0,00814	
1,1	24,5	77	2160	0,00407	2	0,00814	
1,2	25	75	1339	0,00251	2	0,00502	
1,2	25	75	1339	0,00251	2	0,00502	
1,1	25	77	2128	0,0041	2	0,0082	
1,1	25	105	2128	0,00559	2	0,01118	
1,2	24,35	72	1368	0,0024	2	0,0048	
1,2	24,35	100	1368	0,00333	2	0,00666	
1,1	24,5	76	2207	0,00411	2	0,00822	
1,1	24,5	76	2207	0,00411	2	0,00822	
1,1	24,5	55	2207	0,00297	2	0,00594	
1,2	23,85	97	1283	0,00297	2	0,00594	
1,2	23,85	108	1283	0,0033	2	0,0066	
1,1	22	76	2165	0,00362	2	0,00724	
ч1,1	22	76	2165	0,00362	2	0,00724	
1,2	21,6	83	1388	0,00249	2	0,00498	
1,2	21,6	82	1388	0,00246	2	0,00492	
1,1	23,65	79	1895	0,00354	2	0,00708	
1,1	23,65	100	1895	0,00448	2	0,00896	
1,1	23,65	55	1895	0,00246	2	0,00492	
1,2	24	117	1532	0,0043	2	0,0086	
1,2	24	117	1532	0,0043	2	0,0086	
1,1	25,35	98	1807	0,00449	2	0,00898	
1,1	25,35	75	1807	0,00344	2	0,00688	
1,2	24,85	74	1690	0,00311	2	0,00622	
1,2	24,85	71	1690	0,00298	2	0,00596	
						0,24126	

Чистове стругання							
Розміри заготовок							
№загот	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Обєм заготовок , м3	к-сть,шт	V,м3	
1,1	22	100	1900	0,00418	2	0,00836	
1,1	22	100	1900	0,00418	2	0,00836	
1,2	22	70	1592	0,00245	2	0,0049	
1,2	22	70	1600	0,00246	2	0,00492	
			0				
			0				
1,1	22	70	2007	0,00309	2	0,00618	
1,1	22	70	2007	0,00309	2	0,00618	
1,2	22	70	1471	0,00227	2	0,00454	
1,2	22	70	1471	0,00227	2	0,00454	
			0				
			0				
1,1	22	70	2160	0,00333	2	0,00666	
1,1	22	70	2160	0,00333	2	0,00666	
1,2	22	70	1339	0,00206	2	0,00412	
1,2	22	70	1339	0,00206	2	0,00412	
			0				
			0				
1,1	22	70	2128	0,00328	2	0,00656	
1,1	22	100	2128	0,00468	2	0,00936	
1,2	19	72	1368	0,00187	2	0,00374	
1,2	19	100	1368	0,0026	2	0,0052	
			0				
			0				
1,1	22	70	2207	0,0034	2	0,0068	
1,1	22	70	2207	0,0034	2	0,0068	
1,1	20	55	2207	0,00243	2	0,00486	
1,2	19	97	1283	0,00236	2	0,00472	
1,2	19	108	1283	0,00263	2	0,00526	
			0				
			0				
1,1	22	70	2165	0,00333	2	0,00666	
ч1,1	22	70	2165	0,00333	2	0,00666	
1,2	19	83	1388	0,00219	2	0,00438	
1,2	19	82	1388	0,00216	2	0,00432	
			0				
			0				
1,1	22	70	1895	0,00292	2	0,00584	
1,1	22	100	1895	0,00417	2	0,00834	
1,1	20	55	1895	0,00208	2	0,00416	
1,2	19	117	1532	0,00341	2	0,00682	
1,2	19	117	1532	0,00341	2	0,00682	
			0				
1,1	22	70	1807	0,00278	2	0,00556	
1,1	22	70	1807	0,00278	2	0,00556	
1,2	19	74	1690	0,00238	2	0,00476	
1,2	19	71	1690	0,00228	2	0,00456	
					68		
						0,19728	

Назва дет.	Розміри деталей			Объем деталей, м3	к-сть, шт	V, м3
	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм			
бік	22	70	1746	0,00269	4	0,01076
	22	70	324	0,0005	8	0,004
	22	160	324	0,00114	1	0,00114
	22	70	300	0,00046	2	0,00092
дверка	22	70	1738	0,00268	4	0,01072
	22	70	334	0,00051	6	0,00306
	22	70	293	0,00045	4	0,0018
	22	70	271	0,00042	4	0,00168
дно	22	70	1810	0,00279	4	0,01116
	22	70	354	0,00055	2	0,0011
	22	90	354	0,0007	2	0,0014
	22	120	354	0,00093	2	0,00186
<u>Тахлі</u>						
бік	18	323	514	0,00299	3	0,00897
	18	323	1290	0,0075	1	0,0075
	18	323	188	0,00109	1	0,00109
дверка	18	333	1278	0,00766	2	0,01532
	18	333	302	0,00181	2	0,00362
	18	270	181	0,00088	2	0,00176
дно пл.	22	60	1810	0,00239	1	0,00239
	22	60	470	0,00062	2	0,00124
карніз	22	70	1900	0,00293	1	0,00293
	22	70	520	0,0008	2	0,0016
	22	45	1900	0,00188	1	0,00188
	22	45	520	0,00051	2	0,00102
вішак пл.	22	100	1746	0,00384	4	0,01536
щит. вішак	22	300	800	0,00528	1	0,00528
сідак	22	440	824	0,00798	1	0,00798
						0,12754

Шліфування						
Розміри деталей						
Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Об'єм деталей, м3	к-сть,шт	V,м3	
20,9	70	1746	0,00255	4	0,0102	
20,9	70	324	0,00047	8	0,00376	
20,9	160	324	0,00108	1	0,00108	
20,9	70	300	0,00044	2	0,00088	
20,9	70	1738	0,00254	4	0,01016	
20,9	70	334	0,00049	6	0,00294	
20,9	70	293	0,00043	4	0,00172	
20,9	70	271	0,0004	4	0,0016	
20,9	70	1810	0,00265	4	0,0106	
20,9	70	354	0,00052	2	0,00104	
20,9	90	354	0,00067	2	0,00134	
20,9	120	354	0,00089	2	0,00178	
17,4	323	514	0,00289	3	0,00867	
17,4	323	1290	0,00725	1	0,00725	
17,4	323	188	0,00106	1	0,00106	
17,4	333	1278	0,0074	2	0,0148	
17,4	333	302	0,00175	2	0,0035	
17,4	270	181	0,00085	2	0,0017	
20,9	60	1810	0,00227	1	0,00227	
20,9	60	470	0,00059	2	0,00118	
20,9	70	1900	0,00278	1	0,00278	
20,9	70	520	0,00076	2	0,00152	
20,9	45	1900	0,00179	1	0,00179	
20,9	45	520	0,00049	2	0,00098	
20,9	100	1746	0,00365	4	0,0146	
20,9	300	800	0,00502	1	0,00502	
20,9	440	824	0,00758	1	0,00758	
					<b>0,1218</b>	