

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНІ Лісового і садово-паркового господарства

УДК 684.41

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНІ

Лісового і садово-паркового  
господарства

Роман ВАСИЛИШИН

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри

технологій та дизайну виробів з  
деревини

Андрій СПИРОЧКІН

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Вдосконалення технології обробки меблевих заготовок на  
фрезерних верстатах з числовим програмним керуванням на ТОВ «ВіЯр»»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Спеціалізація: «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Деревообробні та меблеві технології

Програма підготовки: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олена ПІЩЕВСЬКА

(ПІВ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Ph.d., ст.викладач.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Денис ЗАВ'ЯЛОВ

(ПІВ)

Виконав

Михайло ВАСИЛЕНКО

(ПІВ студента)

КИЇВ – 2023 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНП Лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технологій та дизайну виробів з деревини

Д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Олена ПІНЧЕВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ

Василенку Михайлу Юрійовичу

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Деревообробні та меблеві технології

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Вдосконалення технології  
обробки меблевих заготовок на фрезерних верстатах з числовим програмним  
керуванням на ТОВ «ВіАр»» затверджена наказом ректора НУБіП

України від «15» грудня 2022 р. № 1853 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедрі: 07.11.2023 року

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи звіти роботи  
базового підприємства, звіти з виробничої, переддипломної практики,  
методики виконання експериментальних досліджень, державні,  
міждержавні стандарти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Зробити аналіз підприємства, його обладнання визначити устаткування, що використовується та може бути використане для виготовлення меблевих фасадів.
2. Проаналізувати сучасний стан ринку та перспективи виготовлення корпусних меблевих виробів.
3. Розробити конструкцію, технологічний процес виготовлення фасаду та корпусу шафи, а також розрахувати продуктивність основного обладнання, витрату основних матеріалів.
4. Провести експериментальні дослідження з визначення формостійкості меблевих фасадів, проаналізувати результати статистичними методами.
5. Розробити пропозиції підприємству щодо реконструкції виробничих приміщень з підбором обладнання відповідно до пропонованого технологічного процесу.

Дата видачі завдання «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Денис ЗАВ'ЯЛОВ

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Михайло ВАСИЛЕНКО

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ НА ТОВ «ВІЯР»</b> .....	<b>7</b>
1.1. Сучасні стилі меблевих виробів.....	7
1.2. Аналіз діяльності підприємства ТОВ «ВіЯр» .....	12
1.3. Характеристика продукції, що виготовляється на ТОВ «ВіЯр».....	17
<b>РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ</b> .....	<b>19</b>
2.1. Аналіз історії та розвиток фрезерування для обробки різних матеріалів.....	19
2.2. Аналіз обладнання, що використовується для фрезерування різних матеріалів, зокрема деревини та всіх деревинних матеріалів.....	20
2.3. Характеристика фрезерних верстатів для обробки деревини.....	24
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИКО-ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	<b>29</b>
3.1. Методика проведення експериментальних досліджень на фасаді.....	29
3.2. Результати експериментальних досліджень з визначення формостікості деталі.....	31
<b>РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ НА ТОВ «ВІЯР»</b> .....	<b>35</b>
4.1. Аналіз технологічного процесу з виготовлення запропонованого виробу на ТОВ «ВіЯр» .....	35
4.2. Вибір фрезерного ЧПК обладнання для виготовлення виробу на ТОВ «ВіЯр» за методом аналізу ієрархії.....	38
4.3. Розроблення конструкції запропонованого виробу .....	47
4.4. Розрахунок матеріалів, норм витрат, кількість відходів на планову кількість виробів за рік.....	49
4.5. Розрахунок продуктивності верстатів на планову кількість виробів (1000 вир.).....	65
4.6. Пропозиції щодо вдосконалення виготовлення фасадів на підприємстві ТОВ «ВіЯр».....	72
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>75</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>77</b>

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить 80 сторінок, 24 рисунки, 27 таблиць та 34 джерел інформації.

Магістерська робота складається з чотирьох розділів:

1. Перший розділ присвячений аналізу діяльності підприємства ТОВ «Віяр» та характеристика виробів що виготовляються на підприємстві.

Охарактеризовано різні меблеві стилі для підбору відповідного стилю для проектування майбутнього виробу.

2. У другому розділі наведена характеристика верстатів для фрезерування деталей складної конфігурації. Проаналізовано зародження фрезерної обробки. Проаналізовано обладнання для фрезерування деревних матеріалів.

3. У третьому розділі наведено методика для проведення експериментальних досліджень, отримані результати експериментальних досліджень проаналізовано статистично та графічно.

4. У четвертому розділі розроблено технологічний процес виготовлення шафи, розрахована планова витрата кількості сировини, розрахована продуктивність верстатів для виготовлення річної програми виробів, розроблено конструктив шафи, вибрано найбільш продуктивний фрезерний верстат з ЧПК для оброблення фасаду. Надано рекомендації щодо покращення виробництва на підприємстві ТОВ «Віяр».

Ключові слова: фрезерний верстат, формостійкість, стріла прогину, плямний шпон, меблевий фасад.

## ВСТУП

У сучасному виробництві деревообробних виробів важливе значення надається впровадженню сучасних технологій, що дозволяють оптимізувати якість продукції та підвищувати продуктивність виробничих процесів. Одним із ключових напрямків у цьому контексті є використання деревообробних фрезерних верстатів з числовим керуванням (ЧПК), що надає можливість автоматизації та точного контролю над процесом обробки.

Метою даної магістерської роботи є дослідження та оптимізація технологічних процесів деревообробки за участі фрезерного верстату з ЧПК.

Робота спрямована на вивчення впливу параметрів фрезерної обробки на якість та формостійкість деталей, а також на розробку рекомендацій щодо раціональності цих параметрів для досягнення допустимих результатів формостійкості.

Для досягнення поставленої мети, у роботі буде використано комплексний підхід, що включає експериментальні дослідження, аналіз результатів та їх інтерпретацію. Крім того, враховано сучасні тенденції та досягнення в галузі деревообробної промисловості та числового керування, що нададуть можливість порівняти отримані результати з вже існуючими високоефективними технологіями.

Важливим аспектом роботи є можливість практичного застосування отриманих результатів у виробничому процесі підприємства, що дозволить підвищити його конкурентоспроможність.

Сучасна промисловість деревообробки перебуває на етапі інтенсивного технологічного розвитку, спрямованого на підвищення якості продукції та оптимізацію виробничих процесів. В цьому контексті дослідження та оптимізація технологічних процесів на деревообробних фрезерних верстатах з числовим керуванням (ЧПК) стає надзвичайно важливим завданням.

Специфіка роботи з деревинним матеріалом передбачає врахування його особливостей: складності структури, вологості, механічних характеристик

тощо. Використання ЧПК дозволяє враховувати ці аспекти та надає можливість точного контролю над процесом обробки.

▪ **Об'єкт дослідження:** Технологія виготовлення меблевих заготовок на Тов «Віяр».

▪ **Предмет дослідження:** зміна площинності багат шарових клеєних заготовок під дією 3Д фрезерування.

▪ **Мета роботи:** вдосконалення технології обробки меблевих фасадів, та забезпечення формостійкості при запропонованій технології.

**Методи дослідження:** експериментальний – для визначення формостійкості деталі (фасаду) під дією різновтовщинних матеріалів, теоретичний – визначення пріоритетного верстаку для обробки фасаду, статистичний метод для аналізу отриманих даних.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1

# НАУБІП УКРАЇНИ

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ, ВИГТОВЛЕНИХ НА ТОВ «ВІАР»

### 1.1. Сучасні стилі меблевих виробів

Модерн. Модерн (рис.1.1) - це стиль, який був популярний в Європі кінця 19-го - початку 20-го століття. Абсолютно незрівнянне, це явище і сьогодні привертає увагу шанувальників аристократичної вишуканості [1].



Рис. 1.1 Меблі в стилі модерн [2]

Скандинавський стиль. Для меблів в скандинавському стилі характерні світлі тони, прості форми натуральні матеріали, практичність і ергономічність. Вона поєднує в собі екологічність з мінімалізмом і відрізняються лаконічністю, зручністю, винятковою якістю.

На формування скандинавського стилю вплинув північний клімат з довгими зимами. Сонячне тепло і світло на скандинавському півострові вважається справжньою цінністю, звідси прагнення скандинавів зробити свої будинки як можна більш світлими.

Білий колір становить основу інтер'єру. Він активно використовується для оформлення стін, стелі, вікон, меблів і предметів декору. Тому скандинавські інтер'єри мають приголомшливий оптичним ефектом перетворювати будь-яке приміщення у вільний наповнене світлом простір.

Білий чудово поєднується з деревом в світлих тонах, обов'язковим елементом скандинавського стилю. Його обробляють особливим чином, щоб зберегти природну фактуру (рис.1.2), для виготовлення підлог, рам, дерев'яних панелей для обшивки стін і, звичайно, меблів [4].



Рис 1.2 Меблі в скандинавському стилі [4]

Головна особливість скандинавів: вони не зацікавлені в показній вигадливості в інтер'єрі. Скандинавський стиль характеризується функціональністю всіх складників, будь то меблі або елемент декору. Тут немає нічого зайвого, простір не нагромаджений непотрібними деталями. Більш значущі чинники в скандинавському стилі інтер'єру — світло й чистота в будинку. Усе в приміщенні має розміщуватися у такий спосіб, щоби відразу виникало відчуття природності, тепла й комфорту. Переважають прості форми меблів і світлі відтінки.

Основні моменти скандинавського стилю:

- вільний простір, і чим більше його — тим краще;
- хороше освітлення (за необхідності використовується більше джерел світла);
- легкий текстиль у світлих тонах;
- домінування натуральних матеріалів [8].

Меблі в стилі лофт. Художня мова меблів лофт (рис. 1.3) небагатослівна і гранично лаконічна. Домінують прості геометричні форми, але підкуповує чистота натуральних матеріалів. Сила та потужність металу, теплота та краса дерева. Важливим є емоційний ефект, який приносить стиль лофт у дизайн інтер'єру. Фігури квадрата і прямокутника часто є лейтмотивом структурних побудов в індустріальному стилі. Стелажі, столи, комоди, шафи, журнальні столики є найбільш популярними меблями в стилі лофт. Як правило, використовується металевий чорний каркас та світле дерево на полиці, стільниці [6].

Основні риси та особливості стилю лофт:

- Використовуються натуральні матеріали: дерево, метал, кування, скло, камінь, шкіра
- Металевий каркас залишається підкреслено видимим. Найчастіше використовуються потужні елементи
- Можливий ефект старіння: потертості, подряпини
- Технократичний дизайн, грубі форми. Наприклад, використання водопровідних труб або метал без фарбування, покритий лаком
- Наявність технологічних елементів та деталей: накладки, заклепки, болти, різьблені рунки
- Мінімум декоративних деталей переважають темні кольори.



Рис. 1.3 Меблі в стилі лофт [7]

Загальна стилістика лофту – максимально лаконічна і стримана, а акцент робиться на зручності та чистоті ліній. Диван, наприклад, може бути будь-якої форми, але без зайвих деталей чи завитушок. А от глибокі сидіння, низькі та широкі підлокітники вітаються [8].

Стиль арт-деко. Цей стиль наголошує на розкоші та розмаху. Він включає в себе геометричні мотиви, дорогоцінні матеріали та блискучі поверхні. Специфічною особливістю арт-деко є поєднання класичних мотивів, симетрії і прямолінійності. Цей стиль (рис.1.4) прийнято вважати завершальним художнім стилем, який являє собою синтез, здавалося б, несумісних культур. Вигнуті лінії, застосування нових матеріалів, витончені малюнки – все це породжує нові смисли малює незвичні картини [9].



Рис. 1.4 Меблі в стилі арт-деко [10]

# НУБІП УКРАЇНИ

Основні особливості стилю арт-деко в меблях включають:

- Арт-деко часто використовує геометричні форми - квадрати, круги, трикутники та інші геометричні візерунки. Це може бути видно в дизайні оббивки, столів, стільниць тощо.

# НУБІП УКРАЇНИ

- Меблі арт-деко часто мають ніткі лінії та контури, що створюють гармонійний баланс між функціональністю та естетикою.

- До використання в арт-деко входять різноманітні розкішні матеріали, такі як шовк, велюр, шкіра, дерево екзотичних порід, металеві сплави, скло та дзеркала. Часто вони комбiнуються для створення елегантного та розкішного ефекту.

# НУБІП УКРАЇНИ

- В арт-деко часто використовуються блискучі матеріали, такі як хром, бронза, скло з технікою "вітраж", яка виглядає яскраво та вишукано.

Стиль еkleктика. Цей стиль дозволяє комбiнувати різні елементи з різних стилів, створюючи унікальний та особливий інтер'єр. Стиль еkleктика (рис.1.5) в меблях виражається в підборі предметів обстановки за кольором і формою, які можуть перегукуватися між собою або з текстилем і декоративними елементами [12].



Рис. 1.5 Меблі в стилі еkleктика [12]

# НУБІП УКРАЇНИ

Стиль бохо. Стиль бохо в інтер'єрі з'явився в Монмартрі знаменитому кварталі Парижа. Населяли його художники, поети і музиканти представляли

в той час особа Паризької богеми і вели безтурботне і веселе життя. За такий спосіб життя вони отримали прізвисько "bohemians", якими раніше називали кочових циган, не визнавали жодних правил.

Бохо інтер'єр (рис. 1.6) став відображенням богемного життя творчої еліти, становлять собою непередбачуваність і хаотичність, яскравість кольорів і незвичність декоративних деталей. Такий стиль виражає свободу людини у виборі і допускає будь-які оздоблювальні матеріали і кольори [13].



Рис. 1.6 М'які меблі в стилі бохо [13]

Обробка і текстиль. Бохо інтер'єр завжди рясніє великою кількістю текстилю, різними видами фактур і матеріалів. Сміливо комбінуйте хутрянні подушки з плетеним пледом на шовковому дивані — тут можна дати волю своїй уяві [13].

## 1.2. Аналіз діяльності підприємства ТОВ «ВіЯр»

Склад підприємства має таку специфікацію, покупець замовляє будь-який товар або якусь обробку матеріалу це замовлення автоматично потрапляє до менеджера, якщо це обробка матеріалу тоді менеджер повинен уточнити кількість деталей, розміри (потрібно фото, креслення або файл), матеріал та вид обробки. Якщо матеріал підлягає під обробку фрезерування тоді всі

наведені вище характеристики потрапляють до конструктора. Мета конструктора це накреслити деталь у комп'ютерній програмі «Autocad» та конвертувати файл з кресленням деталі на програмне забезпечення ЧПК верстатів Rover та Ventura. Далі оброблена деталь потрапляє на склад готової продукції де її упаковують належним чином та зберігають.

Основні технологічні потоки.

- складу сировини
- форматний розкрій
- крайко-личкування
- фрезерування
- свердління
- тестування деталей
- склад готової продукції

Технологічний потік або ж технологічний процес бере свій початок із:

1. складу сировини, на цьому етапі допоміжний робітник повинен вибрати матеріал (ДСП, МДФ) який надходить у чергу обробки;
2. транспортування плитного матеріалу за допомогою автозавантажувача

3. форматний розкрій, проводиться розкрій листа плитного матеріалу згідно за картою розкрою на форматно-розкроювальному центрі
4. транспортування деталей за допомогою ручного візочка;

5. крайко-личкування, проводиться личкування крайок кромкою ПВХ для запобігання вивільненню вільного формальдегіду та для естетичного вигляду, на верстаці Homag;

6. фрезерування, проводиться для надання деталі криволінійної форми та отворам для неординарної фурнітури на верстатах Rover та Ventura;

7. транспортування деталей за допомогою ручного візочка;

8. свердління отворів під з'єднання фурнітури;

9. тестування однієї деталі;

10. склад готової продукції, транспортується за допомогою автозавантажувача

Організація робочих місць. Робоче місце проектується таким чином щоб в процесі обробки деталі оператор верстата не отримав травми через необережне пересування між верстатом та пачкою необробленого матеріалу, то ж розберемо окремо кожне місце в залежності від типу обробки.

Складське приміщення спроектоване так щоб автозавантажувач міг з легкістю пересуватися між рядами а також передбачена пішохідна зона яка окремо виділена зеленою границею.

Слід зазначити що коли автозавантажувач пересувається по склад, у то на перехресті між рядами він повинен дати звуковий сигнал тим самим повідомити водія або робітника який рухається перпендикулярно його рухові про те що він наближається.

На робочому місці біля форматно-розкроювального верстата стоять два робітника один оператор та помічник, листи плитного матеріалу знаходяться перед рухомих конвеєром а розкросні деталі потрібної форми за нею. Два робітники піднімають плиту і кладуть на стіл верстата після чого оператор визначає за якою картою розкрою відбувається обробка і підштовхує лист на робочу частину.

Крайко-личкувальний верстат має наступну схему, верстат знаходиться з правого чи лівого боку а не личкований матеріал на початку, на верстаті працюють два робітника один оператор та помічник. Оператор виставляє всі необхідні параметри на числовому управлінні верстата і подає заготовку тоді помічник в кінці верстата приймає заготовку і кладе позаду якщо заготовка більше не потребує личкування, а якщо все ж таки потребує тоді деталь перекладають на пересувний стіл.

На криволінійному крайко-личкуванні також два робітника, зрештою всі робочі місця облаштовані так що повинні бути вільні місця щоб проходити, проектувальники постаралися і на кожне робоче місце виділили окремі місця які позначені прямокутником з синім контуром, тобто в цю зону можна

ставити лише те що зазначено. Якщо на робочому місці буде безлад то працівник повинен бути нести відповідальність за халатне ставлення.

Робоче місце на операції фрезерного оброблення розподілене наступним чином, попереду стоїть верстат з лівої сторони стоїть числове програмне управління позаду стоїть пачка з необробленими деталями і на деякій відстані із зміщенням в право стоїть пачка вже з обробленими деталями.

На робочому місці свердління знаходиться всього один робітник оператор, він і задає потрібні параметри і подає заготовку у верстат, що до розподілення готової деталі від не обробленої то схема складається так, що не оброблений матеріал стоїть з лівої сторони на рухомому столі який вільно за потребою пересувається, а деталь із потрібними отворами знаходиться із зміщенням позаду.

Тестування проводиться в кінці всього технологічного процесу і знаходиться біля складського приміщення, на тестуванні знаходяться два робітники, до яких надходять не самі деталі для готового виробу а невеликі зразки розміром 180x120 мм.

Верстати та інструменти які забезпечують обробку. Розглядаючи інструменти потрібно розуміти для якого верстату і на якому етапі обробки використовуються. Для кожного типу обладнання інструмент різний то ж розглянемо кожний окремо.

На форматно-розкрювального центрі HOLZMA HPI 380/43/22/L (рис.

1.7) використовуються пильні диски та підрізні пили вони забезпечують якісний різ матеріалу без сколів для розкрою різного виду деревино-композиційних плит, різних розмірів та за різними картами розкрою відповідно до виробу чи деталі яку потрібно зробити.



Рис. 1.7 Форматно-розкроювальний центр HOLZMA HPL 380/43/22/L

На крайко-личкувальному верстаті личкують торці та країки деталі для того щоб надати деталі естетичного вигляду а також запобігти вивільненню вільного формальдегіду, операція проводиться на верстаті Holzmann KAM 215ALL (рис. 1.8). Використовують ПВХ кромку як матеріал для личкування, як матеріал для склеювання клей поліуретановий (PUR) та клей на основі синтетичних смол (EVA).



Рис. 1.8 Крайко-личкувальний верстат Holzmann KAM 215ALL [14]

На свердильному верстаті важливу роль відіграють свердла тому як від них залежить надійне скріплення деталей фурнітурою. На виробництві використовують свердильно-присаджувальний верстат Homag BHX055 (рис. 1.9). На цьому верстаті представлена низка таких свердл: спіральні; ступінчасте; чашкове, зенкер тощо.



Рис. 1.9 Свердильно-присаджувальний верстат Homag BHX055

На фрезерному верстаті зазвичай використовують різні фрези в залежності від типу верстата та товщини матеріалу. На виробництві використовують фрезерний оброблювальний ЧПК п'яти-осевий центр Homag Centateq P-110 (рис. 1.10), тому як може виконувати більше функцій аніж звичайний фрезерний верстат на трьох осях.



Рис. 1.10 Оброблювальний центр Homag Centateq P-110 [15]

Взяти до прикладу два матеріали товщиною 18 мм та 36 мм для цих двох товщин використовують фрези 13L для 18 мм і 148 для 36 мм.

Характеристика продукції, що виготовляється на ТОВ «ВіЯр»

У «ВіЯр» замовник зможе придбати все що потрібно для виготовлення меблів і облаштування зручного і затишного житла. Серед основних товарних груп:

Плитні матеріали та крайка,

Функціональна і лицьова фурнітура;

Розсувні системи;

Фасади;

Вбудована техніка для кухні.

Продуктовий портфель компанії нараховує більше 20000 позицій, а це означає, що під кожен проект ви зможете знайти відповідні матеріал і фурнітуру, що матимуть потрібні вам якості, декори, розміри та ін.

Сьогодні в асортименті «ВІЯР» представлена продукція компанії зі світовим ім'ям: Egger, Cleaf, AGT, Hautematerial, Hettich, Cosma, Marella, Ricci, Saviola, Kronospan, Vibo, Franke, Rehau, Scilm, Swiss Krono, Niemann, Rejs, Luxeform та інших.

Також компанія активно розвиває власні бренди, щоб наповнити ринок України меблевою фурнітурою з високою декоративністю, якістю європейського рівня і доступною вартістю. Саме з цією метою було створено розсувні системи Statke, функціональна фурнітура Muller, лицьова фурнітура Ferro Fiofi, меблеве освітлення Lumine, фасади Bel Viso.

На підприємстві ТОВ «ВІЯР», потрібно лише придбати в компанії необхідний матеріал і надати менеджеру деталювання проекту (перелік усіх деталей із зазначенням їх габаритів і сторін, які підлягають крайкуванню).

Обробка матеріалів здійснюється на сучасному обладнанні [16].

На підставі вищесказаного, можна сказати, що хоч підприємство і займається лише продажем комплектуючих але і виготовляє вироби на замовлення. Специфікація підприємства дозволила б і виготовляти масово меблі однак це зменшило б попит на виготовлення індивідуальних унікальних замовлень.

## РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПІД ЧАС  
ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ

2.1. Аналіз історії та розвиток фрезерування для обробки різних матеріалів

Фрезерування - це один із основних процесів механічної обробки, який використовується для виготовлення деталей і виробів з різних матеріалів. Цей процес включає в себе використання фрези (різучого інструменту з великою кількістю зубів), що обертається, для видалення матеріалу з заготовки.

Історія фрезерування. Фрезерування виникло ще в середньовіччі. Перші фрези були простими дерев'яними або кам'яними інструментами, які використовувались для обробки деревини та каменю. З часом фрезерування розвивалося, і було винайдено нові матеріали для виготовлення фрез.

Наприклад, початкові металеві фрези виготовлялися вручну, але з часом виникли технології для їх промислового виробництва.

У 19-20 століттях фрезерування стало значущим процесом в металообробній промисловості, а з появою комп'ютерно-чисельного керування (ЧПК) в кінці 20 століття, фрезерування стало ще більш точним та автоматизованим.

Після появи комп'ютерно-числового керування (ЧПК) в кінці 20 століття, фрезери отримали велику автоматизацію та можливість обробки деталей складної геометрії. Це дозволяє виробляти високоточні та складні вироби швидше та ефективніше.

З розвитком нових матеріалів та технологій, виникає необхідність розробки спеціалізованих фрез для їх оптимальної обробки. Наприклад, виникли фрези з відцентрованими та змінними геометріями для оптимальної обробки сучасних композитних матеріалів.

Сьогодні фрезерування деревини є невід'ємною частиною деревообробної промисловості, яке використовується для виготовлення меблів, декоративних виробів, конструкцій та інших виробів з деревини. Цей

процес продовжує розвиватися з використанням сучасних технологій та матеріалів для забезпечення високої якості та ефективності обробки. Відповідно до потреб виробництва, розробники постійно вдосконалюють фрезерні технології та виготовляють нові типи фрез для обробки різних матеріалів.

2.2. Аналіз обладнання, що використовується для фрезерування різних матеріалів, зокрема деревини та всіх деревинних матеріалів

ЧПК – це машина з комп'ютерним керуванням, яка обробляє напівфабрикати або матеріали, наприклад деревину. ЧПК розшифровується як числове програмне управління і широко використовується в деревообробній та меблевих промисловостях та інших галузях виробництва. Приклади, включають виробництво пластмас, дерева та скла. Перевага фрезерування з

ЧПК полягає в тому, що верстат попередньо запрограмований, щоб певні операції можна було легко повторити. Це дає можливість обробляти великі обсяги матеріалу однаково. Крім того, можливе виконання високоточного фрезерування за заздалегідь підготовленими конструкціями. Проекти обробки, також відомі як проекти САПР, передаються з комп'ютера на фрезерний верстат. Таким чином, пристрій знає, що робити.

Деревообробні верстати з ЧПК замість традиційних інструментів. Це швидке, точне та економічно ефективно виробництво. Все більше ремісників, підмайстрів і любителів використовують фрезерні верстати з ЧПК для обробки дерев'яних виробів, які раніше виготовлялися вручну. Машини швидші, точніші та менш схильні до помилок. Оператор може використовувати свій час більш ефективно, оскільки він може виконувати іншу роботу під час виробництва. Це навіть збільшує прибуток, оскільки деревина використовується ефективніше завдяки меншій кількості відходів.

Фрезерні машини. Верстати з числовим керуванням (ЧПК) (рис. 2.1).

Це сучасні машини, які можуть виконувати різноманітні операції фрезерування автоматично з високою точністю. Вони програмуються для

вирішення конкретних завдань та розпорядження відповідними командами через комп'ютер



Рис 2. Фрезерний ЧПК верстат [17]

Фрезерні деревообробні верстати з ЧПК поділяються на кілька основних видів в залежності від їх конструкції та можливостей:

- Тривимірні (3D) верстати/Ці верстати можуть працювати в трьох вимірах, тобто вони можуть рухатися по осі X, Y та Z. Це дозволяє виробляти складні тривимірні деталі.

- Чотиривимірні (4D) верстати Окрім трьох вимірів, ці верстати мають можливість обертання робочого шпинделя (або столу) навколо четвертого (A) або п'ятого (B) віртуального обертового центру. Це робить можливим обробку складних контурів та робіт зі складним кутовим обробленням.

- П'ятивимірні (5D) верстати, додатково до можливостей 4D верстатів, дозволяють виробляти обробку під кутом відносно всіх трьох осей XYZ

- Портальні верстати, відрізняються тим, що їх конструкція схожа на портал (дуже стійка рама і шпиндельні головки, що рухаються по напрямку X та Y).

- Верстати з обертовим столом (Rotary Tables), мають можливість обертати деталі навколо своєї вісі, що дозволяє працювати над більш складними формами.

- Мостові верстати конструкція дозволяє рухати шпиндель та інструменти вздовж двох паралельних горизонтальних балок.

- Мультишпиндельні верстати мають декілька шпинделів, що дозволяє обробляти кілька деталей одночасно.

- Гравірувальні верстати, спеціалізуються на точній роботі з дрібними деталями, такими як гравіювання та різьблення.

Універсальні фрезери як правило, обладнані різноманітними додатковими пристроями та можуть виконувати різноманітні операції, такі як верстатне фрезерування, верстатний свердління, розвертання тощо. Вони поділяються на декілька видів:

- Горизонтальні фрезерні верстати (ГФС), вони призначені для обробки великих та важких заготовок.

- Вертикальні фрезерні верстати (ВФС), часто використовуються для обробки заготовок, які вимагають точності та складного оброблення.

- Універсальні фрезерні верстати (УФВ), це багатоцільові верстати які можуть виконувати як горизонтальне, так і вертикальне фрезерування.

- Універсальні фрезерні верстати з обертовим столом, об'єднують можливості універсального фрезерного верстату з можливістю обертати деталі навколо своєї вісі, що розширює спектр можливостей для обробки деталей.

- Кількастінні універсальні фрезерні верстати, мають більше ніж один шпиндель, що дозволяє обробляти кілька деталей одночасно або виконувати одну операцію на кількох сторонах заготовки.

- Універсальні фрезерні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), дозволяє автоматизувати процес оброблення, забезпечуючи точність та повторюваність операцій.

- Універсальні фрезерні верстати для оброблення граней (крайкові верстати), спеціалізуються на обробленні країв заготовок, таких як фаска, кантовка тощо.

Всі ці верстати об'єднує одна особливість, вони мають однакове кріплення інструменту. Картридне кріплення (Arbor), один з найпоширеніших методів кріплення інструменту в фрезерних верстатах, в якому використовується спеціальний тримач (або арбор), який вставляється в шпиндель. На арборі (рис. 2.2) розташований фрезерний інструмент. Важливо правильно затягнути гайку або гайковий гвинт, щоб інструмент був надійно закріплений.



Рис. 2.2 Картридне кріплення Arbor [18]

Штифтове кріплення (Collet) (рис. 2.3), у цьому кріпленні використовується спеціальний тримач, який називається коллет. Це надійний спосіб кріплення, який дозволяє забезпечити хороший контакт інструменту з шпинделем.



Рис. 2.3 Штифтове кріплення Collet [19]

Кодет вставляється в шпindelю, і його конструкція дозволяє затискати інструмент за його хвостовик.

### 2.3. Характеристика фрезерних верстатів для обробки деревини

Фрезерні верстати - це різноманітні деревообробні верстати, які використовують фрезу для видалення матеріалу з заготовки. Фреза - це інструмент, який має багато зубів, які обертаються навколо осі. При обертанні фрези зуби видаляють матеріал з заготовки, створюючи пази, канавки, отвори та інші форми.

Особливості застосування фрезерного верстата з ЧПК. Пристрої з ЧПК вважаються відносно новим обладнанням. Такі широкоуніверсальні фрезерні верстати додатково укомплектовані електронікою. У конструкції присутній мікропроцесор, який значно спрощує процес обробки дерев'яних деталей і підвищує його якість.

Робота на верстаті з ЧПК здійснюється в наступному порядку:

1. З допомогою спеціалізованого програмне забезпечення (ПЗ) складається програма.
2. Дерев'яна заготовка кріпиться на робочому столі.
3. Вводиться програма і виконується тестовий запуск.
4. У встановленому режимі здійснюється обробка дерев'яної заготовки.
5. Якщо в тому виникне необхідність, програма коригується.

Описаний процес вимагає мінімальної участі з боку оператора. В цьому і полягає основна перевага фрезерних міні-верстатів з ЧПК, що застосовуються в домашніх майстернях. Великі агрегати використовуються на виробництві. Вони виконують складні технологічні завдання. Фрезери цього типу бувають консольними і бесконсольними.

В консольних верстатах блок з рижучим елементом зафіксований і не змінює свого положення у процесі обробки. У цьому випадку переміщується робочий стіл, який рухається в поперечному і поздовжньому напрямку. Даний

тип фрезером застосовується переважно для обробки металевих деталей, оскільки розмір заготовок обмежений.

У консольних моделях зміщення фрези забезпечується кареткою з поперечними і поздовжніми напрямними. При цьому блоки обробки можна надати як вертикальне, так і горизонтальне положення в залежності від поставлених завдань.

Технічні характеристики фрезерних верстатів ЧПК по дереву

Найбільш поширені консольні агрегати, найчастіше вони застосовуються для обробки заготовок з деревини. Підбираючи обладнання

для майстерні у першу чергу потрібно звертати увагу на наступні характеристики.

- допустимий розмір оброблюваних деталей
- швидкість інструменту в режимі холостого ходу;
- кількість обертів шпинделя;
- показники охолодження шпинделя (при наявності цієї функції);
- тип ЧПК

Залежно від функціоналу виділяють наступні різновиди обладнання:

- Верстати з позиційним керуванням
- Фрезери з контурним управлінням
- Універсальні фрезерні верстати

Особливості фрезерно-копіювальних верстатів по дереву. Копіювальне обладнання розраховане на виконання робіт високого рівня складності. Такі верстати для дерева застосовуються для обробки заготовок з великою кількістю різьблених візерунків і дрібних деталей, які потребують точному і акуратному виконанні.

Ідентичність декоративних міні-елементів забезпечується завдяки використанню спеціальних шаблонів. Вони можуть бути виготовлені з дерева або пластику. Майстер фіксує вакуумним методом заготовку, після чого інструмент копіює контурні лінії шаблону.

В результаті виходять однакові деталі з складними візерунками. За допомогою фрезера можна робити об'ємне і контурне копіювання. Ці верстати компактні, відрізняються високою міцністю і тривалими термінами експлуатації. На копіювально-фрезерному верстаті по дереву можна виконати складну роботу, в якій багато різних візерунків і деталей.

Фрезерно-копіювальний обладнання ідеально підходить для виконання таких операцій:

- створення орнаментом і візерунків;
- нанесення написів;
- гравірування фасонних профілів;
- виготовлення складних малюнків з гранями.

Класифікація верстатів включає наступні види устаткування:

- з пантографом (для обробки заготовок у 2-3 вимірах);
- універсальні
- з кількома шпинделями
- з подачею гідравлічного, електричного або механічного типу;
- фотокопіювальні.

Фрезерно-копіювальні верстати дозволяють виробляти деталі великими партіями, при цьому забезпечуючи високу швидкість обробки і виготовлення кожного елемента.

Характеристика фрезерно-гравірувальних верстатів з ЧПК. Фрезерно-гравірувальний тип обладнання використовується для криволінійного розкрою, гравірування і різьблення по деревині. За допомогою цього інструменту можна створювати вироби дуже складної конфігурації, що мають велику кількість деталей, а також написів і рельєфних малюнків.

Можливості фрезерно-гравірувальних верстатів з ЧПК знадобляться для виготовлення наступних об'єктів:

- корпусні меблі;
- інтер'єрний декор та предмети обстановки.

• сходи, фасади та дверні конструкції;  
 • форми для лиття;  
 • сувеніри тощо

Компактні гравірувально-фрезерні машини ЧПК є відмінним бюджетним рішенням для малих виробництв. Підбираючи фрезерно-гравірувальне обладнання, бажано звертати увагу на моделі, в яких станина виготовлена з чавуну або інших важких сплавів. Оптимальним стане варіант, що має достатній розмір робочої зони, яка дозволить виконувати обробку заготовки за одну установку. Чим менше доведеться міняти положення

дерев'яної деталі, тим краще.

Характеристика настільних фрезерних верстатів з ЧПК. Настільне обладнання володіє практично тими ж можливостями, що і ручної фрезерний верстат по дереву, однак його потужність значно вище. Такі верстати мають просту конструкцію будова і зручну систему експлуатації. Завдяки своїм компактним розмірам, а також наявності досить великого переліку функцій фрезери настільного типу широко використовуються в домашніх майстернях.

Настільний фрезер можна встановити на будь-якій поверхні, має вертикальне розташування. Його конструкція обладнана невеликим робочим столом. Невеликі габарити і маса настільних фрезерних верстатів з ЧПК дозволяють використовувати їх в дрібносерійному виробництві та навіть при побутовому застосуванні в домашніх умовах.

Переваги настільних фрезерних верстатів по дереву:

- Мобільна конструкція.
- Невисока ціна.
- Проста система експлуатації.

Настільний інструмент підходить для виконання таких завдань:

- формування рельєфних візерунків;
- виготовлення пазів;
- розпилювання дерев'яних заготовок, тощо

Все це стало можливим завдяки маленькому, але важкому валу. Настільне обладнання може мати як ручне управління, так і ЧПК. Інструмент можна переміщати тільки у зворотному напрямку до відношенню до траєкторії руху фрези. Порушення цього правила експлуатації може призвести до травм. Настільний фрезерний верстат з ЧПК оснащений потужним малошумним конденсаторним двигуном.

Специфічність фрезерних верстатів 3D з ЧПК по дереву. Фрезерним обладнанням з функцією 3D оснащуються великі і малі меблеві виробництва, а також деревообробні підприємства. Цей інструмент застосовується для виготовлення унікальних виробів, ексклюзивних меблів та елементів декору, високоточної різьби по дереву.

Найчастіше фрезерні верстати 3D з ЧПК по дереву використовуються для обробки деревини в промислових масштабах. Комп'ютерні програми, на основі яких функціонує ЧПК, спрощують управління і підвищують його точність. Завдяки особливій будові конструкції за допомогою цього інструменту можна створювати не тільки єдиничні вироби, але і запускати в серійне виробництво.

Узагальнюючи все вище сказане можна сказати, що фрезерні верстати з числовим/програмним керуванням це унікальні машини які надають великих можливостей у виготовлення меблевих виробів та у застосуванні їх в інших галузях. За рахунок того, що такі верстати потребують мінімального втручання людського фактору в процес, збільшується продуктивність виробництва. Зрештою фрезерні верстати з ЧПК можна використовувати не тільки в меблевому виробництві а і у столярному надаючи заготовкам унікальності та індивідуальності.

## РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Методика проведення експериментальних досліджень на фасаді

Мета роботи. Дослідити формостійкість фрезерованих фасадів після личкування їх пиляним шпоном до лицьової сторони товщиною 10 мм, в поперечному напрямку та поздовжньому, після пресування та після фрезерування та витримки через 30 діб.

Методика досліджень. Під час дослідження потрібно визначити як фрезерування (рис. 3.1) впливає на формостійкість деталі, для цього було використані експериментальні зразки менших розмірів ніж оригінал.



Рис. 3.1 Фрезерований фасад личкований пиляним шпоном

Виготовлення зразків як експериментальних так і для виробу проводилось за правилами склеювання деталей по товщині, тобто якщо одна деталь перевищує  $1/3$  товщини всієї плити, то навантаження на клейовий шов може бути дуже великим. Це може призвести до розшарування з'єднання.

Сутність експериментального дослідження полягає у вимірюванні відхилів кута і країв дверки (фасаду) від площинності.

За зразок приймають одне полотно або два полотна фрезерованого фасаду. Кількість зразків для випробувань відбирають у залежності від об'єму партії, але не менше трьох [31]. Зразки встановлювалися вертикально в опалювальному приміщенні. У процесі дослідження проведено контроль за температурою та вологістю навколишнього середовища, вологістю зразків, формостійкістю зразків. Контроль за станом зразків проводився на початку і в кінці дослідження впродовж літнього-осіннього періодів [20].

За показник формостійкості (або необхідної геометричної форми) зазвичай приймається величина їх неплоскостності. Згідно зі стандартом величини неплоскостності полотен визначають виміром максимального зазору між їх поверхнею і поверхнею повірочної лінійки з точністю до 0,1 мм.

Неплоскостність полотен перевірялась у поперечному, поздовжньому напрямку, зліва та з права від краю деталі, на рисунку 3.2 - а та 3.2 - б зображено візуальний контроль неплоскостності полотен. Слід зазначити дослідження формостійкості проводиться на зворотній стороні деталі яка не має ніяких обробок [32].



Рис. 3.2 – а



Рис. 3.2 – б

Візуальний контроль площинності з допомогою лекальної лінійки, а – в поперечному напрямку, б – в поздовжньому напрямку.

Зазор між перевіркою лінійкою та площиною деталі вимірюють за допомогою щупів які зображенні на рисунку 3.3 – а та 3.3 – б.



Дані які були отримані потрібно проаналізувати і для цього було використано коефіцієнт Стьюдента, однак перед цим потрібно визначити дисперсію. Дисперсія - це міра розподілу даних навколо їх середнього значення. В інших словах, це вказівник на те, наскільки значення в наборі даних поширені відносно середнього. Формула для розрахунку дисперсії [22]:

$$Var = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \tag{3.1}$$

$x_i$  - величина зазору відповідно до зразку

$n$  – кількість зразків

$\bar{x}$  - середнє значення набору, визначається як (середнє арифметичне)

Далі з дисперсії вираховують коефіцієнт Стьюдента (t-критерій) та заносять в загальну таблицю, після чого створюють графіки для відображення коефіцієнтів відносно всіх зазорів [33]. Найчастіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках.

Формула для розрахунку коефіцієнта Стьюдента [23]:

$$t = \frac{d}{S_d / \sqrt{n}} \tag{3.2}$$

$d$  - середнє значення різниць між парними спостереженнями

$S_d$  - стандартне відхилення різниць

$n$  - кількість парних спостережень

Після вирахування коефіцієнту Стьюдента заносять значення до таблиці експериментальних досліджень (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Значення коефіцієнтів Стьюдента**

Значення	Величина неплоскостності по нелінійній поверхні							
	У повздожньому напрямку				У поперечному напрямку			
	Після пресування, мм		Після фрезерування та витримки 30 діб, мм		Після пресування, мм		Після фрезерування та витримки 30 діб, мм	
	зправа	зліва	зправа	зліва	зправа	зліва	зправа	зліва
t-критерій	1,76	2,14	1,77	2,16	1,74	2,11	1,73	2,10

Відповідно до значень, що наведено в табл. 3.1 та в табл. 3.2 будуюмо графіки (рис. 3.1, рис. 3.2) для експериментальних даних та коефіцієнту відповідно уздовж та в поперек деталі.

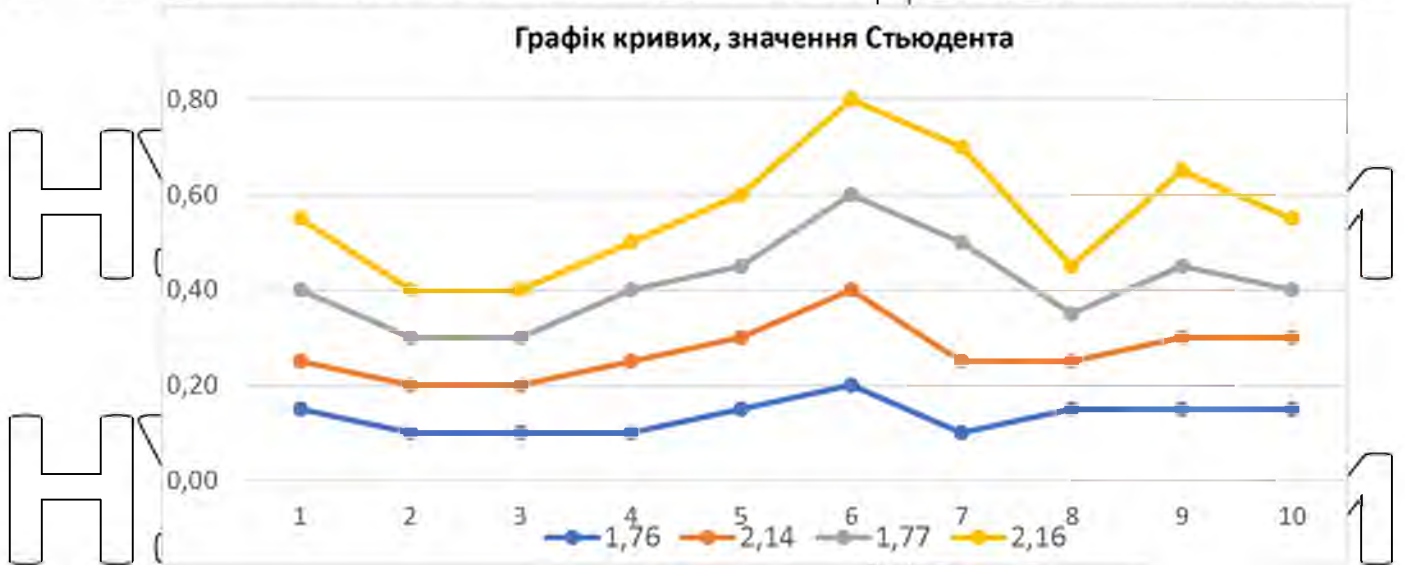


Рис. 3.1 Графік значень критеріїв для повздовжнього напрямку

Відповідно графіку, що наведено на рис. 3.1 найбільше зміна площинності відбулась після фрезерування та витримки 30 діб

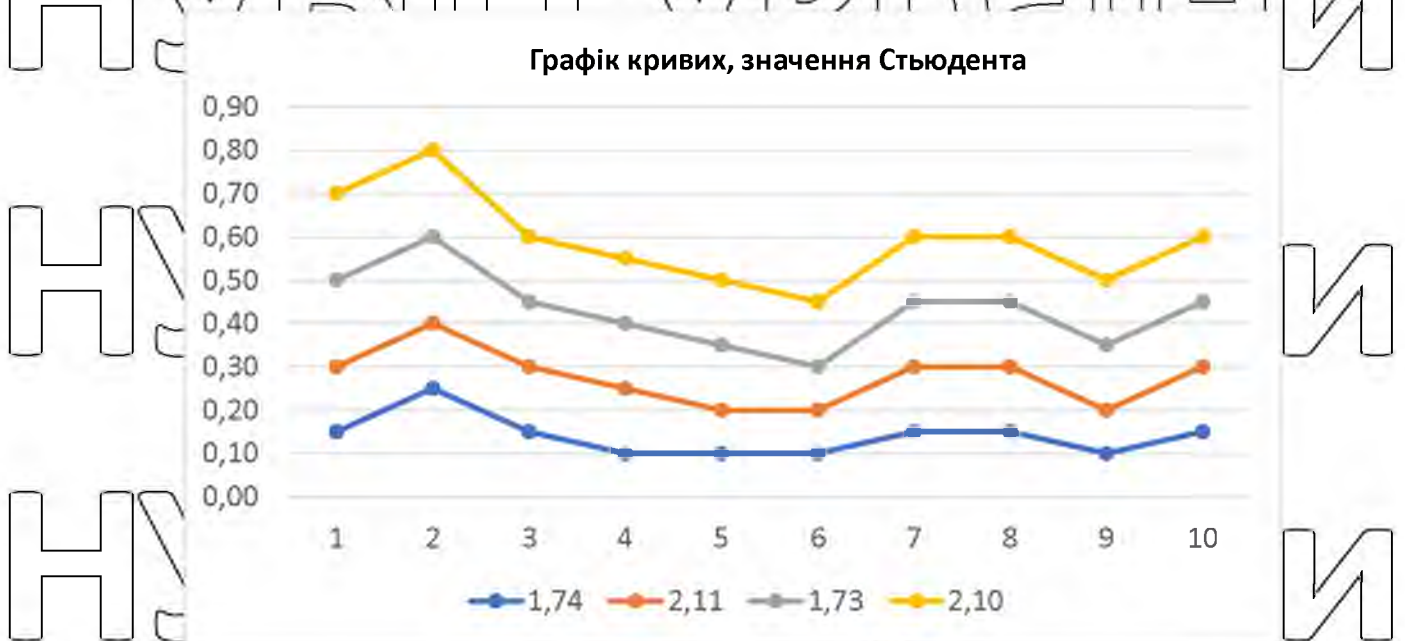


Рис. 3.2 Графік значень критеріїв для поперечного напрямку

Відповідно графіку, що наведено на рис. 3.1 найбільше зміна площинності відбулась після пресування

Також було розраховано середнє квадратичне відхилення (табл.3.3) з дисперсії яке дало змогу зрозуміти, що найбільшій показник має характеристика «У вздовж волокон – зправа», а отже і буде мати найбільший показник неплоскості.

Таблиця 3.3

Дія	Середнє квадратичне відхилення значень Величина неплоскості по нелицевій поверхні							
	У повздовжньому напрямку				У поперечному напрямку			
	Після пресування, мм		Після фрезерування та витримки 30 діб, мм		Після пресування, мм		Після фрезерування та витримки 30 діб, мм	
	зправа	зліва	зправа	зліва	зправа	зліва	зправа	зліва
Середнє квадратичне відхилення	0,049	0,028	0,043	0,02	0,034	0,024	0,034	0,045

З огляду на викладене, можна зробити висновок, що деформація відбулась в поперечному і повздовжньому напрямках однак в різний період часу для орієнтації з права та зліва. Відповідно до отриманих значень було проведено аналіз даних за коефіцієнтом Стьюдента, що в подальшому дало змогу побудувати графік зміни площинності для різних періодів часу в тих самих напрямках. Загалом можна стверджувати що експериментальні зразки заготовок фасадів вивилися формостійкими, а деформація знаходилась в межах норми та мала випадковий характер.

# РОЗДІЛ 4

## НАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ НА ТОВ «ВІАР»

# України

4.1. Аналіз технологічного процесу з виготовлення запропонованого виробу на ТОВ «ВіАр»

Транспортування заготовок на форматний розкрій. Плитні матеріали за допомогою автовантажувача транспортуються з складського приміщення на перший тех. процес.

Форматний розкрій. Не шліфовані плити ДСП 1-го сорту розміром  $2800 \times 2070 \times 18$  мм, розкрояються на чорнові заготовки включаючи припуски на опилування  $1700 \times 550 \times 18$  мм;  $550 \times 530 \times 18$  мм;  $1064 \times 514 \times 18$  мм;  $1064 \times 540 \times 18$  мм;  $1700 \times 1100 \times 12$  мм.

Не шліфовані плити МДФ 1-го сорту розміром  $2800 \times 2070 \times 16$  мм, розкрояються на чорнові заготовки заданих розмірів включаючи припуски на опилування  $1700 \times 1100 \times 17$  мм.

Не оброблені скляні листи розміром  $3210 \times 2150 \times 4$  мм, розкрояються на чорнові заготовки заданих розмірів:  $1065 \times 515 \times 4$  мм.

Всі плитні матеріали наведені вище розкрояються на форматно-розкривальному верстаті HOLZMA HPL 380/43/22/L, так як максимальна довжина пропилю в цьому верстаті дозволяє розкряти плитні матеріали наведених розмірів. Також скломатеріал розкрояється на верстаті на базі ЧПК Smart Cut SC – 3825.

Первинна механічна обробка. Не шліфовані плити ДСП, мають піддатись процесу первинної обробки задля вилучення шорсткості, також оброблюється скло для надання торцям естетичного вигляду та безпеки майбутнім користувачам.

Слід зазначити, що МДФ плити надходять на підприємство вже шліфовані і не потребують повторної обробки, тож проводим обробку для наступних матеріалів.

# України

• ДСП 1700×550×18мм; 550×530×18мм; 1064×514×18мм;  
 1064×540×18мм; 1700×1100×12 мм  
 • Скло – 1065×515×4мм

Цей процес надає заготовкам новий розмір а також вилучає сколи та інші дефекти які будуть заважати рівномірному личкуванні:

• ДСП – 2299×599×17 мм; 2263×489×17 мм; 1322×599×17 мм;  
 804×489×17 мм;  
 • Скло – 1065×514×4мм

Процес калібрування та шліфування ДСП відбувається на калібрувально-шліфувальному верстаті QSG 1300R-RP Giantway, він дозволяє окопити найбільшу ширину заготовки для його виробу. Для скломатеріалу використовують спеціальний верстат для обробки торців скла LC-1800.

Паралельно з наданням базової поверхні плитному матеріалу, пиляний та лушений шпон на місці готують до личкування, пиляний шпон розкрояють на круглопилковому верстаті на однакові заготовки для того щоб ребра щільно прилягали одні до одного, шпон підбирається за текстурою та кольором, проводиться закріплення торців, і зклеюється за допомогою клею ПВА між собою в цільну «рубашку», за потреби з лушеним шпоном проводять розкрій та закріплення торців. Для ребросклеювання лушеного шпону використовують верстат FWJ 920 Kuper.

Личкування проводиться конкретно для його виробу шпоном пиляним та лушеним. Спочатку на поверхні наноситься клей марки КФ-Ж(М), після чого накладають листи шпона на поверхні і за допомогою термо-вакуумного преса притискають шпон до личкованої поверхні, розміри робочої поверхні дозволяють личкувати заготовки великих розмірів. Слід зазначити що пиляним шпоном личкують лише лицьову сторону фасаду, а лушеним всі інші поверхні що потребують личкування. Після того як завершився процес личкування, всі деталі мають пройти технологічну витримку певний час, після чого мають зняти зв'язи зайвої личківки. Також необхідно повторно шліфувати

вже облицьовану плиту для етапу опорядження лаковими матеріалами для деталей що личкувались луцценом цпоном та лицьової частини фасаду що личкувалася цпилним цпоном.

Личкування крайок відбувається за допомогою кромко-личкувального верстата Holzmann KAM 215ALL, за личкувальний матеріал взято ПВХ кромку за основу клейового матеріалу товщиною 0,5 мм, для зчеплення поверхні деталі та крайки взято клей-розплав марки «TERMO LITE TE-45».

Після того як провели операцію кромко-личкування необхідно зняти звіси, зняття відбувається за допомогою ручного тримера для зняття звісів DET-001.

Шліфування личкованих плитних матеріалів проводиться для того щоб можна було нанести однорідний рівний шар лакового матеріалу, проводиться шліфування за допомогою ручного електро-інструменту.

Фрезерування фасаду проводиться задля надання деталі унікальної форми, операції піддається та частина фасаду яка личкована цпилним цпоном, операція проводиться на фрезерному верстаці.

Свердління отворів проводиться для всіх деталей мого виробу без винятку, готові деталі подаються на дільницю свердління за допомогою рольгангів на автоматичну лінію свердління, 156 отворів, да присадку шкантив у кількості 12 шт. за допомогою клею ПВА, процес відбувається на автоматичній лінії BIESSE – TECHNO FDT, TECHNO SDT. Присадка шкантив потрібна для таких деталей мого виробу як «Перегородка (1)», щодо свердління отворів то тут беруть участь всі деталі.

Нанесення захисного шару проводиться на окремій ділянці з добре вентиляційною системою верстат дозволяє швидко і без використання людської праці обробити поверхні, оброблені поверхні по рольгангах пересуваються в окрему кімнату де будуть витримуватись деякий час до повного висихання.

Збирається виріб за допомогою людської праці та такого електроінструменту як шуруповерт, іноді можуть використовуватися викрутки та каучукові киянки для встановлення Мініфіх в потрібні гнізда.

4.2. Вибір фрезерного ЧПК обладнання для виготовлення виробу на ТОВ «ВіЯр» за методом аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій (МАІ) — це структурований метод організації та аналізу складних рішень, заснований на математиці та психології. Він був розроблений Томасом Л. Сааті в 1970-х роках, і з тих пір він широко вивчався та вдосконалювався.

МАІ забезпечує всеосяжну та раціональну основу для структурування проблеми прийняття рішень, для представлення та кількісної оцінки її елементів, для зв'язку цих елементів із загальними цілями та для оцінки альтернативних рішень.

Метод аналізу ієрархій складається з наступних етапів (рис.3.1):

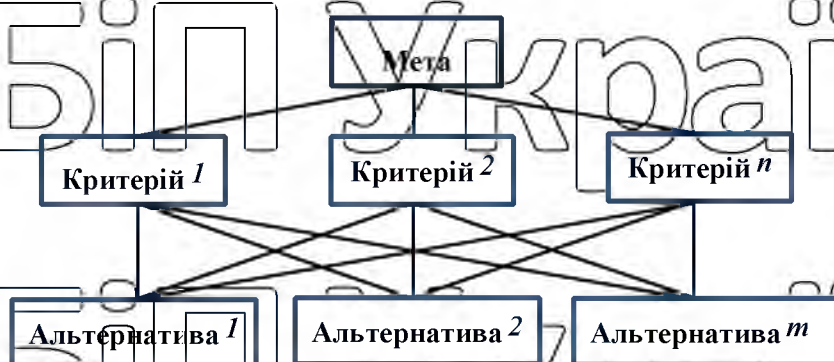


Рис.3.1 Тривірнева ієрархія [29]

Проведення розрахунків за методом аналізу ієрархій включає наступні етапи:

1. Створюють якісну модель проблеми у вигляді ієрархії, яка включає мету, альтернативи та критерії оцінки альтернатив.

2. Визначають пріоритети всіх елементів ієрархії за допомогою методу парних порівнянь.

3. Отримують глобальні пріоритети альтернатив шляхом лінійної згортки пріоритетів елементів та ієрархії.

4. Перевіряють судження на узгодженість.

5. Приймають рішення на основі отриманих результатів.

Мета: Визначити яке фрезерне обладнання найкраще за всіма показниками для виробництва

Критерії:

- Вага
- Швидкість переміщення
- Робоча швидкість
- Потужність шпинделя
- Ціна

Альтернатива. Альтернативи часто існують у ситуаціях, коли потрібно зробити вибір між двома або більше варіантами.

Альтернативи:

- MSF2040
- ATS-3020
- MSF1325ECO
- Fenix
- PrimeCut

Фрезерні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) різні за своїми характеристиками там мають велику кількість відмінностей один від одного але функція їх одна. Властивості обраних верстатів наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Властивості обраних верстатів

Назва фрезерного верстату	Вага, кг	Швидкість переміщення, мм/хв	Робоча швидкість, об./хв	Потужність шпинделя, кВт	Ціна, тис. грн
MSF2040 [24]	1800	35000	15000	до 12	747,6
ATS-3020 [25]	1100	18000	18000	4,5	508,0
MSF1325ECO [26]	1100	35000	15000	до 12	441,0
Fenix [27]	450	10000	18000	3	245,0
PrimeCut [28]	1060	20000	24000	8	375,4

Для проведення зручних розрахунків було прийнято рішення позначити альтернативи та критерії скороченим записом в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

### Альтернативи та критерії для запропонованих верстатів

№	Критерії	№	Альтернативи
Kp <sub>1</sub>	Вага, кг	A <sub>1</sub>	MSF2040
Kp <sub>2</sub>	Швидкість переміщення, мм/хв	A <sub>2</sub>	ATS-3020
Kp <sub>3</sub>	Робоча швидкість, об./хв	A <sub>3</sub>	MSF1325ECO
Kp <sub>4</sub>	Потужність шпинделя, кВт	A <sub>4</sub>	Enix
Kp <sub>5</sub>	Ціна, тис. грн	A <sub>5</sub>	PrimeCut

Для заповнення матриці парних порівнянь використовуємо шкалу Сааті.

Шкала Сааті (табл. 4.3) [29] використовується для оцінки відносної важливості елементів ієрархії в МАІ.

Таблиця 4.3

### Шкала Сааті [29]

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
1	Рівна перевага	Дві альтернативи однаково кращі з точки зору мети
2	Слабка ступінь переваги	Проміжна градація між рівною перевагою і середньою перевагою
3	Середня ступінь переваги	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив трохи краще іншої
4	Перевага вище середнього	Перевага вище середнього
5	Помірно сильна перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив явно краще іншої
6	Сильна перевага	Проміжна градація між помірно сильною і дуже сильною перевагою
7	Дуже сильна (очевидна) перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив набагато краще іншої.
8	Дуже, дуже сильна перевага	Проміжна градація між дуже сильною і абсолютною перевагою
9	Абсолютна перевага	Очевидність переваги однієї альтернативи над іншою

Наступним кроком потрібно визначити яка характеристика для вибору фрезерного верстату з ЧПК є найбільш важливою виставляючи кожній характеристиці оцінку від 1 – 9 відповідно до шкали Сааті. Визначення ступіню переваги характеристик наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

## Визначення ступеня переваги [29]

Перевага критерію	Значення переваги
w1	7
w2	6
w3	1
w4	5
w5	4

Згідно ступенів переваги найбільший ступінь має характеристика – «Робоча швидкість».

Заповнення матриці порівнянь критеріїв відносно мети, проводиться наступним чином (табл. 4.5):

Таблиця 4.5

## Матриця парних порівнянь [29]

Критерій	Kp <sub>1</sub>	Kp <sub>2</sub>	...	Kp <sub>n</sub>	G (середнє геометричне)	ЛПр (локальний пріоритет)	
Kp <sub>1</sub>		w <sub>1</sub> /w <sub>1</sub>	w <sub>1</sub> /w <sub>2</sub>	...	w <sub>1</sub> /w <sub>n</sub>	G <sub>1</sub>	ЛПр <sub>1</sub>
Kp <sub>2</sub>	w <sub>2</sub> /w <sub>1</sub>		w <sub>2</sub> /w <sub>2</sub>	...	w <sub>2</sub> /w <sub>n</sub>	G <sub>2</sub>	ЛПр <sub>2</sub>
...	...	...		...	...	...	...
Kp <sub>n</sub>	w <sub>n</sub> /w <sub>1</sub>	w <sub>n</sub> /w <sub>2</sub>	...		w <sub>n</sub> /w <sub>n</sub>	G <sub>n</sub>	ЛПр <sub>n</sub>

Розрахунки середнього геометричного значення та локального пріоритету проводиться таким чином [29]:

$$G_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{is})^{\frac{1}{s}} \quad (3.1)$$

$$LPr_n = \frac{((w_n/w_1) \times (w_n/w_2) \times \dots \times (w_n/w_n))^{\frac{1}{n}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (3.2)$$

Результати розрахунків записуємо в табл. 4.6:

Таблиця 4.6

### Матриця парних порівнянь для верстатів

№	Kp <sub>1</sub>	Kp <sub>2</sub>	Kp <sub>3</sub>	Kp <sub>4</sub>	Kp <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	LPr (Локальний пріоритет)
Вага, кг	1,0	0,444	1,333	2,0	0,667	0,954	0,167
Швидкість переміщення, мм/хв	2,25	1,0	3,0	4,5	1,50	2,146	0,375
Робоча швидкість, об./хв	0,75	0,333	1,0	1,5	0,5	0,715	0,125
Потужність шпинделя, кВт	0,5	0,222	0,667	1,0	0,333	0,477	0,083
Ціна, тис. грн	1,5	0,667	2,0	3,0	1,0	1,431	0,250
					Сума	5,724	1,0

Отже, після того, як заповнення поля МПП, визначають наскільки важливий кожен елемент ієрархії та кожна альтернатива. Ці показники допоможуть порівняти альтернативи та вибрати найкращу [21].

$\lambda_{max}$  – максимальне власне число МПП.

$$\lambda_{max} = (5,65 * 0,167) + (2,66 * 0,375) + (8 * 0,125) + (12 * 0,083) + (4) * 0,250 = 5,0$$

Наступним кроком розраховуємо індекс узгодженості матриці парних порівнянь CI [29]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - N_{кр}}{N_{кр} - 1} \quad (2.4)$$

Перші три показника використовуємо для знаходження останнього (CR), який показує, наскільки узгодження судження про об'єкти. Значення CR

$$CI = \frac{5-5}{5-1} = 0$$

вважається допустимим, якщо не перевищує 0.10-0.20. Інакше -

рекомендується переглянути оцінки.

CR – Відношення узгодженості МПП.

$$CR = \frac{0}{1.12} = 0$$

1.12 – Значення індексу узгодженості залежно від розміру матриці.

Далі розраховуємо попарне порівняння альтернатив по відношенню до кожного з критеріїв, за аналогією як в таблиці 4.3).

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Вага».

Наведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Альтернатива критерію «Вага»

Альтернативи		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	ЛП <sub>p</sub> (Локальні пріоритет)
MSF2040	A <sub>1</sub>	1,0	0,2	0,7	0,4	2,0	0,653	0,104
ATS-3020	A <sub>2</sub>	4,5	1,0	3,0	1,8	9,0	2,937	0,469
MSF1325ECO	A <sub>3</sub>	1,5	0,3	1,0	0,6	0,6	0,710	0,113
Fenix	A <sub>4</sub>	2,5	0,6	1,7	1,0	5,0	1,632	0,261
PrimeCut	A <sub>5</sub>	0,5	0,1	0,3	0,2	1,0	0,326	0,052
						Сума	6,258	1,0

Таким чином, найбільший критерій «Вага» має верстат ATS-3020, що не є особливо значущою характеристикою зважаючи на попередньо визначені пріоритетні характеристики верстатів.

$$\lambda_{max} = 4,803$$

$$CI = -0,049$$

$$CR = -0,044$$

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Швидкість переміщення» наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

### Швидкість переміщення

Альтернативи	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
MSF2040	A <sub>1</sub>	1,0	2,0	0,7	0,5	0,4	0,768	0,132
ATS-3020	A <sub>2</sub>	0,5	1,0	0,3	0,25	0,2	0,384	0,066
MSF1325ECO	A <sub>3</sub>	1,5	3,0	1,0	0,75	0,75	1,204	0,207
Fenix	A <sub>4</sub>	2,0	4,0	1,3	1,0	0,8	1,535	0,264
PrimeCut	A <sub>5</sub>	2,5	5,0	1,7	1,250	1,0	1,919	0,330
					Сума	5,810	1,0	

На підставі даних, що наведені в таблиці 4.8 можна сказати що найбільший показник локального пріоритету має верстат PrimeCut.

$$Lam = 5,050$$

$$Ci = 0,012$$

$$CR = 0,011$$

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Робоча швидкість» наведено в табл. 3.9.

Таблиця 4.9

### Робоча швидкість

Альтернативи	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
MSF2040	A <sub>1</sub>	1,0	0,2	0,7	0,4	0,3	0,456	0,080
ATS-3020	A <sub>2</sub>	4,5	1,0	3,0	1,8	1,5	2,053	0,358
MSF1325ECO	A <sub>3</sub>	1,5	0,3	1,0	0,6	0,6	0,710	0,124
Fenix	A <sub>4</sub>	2,5	0,6	1,7	1,0	0,8	1,140	0,199
PrimeCut	A <sub>5</sub>	3,0	0,7	2,0	1,2	1,0	1,369	0,239
					Сума	5,728	1,0	

З огляду на вищенаведене, верстат ATS-3020 має найбільшу перевагу поміж з інших верстатів.

# НУБІП України

$$\text{Lam} = 5,039$$

$$\text{Ci} = 0,010$$

$$\text{CR} = 0,009$$

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Потужність шпинделя» наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

## Потужність шпинделя

Альтернативи		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)
MSF2040	A <sub>1</sub>	1,0	6,0	2,0	6,0	1,2	2,440	0,350
ATS-3020	A <sub>2</sub>	0,2	1,0	0,3	1,0	0,2	0,407	0,058
MSF1325ECO	A <sub>3</sub>	0,5	3,0	1,0	3,0	3,0	1,683	0,242
Fenix	A <sub>4</sub>	0,2	1,0	0,3	1,0	0,2	0,407	0,058
PrimeCut	A <sub>5</sub>	0,8	5,0	1,7	5,0	1,0	2,033	0,292
						Сума	6,969	1,0

З огляду на дані які наведено в табл. 4.10 було визначено, що найбільше значення має верстат PrimeCut.

$$\text{Lam} = 5,722$$

$$\text{Ci} = 0,181$$

$$\text{CR} = 0,161$$

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Ціна» наведено в табл. 4.11:

Таблиця 4.11

## Ринкова ціна обраних ЧПК-верстатів

Альтернативи		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)
MSF2040	A <sub>1</sub>	1,0	0,2	0,1	0,2	0,3	0,260	0,044
ATS-3020	A <sub>2</sub>	6,0	1,0	0,9	1,2	1,5	1,561	0,264
MSF1325ECO	A <sub>3</sub>	7,0	1,2	1,0	1,4	1,4	1,741	0,295
Fenix	A <sub>4</sub>	5,0	0,8	0,7	1,0	1,3	1,301	0,220
PrimeCut	A <sub>5</sub>	4,0	0,7	0,6	0,80	1,0	1,040	0,176
						Сума	5,903	1,0

З урахуванням наведеного можна дати припущення, що найкращим показником «Ціни» має верстат MSF1325ECO, але по відношенню до інших характеристик це може бути не вигідним для виробництва.

$$Lam = 4,961$$

$$Ci = -0,010$$

$$CR = -0,009$$

Визначення глобального пріоритету. Табл. 4.12 містить матрицю пріоритетів відносно мети та альтернатив кожного з критеріїв. Для створення матриці пріоритетів у верхній рядок вписуються значення локального пріоритету з таблиці 4.6, а в стовпчики записуються значення локального пріоритету по відношенню до кожного з критеріїв.

Таблиця 4.12

**Визначення глобального пріоритету фрезерних верстатів**

Альтернативи	Вага, кг	Критерії				Глобальні пріоритети
		Швидкість переміщення, мм/хв	Робоча швидкість, об./хв	Потужність шпинделя, кВт	Ціна, тис. грн	
		Числове значення вектора пріоритету				
		0,167	0,375	0,125	0,083	0,250
MSF2040	0,104	0,132	0,08	0,350	0,044	0,117
ATS-3020	0,469	0,066	0,358	0,058	0,264	0,219
MSF1325ECO	0,113	0,207	0,124	0,242	0,295	0,206
Fenix	0,261	0,264	0,199	0,038	0,22	0,227
PrimeCut	0,052	0,330	0,239	0,292	0,176	0,231

Глобальний пріоритет розраховуємо за формулою [29]:

$$ГлПр_n = ЛПр_1 \times ЛПр_1 Кр_n + \dots ЛПр_n \times ЛПр_n Кр_n \dots \dots \dots (2.6)$$

$$ГлПр_1 = 0,117$$

$$ГлПр_2 = 0,219$$

$$ГлПр_3 = 0,206$$

$$ГлПр_4 = 0,227$$

$$ГлПр_5 = 0,231$$

З огляду на дані (табл. 4.12), ймовірно за все верстат PrimeCut має найбільші переваги, а отже і буде використовуватись для виготовлення

запропонованого виробу, розрахунки глобального пріоритету наведено в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

### Глобальні пріоритети альтернатив

Альтернативи	Глобальні пріоритети
A1 MSF2040	0,117
A2 ATS-3020	0,219
A3 MSF1325ECO	0,206
A4 Fenix	0,227
A5 PrimeCut	0,251

При визначення пріоритетного фрезерного верстату з ЧПК для виготовлення деталей виробу було проведено розрахунки методом аналізу ієрархій які в підсумку показали який верстат найбільше відповідає тим вимогам. Було визначено, що верстат «Prime Cut» найбільше вирізняється за своїми пріоритетними показниками поміж інших запропонованих верстатів і має впоратися з поставленою задачею (фрезерування деталей складної криволінійної форми, гравірування деталей з деревини різних порід, фрезерування отворів під фурнітуру, тощо).

#### 4.3. Розроблення конструкції запропонованого виробу

Виріб який вибрав для цієї роботи це шафа. Шафа - це вид меблів, призначений для зберігання речей. Він має вигляд паралелепіпеда, спереду розміщені двері, а всередині - полицки. Шафи бувають різних розмірів, форм і кольорів. Вони можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як дерево, метал, пластик або скло. Виповнена в сучасному стилі гарно впишеться в гостину чи кабінет. Виготовлена з різних матеріалів, головною особливістю та складністю є виготовлення фасаду що представляє собою MDF-плиту, пиляного та лущеного шпону. На рис. 4.1 зображена шафа.



Рис. 4.1 Шафа в сучасному стилі

Унікальність її полягає в неповторному фасаді який нагадує потрісканий ґрунт після засухи. Відповідно до 3D - візуалізації було створене креслення з її розмірами. На рис. 4.2 представлено креслення з габаритними розмірами шафи

НУБІП Україна

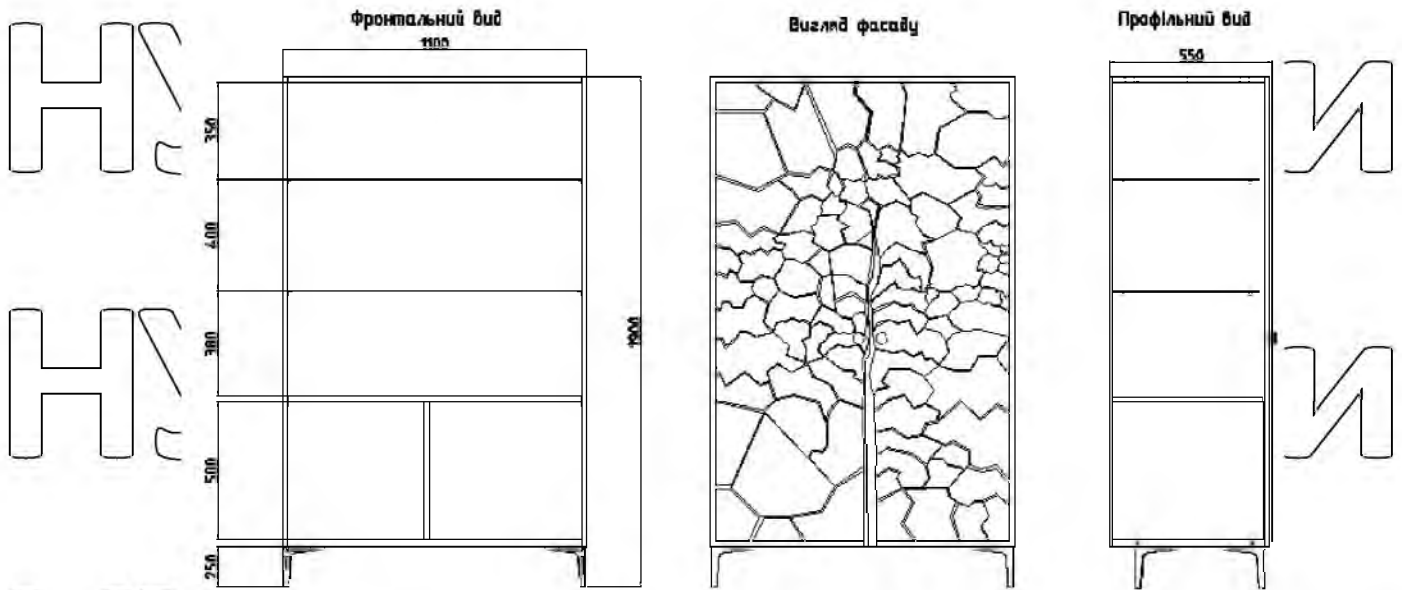


Рис. 4.2 Креслення шафи

Ця шафа призначена для посуду, а саме для бокалів, стіпок, келихів та коктейлів.

4.4. Розрахунок матеріалів, норм витрат, кількість відходів на планову кількість виробів за рік

Розрахунок всіх необхідних матеріалів, а саме ДСП, МДФ, шпон лущений, шпон пиляний, скло, крайка та фурнітура для виготовлення даного виробу представлено в табл. 4.14.

Таблиця 4.14

## Розрахунок матеріалів на 1 виріб

Найменування	Кількість на 1 виріб	Кількість
ДСП не шліфувана	1,656 м <sup>2</sup>	8 м <sup>2</sup>
MDF шліфувана	1,7 м <sup>2</sup>	2 м <sup>2</sup>
Лущений шпон американського горіха	35,77 м <sup>2</sup>	36 м <sup>2</sup>
Пиляний шпон американського горіха	2,65 м <sup>2</sup>	3 м <sup>2</sup>
Крайка з текстурою амер. горіха 22x1мм	9,75 м	10 м
Шканти дерев'яний Бук 8x30мм	8 шт.	8 шт.
Стяжка МПЖ пластик 8мм	11 шт.	11 шт.
Ексцентрикова стяжка Rastex 18мм	4 шт.	4 шт.
Завіси Air 105 soft-close сталь нікельована	4 шт.	4 шт.
Ніжка меблева, NA 051C00 h=250мм,	4 шт.	4 шт.
Полидегримач	14 шт.	14 шт.
Скло 4мм	2,24 м <sup>2</sup>	2,40 м <sup>2</sup>

Розрахунок норм витрат деревних матеріалів, на 1 виріб представлено в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

## Розрахунок норм витрат на виготовлення виробу

Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, мм				Площа (F <sub>д</sub> , м <sup>2</sup> ) одним деталям	Припуски, мм			Розміри заготовки, мм			площа заготовок	% техн. відходів заготовок	Об'єм або з врах.тех відходів м <sup>3</sup>	Корисний вихід при розкрої%	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,	Чистий вихід%
			Довжина, l <sub>д</sub>	Ширина, b <sub>д</sub>	Товщина, h <sub>д</sub>	За довжиною		За шириною	За товщиною h <sub>д</sub>	Довжина, l <sub>з</sub>	Ширина, b <sub>з</sub>	Товщина, h <sub>з</sub> розр.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Боковини	Склад од.	2	1700	550	18														
Основа	ДСП	2	1699	549	17	1,87	20,0	20,0	1,5	1719	569	18,5	18	3,91	2,00	3,99	92,00	4,34	90,16
Личківка пласти	шп. америк. горіх	2	1699	549	1	1,87	20,0	20,0	0,3	1739	584	1,3	1,5	2,03	6,00	2,16	52,00	4,16	44,89
Личківка пласти	шп. америк. горіх	2	1699	549	1	1,87	20,0	20,0	0,3	1739	584	1,3	1,5	2,03	7,00	2,18	75,00	2,91	64,06
Личківка крайки	кромка ПВХ	2	1700	18	0,5	3,40	80,0	6,0		1780	24			3,56	3,00	3,67	97,00	3,78	89,86
Личківка крайки	кромка ПВХ	2	550	18	0,5	1,10	81,0	7,0		631	25			1,26	4,00	1,31	98,00	1,34	82,00

Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Основа	ДСП	1	549	529	17	0,29	20,0	20,0	1,5	569	549	18,5	18	0,31	2,00	0,32	92,00	0,35	90,16
Личківка пласті (внут.)	шп.америк. горіх	2	549	529	1	0,58	20,0 20,0	20,0 15,0	0,3	589	564	1,3	1,5	0,66	6,00	0,71	52,00	1,36	42,73
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	550	18	0,5	0,55	80,0	6,0		630	24			0,63	3,00	0,65	97,00	0,67	82,14
Горизонтальна панель (верхня)	Склад од.	1	1064	514	18														
Основа	ДСП	1	1064	514	17	0,55	20,0	20,0	1,5	1084	534	18,5	18	0,58	2,00	0,59	92,00	0,64	85,18
Личківка пласті	шп.америк. горіх	1	1064	514	1	0,55	16,0 20,0	16,0 15,0	0,3	1100	545	1,3	1,5	0,60	6,00	0,64	52,00	1,23	44,59
Личківка власті	шп.америк. горіх	1	1064	514	1	0,55	16,0 20,0	16,0 15,0	0,3	1100	545	1,3	1,5	0,60	7,00	0,64	75,00	0,86	63,63
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1064	18	0,5	1,06	80,0	6,0		1144	24			1,14	3,00	1,18	97,00	1,22	87,51

Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Горизонтальна панель (нижня)	Склад.од.	1	1064	514	18														
Основа	ДСП	1	1064	514	17	0,55	20,0	20,0	1,5	1084	534	18,5	18	0,58	2,00	0,59	92,00	0,64	85,18
Личківка пласті	шп.луц. Бук	1	1064	514	1	0,55	16,0	16,0	0,3	1100	545	1,3	1,5	0,60	6,00	0,64	52,00	1,23	44,59
							20,0	15,0											
Личківка власті	шп.струг. Бук	1	1064	514	1	0,55	16,0	16,0	0,3	1105	545	1,3	1,5	0,60	7,00	0,65	75,00	0,86	63,34
							25,0	15,0											

Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Фасад	Склад.од.	1	1700	1100	21,5														
Основа	МДФ	1	1700	1100	16	1,87	18,0	18,0	1,5	1718	1118	17,5	5	1,92	2,00	1,96	90,00	2,18	85,87
Личківка пласті (внут.)	шп. луц. америк. горіх	1	1700	1100	1	1,87	18,0	18,0	0,3	1738	1128	1,3	1,5	1,96	6,00	2,09	52,00	4,01	46,62
Личківка власті (зовн.)	шп. пил. Америк. горіх	1	1660	1060	4,5	1,76	18,0	18,0	0,3	1698	1088	4,8	4,5	1,85	7,00	1,99	75,00	2,65	66,43
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1700	18	0,5	1,70	80,0	6,0		1780	24			1,78	3,00	1,84	97,00	1,89	89,86
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1100	18	0,5	1,10	80,0	6,0		1180	24			1,18	3,00	1,22	97,00	1,25	87,71
Полиция	Склад.од.	2	1064	514	4														
Основа	Скло	2	1064	514	4	1,09	0,1	0,1	0,9	1064	514	4	4	1,09	2,00	1,12	92,00	1,21	55,49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Модуль	Склад. од.	1	1064	540	18	0,57													
Основа	ДСП	1	1064	540	17	0,57	20,0	20,0	1,5	1084	560	18,5	18	0,61	2,00	0,62	92,00	0,67	85,34
Личківка пласті	шп. луц. америк. горіх	2	1064	540	1	1,15	14,0 20,0	14,0 15,0		1098	569	1,3	1,5	1,25	6,00	1,33	52,00	2,56	44,95
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1064	18	0,5	1,06	80,0	6,0		1144	24			1,14	3,00	1,18	97,00	1,22	87,51
Задня стінка	Склад. од.	1	1700	1100	12														
Основа	ДСП	1	1700	1100	12	1,87	20,0	20,0	1,5	1720	1120	13,5	4	1,93	2,00	1,97	90,00	2,18	85,62
Личківка пласті	шп. луц. америк. горіх	1	1664	1064	1	1,77	20,0 25,0	20,0 15,0		1709	1099	1,3	1,5	2,44	6,00	2,60	52,00	5,00	35,44
Личківка пласті	шп. луц. америк. Горіх	1	1664	1064	1	1,77	20,0 25,0	20,0 15,0		1709	1099	1,3	1,5	2,44	6,00	2,60	52,00	5,00	35,44
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1700	18	0,5	1,70	80,0	6,0		1780	24			1,78	3,00	1,84	97,00	1,89	89,86
Личківка крайки	кромка ПВХ	1	1100	18	0,5	1,10	80,0	6,0		1180	24			1,18	3,00	1,22	97,00	1,25	87,71

Слід зауважити, розрахунок норм витрат розраховується з врахуванням кількості деталей на виріб, припусків на опилування, на звіси та всі інші відходи які отримуються в подальшій обробці деталей.

Наступним кроком розробляємо специфікацію матеріалів, в неї входять розміри матеріалів і їх сортність які вказані у табл. 4.16, це ті параметри матеріалів які є в наявності на ринку України. За допомогою цієї таблиці я розрахував кількість матеріалів на один виріб (шафа) і на річну програму (1000 виробів).

Таблиця 4.16

## Специфікація матеріалів

Вид і характеристика матеріалів	Станд. розміри матеріалів, мм			Кількість матеріалів			
	Д	Ш	Т	на 1 виріб		на річну програму	
1	2	3	4	5		6	
Плита деревностружкова (ДСП) шліфувана, клас емісії E-1, марки А	2800	2070	18	8,15	м <sup>2</sup>	8154,11	м <sup>2</sup>
Плита деревноволокниста (МДФ) шліфувана, клас емісії E-1, марки А	2800	2070	16	2,8	м <sup>2</sup>	2177,69	м <sup>2</sup>
Шпон лущений американського горіха товщиною 1 мм (довжиною не менше 500 мм – 25%; довжиною не менше 2300 мм – 75%)	2000	від 10	0,6	29,16	м <sup>2</sup>	29159,97	м <sup>2</sup>
Шпон пиляний американського горіха товщиною 4,5 мм, довжиною не менше 2000 – 100%	2000	200	4,5	2,65	м <sup>2</sup>	2648,64	м <sup>2</sup>
Матеріал крайковий марки ПВХ	2200	18	0,4	14,52	м <sup>пог</sup>	14518,16	м <sup>пог</sup>

Вторинне використання відходів с плитних матеріалів та пиломатеріалів вигідне, так як не потрібно витрачати додаткові кошти на вивезення їх на переробку або смітник, можна виділити окреме приміщення де стружка та

відходи від шпону будуть пресуватися у паливні брикети. Слід зазначити що крайко-личкувальний матеріал все ж таки потрібно утилізувати в спеціальних місцях, але за рахунок того що відходи від ПВХ будуть незначними їх можна зберігати протягом часу який відведений на виготовлення 1000 виробів.

Розрахунок відходів для вторинного використання представлено в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

### Розрахунок відходів для вторинного використання

Найменування	Всього відходів за річну програму, м <sup>3</sup>	Об'єм відходів, що використовується для виготовлення, м <sup>3</sup>			
		Виробів, В <sub>вир</sub>	ДСП, ДВП В <sub>плит</sub>	Буд. матеріалів, В <sub>буд</sub>	Пального, В <sub>пальн</sub>
	2	3	4	5	6
Плита деревиностружкова	3795,28	3,80	—	—	3791,48
Шпон натуральний для личкування	17232,30	17,23	54,89	—	17160,18
Інші матеріали: скло	11361,80	11,36	—	—	11350,44
Плита деревиноволокниста (МДФ)	1036,58	1,04	—	—	1035,54
Матеріал крайковий (ПВХ)	0,12	—	—	—	—
Всього:	33428,08	36,43	54,89	—	33343,64

Розрахунок клейових матеріалів є надважливою частиною в виготовленні виробу так, як і інші розрахунки дають змогу зрозуміти скільки потрібно витратити на виготовлення тим самим впливає на собівартість даного виробу (шафи). Для мого виробу (шафи) використовується 3 види клейових матеріалів, а саме смола КФ-Ж(М) яка використовується для личкування пластей плитних матеріалів натуральним шпоком, TERMOLITE TE-45 клей розплав низькотемпературний для личкування крайок та клей ПВА для присаджування деталей на шканти. Розрахунок наведено в табл. 4.18.



Продовження таблиці 4.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основа/боковин (x2) (Д)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	2	2	1700	18	0,122	0,350	0,043
Основа боковин (x2) (Ш)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	2	4	569	18	0,082	0,350	0,029
Основа перегородки (1)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	550	18	0,010	0,350	0,003
Основа горизонтальна (верхня)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	1064	18	0,019	0,350	0,007
Основа горизонтальна (нижня)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	1064	18	0,019	0,350	0,007
Основа Фасаду (Д)	МДФ	" TERMOLITE TE-45"	1	2	1700	17	0,058	0,350	0,020
Основа Фасаду (Ш)	МДФ	" TERMOLITE TE-45"	1	2	1118	17	0,038	0,350	0,013
Основа полиці (2)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	1064	18	0,019	0,350	0,007
Основа задньої стінки (Д)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	1700	18	0,031	0,350	0,011
Основа задньої стінки (Ш)	ДСП	" TERMOLITE TE-45"	1	1	1120	18	0,020	0,350	0,007
Всього									0,146

Продовження таблиці 4.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Личківка фронтальної панелі (Фасад)	шт. пил.	ПВА	1	1	1698,00	1088,00	1,847	0,0028	0,0052
Всього									0,005
Шпалт	ТВ. л.	ПВА	8	1	30	8	0,006	0,425	0,0026
Всього									0,0026

Технологічна карта з виготовлення є невід'ємною частиною у виготовленні меблевого виробу, так як забезпечує послідовну обробку матеріалу на кожному верстаті відповідно до етапу технологічного процесу. Вона містить у собі всю необхідну інформацію про процес виготовлення, від вибору матеріалів і фурнітури до контролю якості готового виробу.

Технологічна карта є обов'язковим документом для будь-якого меблевого виробництва. Вона дозволяє забезпечити:

- Відповідність виробів вимогам нормативної документації
- Якість і надійність виробів
- Ефективність виробництва
- Безпеку праці

У разі виготовлення меблевих виробів на замовлення, технологічна карта може бути розроблена індивідуально для кожного виробу. Це дозволяє врахувати всі особливості і вимоги замовника. Технологічна карта шафи представлена у вигляді табл. 4.19.

Лич. крайка	Лич. кромки	Лич. деталі	Основа	Боковини	Підста	Найменування деталі
кромка ПВХ	кромка ПВХ	шліфув.	ДСП	Склад од.		Матеріал деталі
2	2	2	2	2	1	Кількість деталей на виріб
549	1609	609	1699	1700	1908	Довжина
18	8	549	549	550	1100	ширина
0,5	0,5	18	18	18	550	глубина
						Назва обладнання
						HOLZMA HPI
						380/43/22/L
						Formatний листи
						Sharpcut
						Розкрій скла
						LC-1800
						Шліфування скла
						QSG 1300R-RP
						Шліфування плитних матеріалів
						FWJ 920 K
						Ребросклеювання шпону
						Osama S2R-1000
						Нанесення клею
						Робоче місце
						Формування пакета
						Winter Ribexvac FCO-B
						Пресування
						Робоче місце
						Технологічна витримка
						Holzmann 215ALL
						Личкування крайок
						Триммер для зняття звисів кромки DET-001
						Зняття звисів
						Prime Cut
						Фрезерування фасаду
						Homag BHX055
						Свердління отворів та гнізд
						Ручний електроінструмент
						Шліфування крайок
						Робоче місце
						Контроль якості
						Ручний електроінструмент
						Дільниця контрольного складання
						Робоче місце
						Складання деталей у виріб
						Пакувальна машина
						Пакування

Технологічна карта з виготовлення шафи

Таблиця 4.19



Продовження таблиці 4.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Горизонтальна панель (верхня)	Склад. од.	1	1064	514	18										○				○		○			
Основа	ДСП	1	1064	514	18	○				○														
Личківка пласті	шп. луц.	1	1064	514	18						○	○	○											
Горизонтальна панель (нижня)	Склад од.	1	1064	514	18										○				○		○			
Основа	ДСП	1	1064	514	18	○																		
Личківка пласті	шп.луц. американ. Горіх		1064	514	18						○	○	○	○		○	○							
Полиця скляна	Склад од.	1	1064	514	4																			
Основа	Скю	1	1064	514	4																			
Полиця	Склад.од.	2	1064	510	18										○				○		○			
Основа	ДСП	2	1064	510	18	○				○														
Личківка пласті	шп. луц	2	1064	510	18						○	○	○	○										
Личківка крайки	кром. ПВХ	2	1063	18	0,5											○	○			○				

# НУБІП України

Продовження таблиці 4.19

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Задня стінка	Склад.од.	1	1700	1100	12	○								○				○		○				
Основа	ДСП	1	1700	1100	12																			
Личківка пласті	шп. луц.	1	1700	1100	1																			
Личківка крайки	кром. ПВХ		1699	18	0,5									○	○					○				
Личківка крайки	кром. ПВХ		1099	18	0,5									○	○					○				

НУБІП України

НУБІП України

4.5. Розрахунок продуктивності верстатів на планову кількість виробів (1000 вир.)

Операція – форматний розкрій

Найменування обладнання – верстат HOLZMA HPL 380/43/22/L

Розрахункова формула [22]:

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \times K_p \times K_m \times U \times n}{\sum Lp}, \text{шт./зм.} \quad (4.1)$$

де:  $T_{зм}$  - тривалість зміни, хв;

$K_p$  - коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  - коефіцієнт використання машинного часу;

$U$  - швидкість подачі, м/хв.

$\sum Lp$  - загальна довжина різів, м.

Приклад розрахунку по кожній деталі – боковини

$$P_{зм} = \frac{480 \times 0,85 \times 0,8 \times 6 \times 1}{(1,719 + 0,569) \cdot 2} = 428 \text{ шт./зм.}$$

$$n_{ч.д.} = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{428} = 1,12 \text{ хв.} \quad (4.2)$$

$$T_{1000} = \frac{n_{ч.в.} \times n \times 1000}{60} = \frac{1,12 \times 2 \times 1000}{60} = 37,39 \text{ год.} \quad (4.3)$$

За аналогією проводимо розрахунки продуктивності форматно-розкроювального верстату і для інших деталей, розрахунки наведено в табл. 4.20.

Таблиця 4.20

Розрахунок продуктивності форматно-розкроювального верстату

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб	
Форматний розкрій								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Боковини	2	1719	569	18	428,0	1,12	2,24	37,39
Перегородка	1	569	546	18	878,2	0,55	0,55	9,11
Горизонтальна панель (верхня)	1	1084	534	18	605,2	0,79	0,79	13,22

Продовження таблиці 4.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горизонтальна панель (нижня)	1	1084	534	18	605,2	0,79	0,79	13,22
Фасад	1	1718	1118	16	345,3	1,39	1,39	23,17
Полиці (1)	1	1064,2	514,2	4	620,4	0,77	0,77	12,90
Полиці (2)	2	1084	560	18	595,6	0,81	1,61	26,86
Задня стінка	1	1720	1120	18	344,8	1,39	1,39	23,20
Разом							9,54	159,06

Згідно наведених даних в табл. 4.20, найбільше часу відводиться для виготовлення чорної заготовки деталі «Боковин».

Операція – вирівнювання поверхні (калібрування), чистове шліфування стружкової плити.

Найменування обладнання – шліфувально-калібрувальний верстат QSG 1300R-RP Giantway, LC-1800.

Приклад розрахунку по одній деталі – боковини

$$P_{зм} = \frac{480 \times 7 \times 0,85 \times 0,9 \times 0,78}{1,719 \times 2} = 583 \text{ шт./зм.}$$

$$H_{ч.в.} = \frac{T_{зм.}}{P_{зм.}} = \frac{480}{583} = 1,11 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{ч.в.} \times 5000}{60} = \frac{1,12 \times 2 \times 1000}{60} = 37,39 \text{ год.}$$

Розрахунки наведено в табл. 4.21.

Таблиця 4.21

### Розрахунок продуктивності калібрувального верстату

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб	
Калібрування, шліфування								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Боковини	2	1719	569	18	583,2	0,82	1,65	27,44

Продовження таблиці 4.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перегородка	1	569	546	18	1694	0,28	0,28	4,72
Горизонтальна панель	2	1084	534	18	889,2	0,54	0,54	18,55
Фасад	1	1718	1118	16	561,1	0,86	0,86	14,26
Полиці (1)	1	1064,2	514,2	4	905,8	0,53	0,53	8,83
Полиці (2)	2	1084	560	18	889,2	0,54	1,08	17,99
Задня стінка	1	1720	1120	18	560,4	0,86	0,86	14,28
Разом								6,33 106

Найменування обладнання – Ребросклеювальний верстат FWJ 920 Kuper

Операція – Ребросклеювання [22].

$$P_{зм} = \frac{T_{зм}(U_p + U_x)K_m K_n}{V_{дл}(n-1)}, \text{ шт./зм.} \quad (4.4)$$

$U_p, U_x$  – швидкість подачі холостого і робочого ходу, м/хв

$$P_{зм} = \frac{480 \times (15 + 17) \times 0,9 \times 0,8}{1084 \times (2 - 1)} = 102 \text{ шт./зм.}$$

$$H_{ч.д.} = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{102} = 4,7 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{ч.в.} \times 5000}{60} = \frac{4,7 \times 2 \times 1000}{60} = 67,68 \text{ год.}$$

За аналогією проводимо розрахунки продуктивності ребросклеювального верстату і для інших деталей, розрахунки наведено в табл. 4.22.

Таблиця 4.22  
Розрахунок продуктивності ребросклеювального верстату

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год	
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб		
Ребросклеювання ділянок шпону									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Боковини	2	1084	534	1	1020,2	0,5	0,9	15,68	
Перегородка	1	589	564	1	1877,6	0,3	0,3	4,26	
Горизонтальна панель (верхня)	1	1100	545	1	1005,4	0,5	0,5	7,96	

Продовження таблиці 4.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горизонтальна панель (нижня)	1	1100	545	1	1005,4	0,5	0,5	7,96
Фасад (внутр.)	1	1738	1128	1	636,3	0,8	0,8	12,57
Фасад (зовн.)	1	1698	1088	4,5	651,3	0,7	0,7	12,28
Полиці (2)	2	1098	569	1	1007,2	0,5	1,0	15,89
Задня стінка	1	1709	1099	1	647,1	0,7	0,7	12,36
Разом							5,34	88,96

Найменування обладнання – Клейнонаосний верстат Osama S2R-1000.

Операція – нанесення клею.

Розрахункова формула [22]:

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot U_s \cdot K_p \cdot K_m \cdot K_k \cdot m \cdot n_z}{l}, \text{ ум/зм.} \quad (4.6)$$

де:  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;

$m$  – середня кількість проходів заготовки при фугуванні;

$n_z$  – заготовок що обробляються одночасно;

$K_k$  – коефіцієнт ковзання;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;

$U$  – швидкість подачі, м/хв.

Приклад розрахунку по одній деталі – Основа бічної стінки.

$$P_{зм} = \frac{480 \times 18 \times 0,9 \times 0,8 \times 0,9 \times 2 \times 1}{1699} = 659,1 \text{ ум./зм.}$$

$$H_{ч.д.} = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{659,1} = 0,73 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{0,73 \times 2 \times 1000}{60} = 24,3 \text{ год.}$$

За аналогією проводимо розрахунки продуктивності клеєнонаосного верстату і для інших деталей, чим більша площа поверхні деталі, тим нижча продуктивність верстака. Чим ширший валик тим вища продуктивність верстату, результати наведено в табл. 4.23.

Таблица 4.23

## Розрахунок продуктивності клеєного верстату

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб	
Нанесення клею для личкування								
Боковини	2	1699	549	17	659,1	0,728	0,46	24,28
Перегородка	1	549	529	17	2059,6	0,235	0,24	3,92
Горизонтальна панель	2	1064	514	17	1052,4	0,456	0,46	15,20
Фасад (внутр.)	1	1700	1100	16	658,7	0,729	0,73	12,15
Фасад (зовн.)	1	1660	1060	17	674,5	0,712	0,71	11,86
Полиці (2)	2	1064	540	17	1052,4	0,456	0,91	15,20
Задня стінка	1	1700	1100	17	658,7	0,729	0,73	12,15
Разом							5,69	94,76

Найменування обладнання – прес Winter Ribexvac ECO-B

Операція – личкування шпоном.

Розрахункова формула [22] –

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_p \cdot K_m}{t_{ч.}}, \text{ шт./зм.} \quad (4.7)$$

$T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;

$K_k$  – коефіцієнт ковзання;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;

$U$  – швидкість подачі, м/хв.

Приклад розрахунку по одній деталі – Бічна стінка.

$$480 \times 0,92 \times 0,88 \times 2$$

$$P_{зм} = \frac{480 \times 0,92 \times 0,88 \times 2}{2} = 1165,8 \text{ шт./зм.}$$

$$H_{ч.в.} = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{1165,8} = 0,4 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{ч.в.} \times 1000}{60} = \frac{0,4 \times 2 \times 1000}{60} = 13,72 \text{ год.}$$

За аналогією проводимо розрахунки продуктивності калібрувального верстату і для інших деталей, розрахунки наведено в табл. 4.24.

Таблиця 4.24

## Розрахунок продуктивності пресу

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в змну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб	
Личкування шпоном								
1	2	3	4	5	6	8	9	
Боковини	2	1700	550	18	1165,8	0,412	0,82	13,72
Перегородка	1	550	530	18	1165,8	0,412	0,41	6,86
Горизонтальна панель (верхня)	1	1064	514	18	1165,8	0,412	0,41	6,86
Горизонтальна панель (нижня)	1	1064	514	18	1165,8	0,412	0,41	6,86
Фасад (внутр.)	1	1700	1100	17	1165,8	0,412	0,41	6,86
Фасад (зовн.)	1	1660	1060	21,6	1165,8	0,412	0,41	6,86
Полиці (2)	2	1064	540	18	1165,8	0,412	0,82	13,72
Задня стінка	1	1700	1100	12	1165,8	0,412	0,41	6,86
Разом							4,12	68,62

Найменування обладнання – Крайколичкувальний верстат Holzmann KAM

215ALL.

Операція – Личкування крайок.

Розрахункова формула [22] –

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_p \cdot K_m \cdot U}{\sum i \cdot (L_3 + l_p)}, \text{шт/зм.} \quad (4.8)$$

де:  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;

$K_p, K_m$  – коефіцієнт використання фонду робочого, машинного часу;

$U$  – швидкість подачі, м/хв.;

$l$  – довжина личкувальних крайок, м.

$i$  – кількість крайок які підлягають личкуванню;

$l_p$  – дистанція між заготовками при їх подачі, м.

Приклад розрахунку по одній деталі – стінка бічна.

$$P_{зм} = \frac{480 \times 0,91 \times 0,88 \times 10}{2 \times (1700 + 0,4)} = 110,5 \text{ шт./зм.}$$

$$H_{ч.д} = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{110,5} = 4,35 \text{ хв.}$$

$$T_{5000} = \frac{H_{ч.в.} \times 1000}{60} = \frac{4,35 \times 2 \times 1000}{60} = 724,3 \text{ год.}$$

За аналогією проводимо розрахунки продуктивності крайколичкувального верстату і для інших деталей, розрахунки наведено в табл. 4.25.

Таблиця 4.25

### Розрахунок продуктивності крайколичкувального верстату

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в змінну, шт	Час, хв		Час на 1 000 виробів , верст×г од
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб	
Личкування крайок								
Бічна стінка	2	2300	600	18	711,8	0,674	1,35	112,39
Перегородка(1)	2	2264	490	18	5255,0	0,091	0,18	15,22
Перегородка(2)	1	2300	600	18	5172,7	0,093	0,09	7,73
Горизонтальна панель (верхня)	2	1323	600	18	8992,7	0,053	0,11	8,90
Горизонтальна панель (нижня)	2	1323	600	18	8992,7	0,053	0,11	8,90
Фронтальна панель (цоколь)	2	2667	100	18	4460,9	0,108	0,23	17,93
Вертикальна панель (цоколь)	4	528	100	18	22532,7	0,021	0,09	7,10
Полиці (1)	10	500	490	18	23794,6	0,020	0,20	16,81
Полиці (2)	4	805	500	18	14779,2	0,032	0,13	10,83
Задня стінка	2	2294	1348	4	5186,3	0,093	0,19	15,43
Разом							2,65	221,23

За наведеними даними розрахунку продуктивності крайколичкувального верстату можна зробити висновками, найбільший час для крайкування займає деталь «Бічна стінка», тому що кількість цих деталей у виробі більше відповідно і розміри деталі впливають на те який час буде відведено на обробку однієї деталі або ж на річну програму. Відповідно час на обробку однієї деталі складає 0,6 хв.

4.6. Пропозиції щодо вдосконалення виготовлення фасадів на підприємстві ТОВ «ВіЯр»

Приклад цеху в якому будуть виготовляти фасади представлено на рис. 4.3.

Фрезерні верстати є невід'ємною частиною великого меблевого виробництва, на підприємстві ТОВ «ВіЯр» є декілька таких, однак класифікація їх це фрезерні деревообробні центри, вони можуть виконувати будь-яку операцію і навіть розкрий але це не доцільно. Ціль цих верстатів насамперед фрезерування складних отворів під нову фурнітуру складної конфігурації, слід зауважити що ефективність цих верстатів насамперед полягає в швидкості обробки деталі так як це прямо впливає на продуктивність виробництва.

Було запропоновано придбати ще один фрезерний верстат «Prime Cut» з меншим функціоналом та вартістю, але з більшою унікальністю виконаних завдань Фрезерний верстат «Prime Cut» має найкращі характеристики з поміж інших верстатів. Верстат має високу продуктивність і точність, що дозволяє використовувати його для виготовлення високоякісних деталей криволінійних форм що повністю задовольняє потреби у обробці запропонованого контуру фрезерування для отримання унікального дизайну фасаду

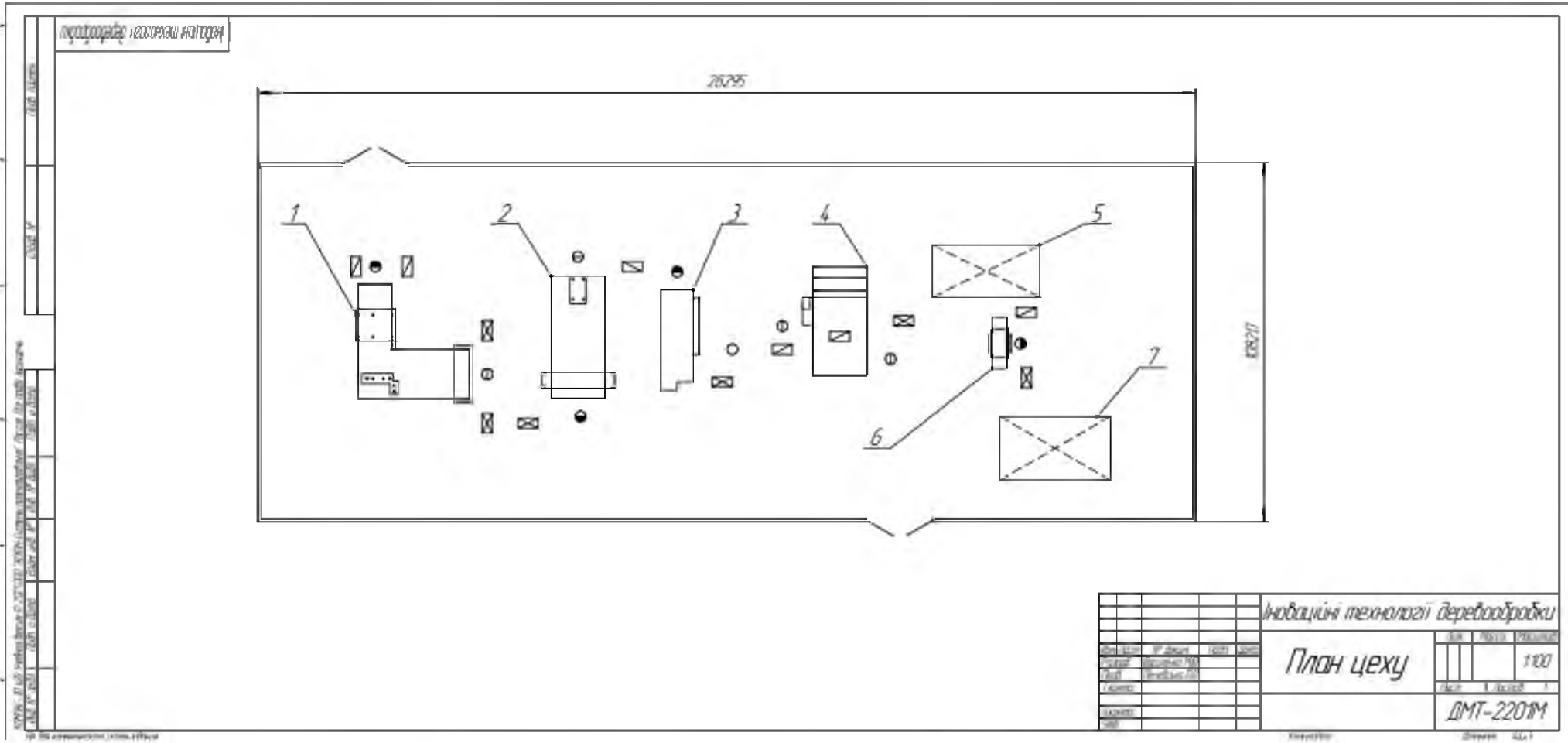


Рис. 4.3 Запропонований варіант цеху з виготовлення меблевих фасадів

# НУБІП України

# ЦІНБІП У

00

В табл. 4.26 міститься специфікація цеху.

Таблиця 4.26

## Специфікація цеху

№	Позначення	Операція	Найменування
1	Верстат для розкрою	Розкрій	Holzmann FKS 305
2	Фрезерний верстат	Фрезерування	Prime Cut
3	Крайко-личкувальний верстат	Крайкування	Format-4 Tempora
4	Вакуумний прес	Личкування	Winter Ribexvac
5	Робоче місце	Тех. витримка	—
6	Свердлильноприсадний	Присадка	SCM MB63
7	Робоче місце	Скл. виробу	—

Відповідно до специфікації було визначено, що на планову кількість виготовлення виробів буде достатньо по одному верстату на кожний технологічний процес. Слід зауважити, що деякі операції такі як технологічна витримка не потребує ніякого обладнання.

## ВИСНОВКИ

1. У магістерській кваліфікаційній роботі було проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «ВіЯр», склад підприємства, схеми потоків, устаткування та організацію робочих місць. Проведено аналіз продукції, що виготовляється на підприємстві ТОВ «ВіЯр».

2. Проведено аналіз верстатів для фрезерування деталей з різних матеріалів, зокрема деревини та всіх деревинних матеріалів. Наведено характеристики фрезерних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Наведено характеристику інструментів для обробки деревинних матеріалів.

3. Описано мету та методику проведення експериментальних досліджень з визначення площинності фасадних елементів в поперечному та повздовжньому напрямках та в різних орієнтаціях, після склеювання і після фрезерування. Проведено аналіз даних за критерієм Стьюдента отриманих після досліджень та визначено, що найбільший коефіцієнт зміни площинності в повздовжньому напрямку в орієнтації зліва, після пресування та після фрезерування з витримкою в 30 діб. За наявними даними побудовані графіки, що відображають зміни площинності в різних напрямках.

За результатами досліджень було визначено що найбільша зміна формостійкості деталі відбулась в повздовжньому напрямку після фрезерування та витримки і склала за критерієм: з права – 1,77; зліва – 2,16, однак найменша зміна площинності відбулось в поперечному напрямку, а отже формостійкість деталі не зазнала значних деформацій.

4. Розроблено технологічний процес виготовлення шафи та проведено вибір фрезерного верстату з ЧПК за методом аналізу ієрархій.

Розрахунок продуктивності показав, що найбільше завантажений крайко-личкувальний верстат оброблюючи 539 деталей на річну програму на 1000 виробів.

Було спроектовано конструкцію шафи, обрано матеріал для її виготовлення та вибрана фурнітура. Проведено розрахунки витрат сировини на один виріб та на річну програму в 1000 виробів. Наведено пропозиції щодо

підвищення ефективності виробництва з виготовлення фасадів. Було розроблено оптимальний технологічний процес для виготовлення шафи, розраховано норми витрат сировини та вирахована продуктивність верстатів на річну програму в 1000 виробів. Відповідно до цього були наведені пропозиції щодо вдосконалення виробництва на підприємстві ТОВ «ВіЯр» та розроблено приблизний цех для обраного фрезерного верстату та інших верстатів для виготовлення виробів на річну програму.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Меблеві стилі модерн. URL: <https://mebli-bristol.com.ua/blog/post/mebli-v-stili-modern-vid-vitokiv-dos-ogodni.html> (Дата звернення 05.10.2023)

2. Фото меблів в стилі модерн. URL: <https://www.tronegrande.com/uk/furniture-sofas/cella/> (Дата звернення 05.10.2023)

3. Меблі в стилі модерн. URL: <https://www.zlatamebel.ua/ua/chic-tak-de-stil-modern-v-mebeli-i-interere> (Дата звернення 05.10.2023)

4. Фото меблів в скандинавському стилі. URL: <http://surl.li/mtcv0> (Дата звернення 05.10.2023)

5. Меблі в скандинавському стилі. URL: <https://wowin.ua/myagkaya-mebel-dlya-interera-v-skandinavskom-stile> (Дата звернення 05.10.2023)

6. Меблі в стилі лофт. URL: <https://budidea.com/uk/mebel-v-stile-industrial-i-loft-uk/> (Дата звернення 05.10.2023)

7. Фото меблів в стилі лофт. URL: <http://surl.li/mtcv0> (Дата звернення 05.10.2023)

8. Меблевий стиль лофт. URL: <https://interia.com.ua/mebli-v-stili-loft/> (Дата звернення 05.10.2023)

9. Меблі в стилі арт-деко. URL: <https://www.mebelok.com/uk-ua/mebli-v-stili-art-deko/> (Дата звернення 05.10.2023)

10. Фото меблів в стилі арт-деко. URL: <http://surl.li/mtcyw> (Дата звернення 05.10.2023)

11. Меблі в стилі еклектика. URL: <https://dom.ria.com/uk/articles/eklektika-v-interere-243723.html> (Дата звернення 05.10.2023)

12. Фото меблів в стилі еклектика. URL: <https://cgifurniture.com/eclectic-design-style-6-interiors/> (Дата звернення 05.10.2023)

13. Меблі в стилі бохо. URL: <https://www.zlatamebel.ua/ua/myagkaya-mebel-v-stile-boho> (Дата звернення 05.10.2023)

14. Фото крайко-личкувальний верстату. URL: <http://surl.li/mt dax> (Дата звернення 06.10.2023)

15. Фото оброблювального центра. URL: <http://surl.li/mt dcb> (Дата звернення 06.10.2023)

16. Інформація про діяльність ТОВ «Віяр». URL: <https://viyar.ua/ua/> (Дата звернення 15.10.2023)

17. Фото фрезерного верстата з ЧПК. URL: <http://surl.li/mt dfe> (Дата звернення 15.10.2023)

18. Інформація про циліндричний патрон. URL: <https://mehanika.net.ua/product/canovij-patron-dlya-kriplennya-na-cilindrichnij-val-c27-er20-50/> (Дата звернення 16.10.2023)

19. Інформація про конусний патрон. URL: <http://surl.li/mt dfev> (Дата звернення 16.10.2023)

20. Дослідження формостійкості дверних блоків, виготовлених з різних порід деревини. І.С. Габа; О.Б. Ференд. Науковий вісник НЛТУ України, 2014. № 24.11.

21. Формула розрахунку дисперсності. URL: <http://pms.ptngu.com/page's/111.html> (Дата звернення 28.10.2023)

22. Формула розрахунку t-критерію Стьюдента. URL: <http://fo.bsmu.edu.ua/static/t-kryteriy-styudenta/> (Дата звернення 28.10.2023)

23. Характеристики фрезерного верстату з ЧПК MSF2040. URL: <https://mirstankov.com/catalog/frezernij-standok-s-chpu-msf2040/> (Дата звернення 08.10.2023)

24. Характеристики фрезерного верстату з ЧПК АПС-3020. URL: <https://www.instankoservis.ua/ats-3020-ukr/> (Дата звернення 08.10.2023)

25. Характеристики фрезерного верстату з ЧПК MSF1325ECO. URL: <https://mirstankov.com/uk/catalog/graviruvalno-frezernij-verstat-z-chpu-msf1325eco/> (Дата звернення 08.10.2023)

26. Характеристики фрезерного верстату з ЧПК Fenix. URL: <https://www.instankoservis.ua/fenix-ukr/> (Дата звернення 08.10.2023)

27. Характеристики фрезерного верстату з ЧПК PrimeCut. URL:

<https://www.instankoservis.ua/primecut-uki/> (Дата звернення 08.10.2023)

28. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту Інноваційні технології оброблення деревини. URL:

[https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/622097/mod\\_resource/content/2/Метод-Іннов%20ГОД%20КП.pdf](https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/622097/mod_resource/content/2/Метод-Іннов%20ГОД%20КП.pdf) (Дата звернення 10.10.2023)

29. Малахова О.С. Методичні вказівки до виконання конструкторської частини курсового проєкту з дисципліни» Технологія виробів з деревини О.С.

Малахова, Н.В.Марченко. К. : ВЦ НУБіП України, 2011. 34 с.

30. Ігнатенко П.Л. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія виробів з деревини та виробництва меблів Ігнатенко

П.Л., Ігнатенко О.А Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. 20 с.

31. Дослідження формостійкості клеєних щитів з масивної деревини

дуба. В.О. Маєвський, Ю.В. Бенях. Науковий вісник НЛТУ України 2005. №15.5 С. 199 – 208.

32. Основні напрямки досліджень у виробництві клеєних щитових конструкцій з деревини із дотриманням текстурних особливостей. В.О.

Маєвський, М.В. Удовицька Науковий вісник НЛТУ України. 2014. № 24.5. С.

180 – 155.

33. Динаміка формостійкості прієтих клеєних брусів для столярних виробів. А.Г. Безноровий, В.О. Маєвський, Є.М. Миськів Науковий вісник

НЛТУ України. 2016. №. 26.8. С. 270 - 277.