НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ лісового і садово-паркового господарства

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технологій та дизайну виробів з деревини

__к.т.н., доц.__ _____ Андрій СПІРОЧКІН

«____» _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Аналіз можливості впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць з масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В.

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Гарант освітньої програми

_____к.т.н., доц._____ _____ Олександра ГОРБАЧОВА

(підпис)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____PhD_____ _____ Василь ЛОМАГА

(підпис)

Виконав _____ Валерія АЛЄКСЄЄВА

(підпис)

Київ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
технологій та дизайну виробів з деревини
_к.т.н., доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН
(підпис)
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

_____Алєксєєвій Валерії Олексіївні_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»_____
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Аналіз можливості впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць з масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В.» затверджена наказом ректора НУБіП України від «__20__» _листопада 2024 р. № 2068 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 02 червня 2025 року
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської кваліфікаційної роботи – нормативно-технічні документи, звіти та основні конструкторські документи роботи підприємства.
Перелік питань, які потрібно розробити:
1. Аналіз , характеристика, конструктивні рішення віконниць.
2. Характеристика підприємства.
3. Аналіз технологічного процесу виготовлення виробів на ФОП «Тарасюк Д.В.»,.
4. Розроблення пропозицій щодо удосконалення виробничого процесу.

Дата видачі завдання «25» листопада 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Василь ЛОМАГА

Завдання прийняв до виконання _____ Валерія АЛЄКСЄЄВА

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1 ВІКОННИЦІ: ІСТОРІЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ І КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ 6

1.1. Історія виникнення та еволюція віконниць 6

1.2. Функціональне призначення віконниць 8

1.3. Матеріали для виготовлення віконниць 9

1.4. Класифікація віконниць за типом конструкції та їх особливості 14

1.5. Зовнішні та внутрішні віконниці: відмінності та застосування 18

1.6. Фурнітура для віконниць: петлі, тримачі, запори 21

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ 35

2.1. Методика визначення продуктивності верстатів, необхідної кількості обладнання та його завантаженості 35

2.2. Методика розрахунку витрат сировинних матеріалів 40

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІКОННИЦЬ НА ФОП ТАРАСЮК Д.В. 43

3.1. Технологічний процес виготовлення віконниць 43

3.2. Вибір основного виробничого устаткування. Розрахунок продуктивності 48

РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 60

4.1. Стратегічні напрямки виробництва та асортимент 60

4.2. Технологічне забезпечення та якість продукції 61

4.3. Розвиток ринків та експортний потенціал 61

ВИСНОВКИ 63

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 65

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний ринок деревообробної галузі та меблевого виробництва характеризується зростаючим попитом на вироби, які поєднують функціональність, естетику та екологічність. Віконниці з масивної деревини є унікальним продуктом, що поєднує функціональність, естетичну привабливість і культурну цінність. Вони затребувані як у реставраційних проєктах для збереження архітектурної спадщини, так і в сучасному будівництві для створення індивідуальних дизайнерських рішень. Зростаючий попит на автентичні та екологічні вироби, зокрема в Європі, відкриває перспективи для українських виробників, що робить дослідження впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць на ФОП Тарасюк Д.В. актуальним і практично значущим.

Мета роботи полягає в аналізі можливості впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини на підприємстві ФОП Тарасюк Д.В. шляхом розробки технічно та економічно обґрунтованого технологічного процесу, вибору обладнання та оцінки ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети визначено такі основні завдання:

- проаналізувати діяльність підприємства ФОП Тарасюк Д.В. та його виробничі можливості;
- дослідити історію, функціональність, матеріали та конструктивні особливості віконниць;
- вивчити сучасні технології виготовлення віконниць із масивної деревини;
- розробити технологічний процес виробництва віконниць;
- виконати розрахунки продуктивності обладнання та витрат матеріалів;
- оцінити економічну доцільність впровадження виробництва;
- надати рекомендації щодо впровадження технологічного процесу та перспектив експорту.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виготовлення віконниць із масивної деревини.

Предмет дослідження – конструкційні, технологічні та економічні аспекти виготовлення віконниць на ФОП Тарасюк Д.В.

Методи дослідження. У роботі використано методи аналізу спеціалізованої літератури, нормативно-технічної документації та звітів підприємства, розрахункові методи для визначення продуктивності обладнання та витрат матеріалів, порівняльний аналіз технологічних рішень, а також методи узагальнення отриманих результатів.

Практичне значення роботи. Результати дослідження можуть бути використані для організації виробництва віконниць на ФОП Тарасюк Д.В., що дозволить підприємству зайняти нішу на ринку реставраційних і дизайнерських рішень, а також розширити експортні можливості. Впровадження технологічного процесу сприятиме зниженню собівартості, підвищенню якості продукції та відповідності сучасним вимогам екологічності та естетики.

Структура роботи. Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 66 сторінках основного тексту, містить 14 таблиць, 33 рисунків та 40 використаних джерел. Робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів (аналітичного, методик розрахунків, технологічного процесу, рекомендацій щодо впровадження), висновків, списку використаних джерел. Структура роботи охоплює весь комплекс питань, пов’язаних із розробкою та обґрунтуванням технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини. Основна частина роботи присвячена розробці раціонального технологічного маршруту виготовлення, що включає вибір заготовок, призначення операцій механічної обробки, підбір обладнання та режимів різання. Окремо розглядаються питання нормування витрат матеріалів, аналізу завантаження устаткування. Завершальні розділи присвячені питанням охорони праці. Такий підхід дозволяє комплексно охопити всі аспекти виробництва та забезпечити ефективність і якість кінцевого виробу.

РОЗДІЛ 1
ВІКОННИЦІ: ІСТОРІЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ І КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

1.1. Історія виникнення та еволюція віконниць

Віконниці, відомі також як ставні, мають багатовікову історію, що відображає прагнення людей до затишку, безпеки та естетичної привабливості житла. Їхнє походження пов’язане з необхідністю захисту оселі від несприятливих погодних умов, таких як дощ, вітер, спека чи холод, а також забезпечення приватності та безпеки. Ще до появи скла віконниці слугували основним засобом закриття віконних отворів, а згодом стали не лише функціональним, а й декоративним елементом архітектури [1].

Віконниці, або ставні, – це захисні конструкції, призначені для закривання віконних отворів. Вони набули поширення ще до появи віконного скла, але й у сучасних умовах не втратили своєї актуальності. Віконниці виготовляються в різних конфігураціях і з різноманітних матеріалів, таких як деревина, полімерні композити, затемнене скло або міцні текстильні тканини [2]. Їх застосовують для захисту приміщень від зовнішніх впливів, а також як елемент декору, що підкреслює архітектурний стиль будівлі [3, 4].

Перші віконниці з’явилися в Стародавній Греції, де їх виготовляли з мармуру. Цей матеріал, хоча й виглядав естетично, був важким і непрактичним, оскільки не дозволяв регулювати потоки світла чи повітря. З часом мармур замінили на дерево – більш доступний і зручний у обробці матеріал, який став основою для віконниць у Середземноморському регіоні. Дерев’яні конструкції ефективно захищали від спеки та пилу, а їхня універсальність сприяла створенню різноманітних дизайнів. У північних регіонах, таких як Русь чи Північна Європа, віконниці використовували для захисту від холоду, вітру та навіть грабіжників, тоді як у теплих країнах, як-от Іспанія, Італія чи Марокко, вони допомагали рятувати оселі від палючого сонця, забезпечуючи прохолоду [1, 4].

З плином часу конструкція віконниць удосконалювалася, а їхнє застосування розширювалося. У 18 столітті з'явилися рухливі ламелі, які дозволяли регулювати освітлення та вентиляцію, що стало значним кроком у розвитку. У Європі суцільні дерев'яні панелі слугували не лише захистом, а й засобом збереження тепла взимку, а в регіонах із високим рівнем злочинності до них додавали залізні прути для підвищення безпеки. Поєднання ламелей і суцільних панелей стало популярним рішенням, що забезпечувало баланс між захистом і функціональністю. Римляни також зробили внесок, використовуючи вологу тканину на віконних отворах для захисту від пилу – прототип сучасних римських штор. У Середньовіччі віконниці почали прикрашати орнаментами, а в епоху Ренесансу вони перетворилися на важливий елемент фасадного декору, підкреслюючи архітектурну гармонію будівель [1].

Культурні особливості різних регіонів впливали на дизайн і матеріали віконниць. На Русі їх виготовляли з дерева, надаючи монолітним конструкціям яскравих кольорів (зелений, блакитний, жовтий) і прикрашаючи різьбленням чи візерунками, що гармоніювали з традиційними хатами. У слов'янській культурі віконниці мали не лише практичне, а й сакральне значення: їх закривали на ніч, щоб захистити оселю від «сторонніх очей» і злих духів, вважаючи вікна зв'язком із духовним світом. В Європі, навпаки, перевагу надавали наскрізним конструкціям, схожим на сучасні жалюзі, виготовленим із дерева чи металу. Такі рейкові віконниці пропускали розсіяне світло, але блокували гарячі повітряні потоки, що було особливо цінним у теплому кліматі [4].

З появою віконного скла в 17 столітті популярність зовнішніх віконниць дещо знизилася, оскільки внутрішні штори та жалюзі стали альтернативою. Проте проблеми з вологою, комахами та ізоляцією повернули попит на зовнішні конструкції. Сьогодні віконниці виготовляють із сучасних матеріалів, таких як ПВХ, алюміній чи композитні матеріали, які відзначаються легкістю, міцністю та екологічністю. Алюмінієві віконниці дозволяють створювати як традиційні рустикальні дизайни, так і складні системи з регульованими ламелями. Технологічний прогрес додав нові можливості: електричні приводи, інтеграція з

IoT для дистанційного керування, а також комбінація з москітними сітками. У Південній Америці, наприклад, популярні внутрішні «плантаційні віконниці», які захищають від сильних вітрів і додають елегантності інтер'єру [1].

Сьогодні традиційні віконниці поступилися місцем більш практичним рішенням, таким як рольставні, жалюзі чи римські штори. Проте в старих селах Європи та України все ще можна побачити різьблені дерев'яні віконниці з яскравими орнаментами, які є зразками народної творчості. Сучасні віконниці поєднують функціональність і естетику, дозволяючи регулювати світло, повітря та приватність, захищаючи від погодних умов і підвищуючи енергоефективність будівель. Вони залишаються універсальним рішенням для різних кліматів і архітектурних стилів, від класичних дерев'яних панелей до мінімалістичних металевих конструкцій, підкреслюючи індивідуальність оселі [1, 3].

1.2. Функціональне призначення віконниць

Віконниці виконують низку важливих функцій, поєднуючи практичність із декоративними можливостями [1]:

а) захист від надмірного сонячного світла, що допомагає підтримувати комфортну температуру в приміщенні;

б) захист від несприятливих погодних умов, таких як зливи, град чи сильний вітер;

в) забезпечення приватності шляхом запобігання стороннім поглядам;

г) посилення безпеки завдяки захисту від несанкціонованого проникнення;

ґ) захист віконних шибок від механічних пошкоджень;

д) естетичне оформлення, що підкреслює архітектурний стиль будівлі та додає їй індивідуальності;

е) затемнення приміщень під час надзвичайних ситуацій, наприклад, артилерійських обстрілів чи авіаційних бомбардувань.

Переваги віконниць для власників житла [5].

1. Підвищення рівня безпеки. Використання міцних матеріалів (наприклад, металу чи твердої деревини) у поєднанні з надійними замками значно ускладнює зловмисникам доступ через віконний отвір.

2. Захист віконної конструкції. У закритому стані віконниці оберігають склопакети та рами від вандалізму чи випадкових ушкоджень, перевершуючи в цьому решітки.

3. Естетична трансформація. Віконниці гармонійно доповнюють фасад будинку, підкреслюючи його стиль, а також підвищують затишок і презентабельність інтер'єру.

4. Енергоефективність і шумоізоляція. Віконниці зменшують тепловтрати взимку та перегрів влітку, сприяючи економії на опаленні та кондиціонуванні. Вони також знижують рівень зовнішнього шуму, створюючи комфортніші умови в приміщенні.

Оформлення віконниць. Дизайн віконниць відіграє ключову роль у створенні гармонійного вигляду будинку. Важливо, щоб їхній стиль відповідав загальній архітектурі. Дерев'яні віконниці можна прикрашати різьбленням, розписом або кованими елементами, що додає унікальності. Сучасні віконниці поєднують функціональність із декоративними можливостями, дозволяючи регулювати рівень освітлення та забезпечувати приватність. Незважаючи на архаїчність, вони залишаються актуальним рішенням, додаючи оселі оригінальності та практичності [3].

1.3. Матеріали для виготовлення віконниць

Віконниці виготовляються з різних матеріалів, кожен із яких має унікальні характеристики, що відповідають певним потребам і естетичним уподобанням.

1) Дерев'яні віконниці. Дерево залишається найпопулярнішим матеріалом для віконниць завдяки своїй екологічності, довговічності та природній привабливості. Воно стійке до ультрафіолетового випромінювання та

температурних коливань за умови правильного догляду, який включає обробку антисептиками та періодичне фарбування [3]. Дерев’яні віконниці вирізняються приємною текстурою, сприяють теплоізоляції та забезпечують циркуляцію повітря завдяки природним властивостям матеріалу. Вони ідеально доповнюють як сучасні, так і ретро-інтер’єри, особливо в поєднанні з дерев’яними віконними рамами. Декоративні можливості деревини широкі: стулки можуть бути різьбленими, розписаними, штучно зістареними, гратчастими, суцільними, розпашними, розсувними чи з ажурними візерунками (рис. 1.1–1.4) [5, 9].

Рис. 1.1. Різьбленні віконниці [9]

Рис. 1.2. Розписані віконниці [10,11]

Рис. 1.3. Розсувні віконниці [12]

Рис. 1.4. Різані віконниці [13, 14]

2) Металеві віконниці. Металеві віконниці є ідеальним рішенням, коли пріоритетом є безпека. Вони ефективно захищають від несанкціонованого

проникнення і можуть бути як суцільними, так і гратчастими, залежно від потреб (рис. 1.5) [3].

Рис. 1.5. Металеві віконниці [9, 14]

Розрізняють наступні види [9].

1. Суцільні (глухі) віконниці. Виготовляються з цільних металевих листів, зазвичай із нержавіючої сталі, та оснащуються міцними замками. Ці конструкції забезпечують високий рівень безпеки, що робить їх ідеальними для об’єктів із підвищеними вимогами до захисту [9].

2. Регульовані віконниці (рольставні). Це автоматичні системи, що складаються з ламелей, які рухаються по напрямних у віконному отворі. Ламелі дозволяють регулювати кут нахилу, забезпечуючи контроль над рівнем освітлення та вентиляції. Такі віконниці поєднують практичність і надійність [9].

3. Гратчасті віконниці. Складаються з металевих решіток або пластин, які забезпечують розсіяне освітлення. Вони дозволяють регулювати світловий потік як із внутрішнього, так і з зовнішнього боку, що робить їх універсальними для різних умов експлуатації.

Металеві віконниці, виготовлені з нержавіючої сталі, вирізняються винятковою міцністю та стійкістю до злому. Вони є оптимальним вибором для заміських будинків, дач, а також промислових і складських приміщень, де власники можуть бути відсутні тривалий час. Для підвищення безпеки конструкції оснащують внутрішніми фіксаторами стулок або висококласними

сейфовими замками, що забезпечують надійний захист від несанкціонованого проникнення [9].

Основні переваги металевих віконниць:

а) Висока протизламна стійкість завдяки міцним матеріалам і надійним замковим системам.

б) Довговічність за рахунок використання нержавіючої сталі, стійкої до корозії.

в) Широке застосування у житлових і комерційних об’єктах із підвищеними вимогами до безпеки.

До недоліків металевих віконниць можна віднести їх меншу естетичну привабливість порівняно з дерев’яними чи пластиковими аналогами, а також обмежені теплоізоляційні властивості, що можуть впливати на енергоефективність приміщень [5].

3) Пластикові віконниці. Пластикові віконниці не забезпечують високого рівня захисту від злому, але ефективно захищають від впливу вітру та надмірного сонячного світла. Вони вирізняються довговічністю, простотою в догляді та можливістю вибору з широкої палітри кольорів [3].

Пластикові віконниці є легкими, простими в монтажі та естетично привабливими. Їх можна встановлювати на вікна з різних матеріалів, таких як ПВХ, алюміній чи деревина, завдяки універсальності конструкції та різноманіттю кольорових рішень. Такі віконниці стійкі до атмосферних впливів, зокрема опадів, перепадів температур і вітрових навантажень. Процес догляду за ними простий, оскільки поверхня легко очищається.

Пластикові віконниці сприяють покращенню тепло- та звукоізоляційних характеристик віконного отвору. Вони нечутливі до більшості хімічних речовин і мікроорганізмів, що забезпечує їхню тривалу експлуатацію в різних умовах. За рівнем стійкості до злому вони подібні до дерев’яних віконниць, поступаючись у цьому лише металевим конструкціям.

Особливою перевагою є можливість створення гармонійного поєднання з пластиковими вікнами, оскільки колір і текстура віконниць можуть бути ідентичними до віконної рами, що забезпечує естетичну цілісність дизайну [5].

1.4. Класифікація віконниць за типом конструкції та їх особливості

Сьогодні існує безліч видів віконниць, які розрізняються за типом конструкцій: орні, підйомні, знімні.

Орні віконниці кріпляться до бічних стін віконного отвору за допомогою петель. Для запобігання закриванню стулок під дією вітру їх фіксують до стіни спеціальними тримачами. Цей тип віконниць вирізняється простотою конструкції та універсальністю застосування.

Орні віконниці поділяються на такі види:

1. Одностулкові – призначені для невеликих віконних отворів (рис. 1.6).

2. Двостулкові – складаються з двох стулок, які відкриваються симетрично відносно центру (рис. 1.7).

3. Складні – мають кілька секцій, що дозволяють часткове відкривання для регулювання світла та вентиляції.

4. Віконниці-жалюзі – оснащені ламелями, які пропускають розсіяне світло навіть у закритому стані [3].

Вони, як елементи віконного оздоблення, які складаються з однієї або двох стулок і кріпляться на завісах (петлях) до зовнішнього або внутрішнього краю віконного отвору. Їх можна відкривати або закривати вручну, обертаючи навколо вертикальної осі. Орні віконниці виконують кілька функцій: захищають приміщення від сонячного світла, вітру, пилу й дощу, забезпечують додаткову теплоізоляцію та зламостійкість, а також надають будівлі естетичної привабливості. Залежно від призначення й архітектурного стилю, віконниці виготовляють з дерева, металу або сучасних композитних матеріалів [3].

Рис. 1.6. Одностулкова віконниця української хати. Музей у Пирогові [15]

Рис. 1.7. Двостулкова віконниця. Музей у Пирогові [16]

Підйомні віконниці є одним із найпоширеніших типів конструкцій у сучасних будівлях (рис. 1.8, рис. 1.9). Вони вирізняються зручністю керування, що дозволяє відкривати та закривати стулки з будь-якої точки. Система може бути оснащена автоматичним механізмом, який забезпечує дистанційне керування, а також таймером для програмування часу відкривання та закривання віконниць [9].

Рис. 1.8. Підйомні віконниці [9,14]

Рис. 1.9. Віконниці з підйомними частинами [17]

Знімні віконниці є зручним рішенням для будинків із низько розташованими вікнами, оскільки їх демонтаж на висоті може бути складним і трудомістким процесом (рис. 1.10). Такі конструкції переважно використовуються в періоди інтенсивного сонячного випромінювання або для захисту від тривалих несприятливих погодних умов [9].

Рис. 1.10. Знімні віконниці [9]

Ролети є різновидом жалюзі, що складаються з рулону, двох напрямних і пластин, розташованих між ними. Вони використовуються як альтернатива віконницям, дверям або воротам. Захисні ролети встановлюють у віконні, дверні та гаражні отвори для захисту приміщень від злому, несприятливих погодних умов, шуму, пилу, надмірного світла та сторонніх поглядів. Хоча зовні ролети можуть нагадувати деякі види жалюзі, їхня основна функція полягає в захисті вікон, вхідних дверей квартир чи магазинів. Зазвичай їх монтують із зовнішнього боку, щоб запобігти розбиттю скла та проникненню зловмисників. Ролети, також відомі як рольвіконниці, є складними конструкціями, які можуть підійматися та опускатися, застосовуючись не лише для вікон, а й для дверних чи ворітних отворів [2].

У крамницях і ятках використовуються ляди (від нім. *Lade* — «скриня, шухляда»). Це віконниці, які відкидаються назовні вниз, утворюючи прилавок. Такі конструкції поєднують функціональність захисту та практичність торговельного використання [2, 6].

Суцільні віконниці мають вигляд монолітних щитків, виготовлених із дощок, фанери, металевих листів, пластику чи скловолокна. Вони забезпечують

надійний захист віконного отвору від зовнішніх впливів і несанкціонованого доступу [2].

Віконниці-жалюзі складаються з нерухомих або, рідше, рухомих планок, виготовлених із металу, деревини чи пластику, розташованих горизонтально з проміжками. Ці щілини дозволяють повітрю проникати в приміщення, але захищають від прямого сонячного світла та несанкціонованого проникнення [2].

1.5. Зовнішні та внутрішні віконниці: відмінності та застосування

Зовнішні віконниці встановлюються на внутрішній стороні віконної рами та відкриваються назовні. Вони можуть бути монолітними, виготовленими з деревини, полівінілхлориду (ПВХ) або затемненого скла, або мати ґратчасту конструкцію з горизонтальних планок, подібних до жалюзі (рис. 1.11). Конструкція зазвичай включає одну або дві стулки. Механізми відкривання різноманітні: розпашні стулки відкриваються вбік, тоді як підйомні дозволяють регулювати висоту відкривання для контролю світла та вентиляції.

Традиційно для виготовлення зовнішніх віконниць використовують міцні породи деревини, такі як дуб, кедр або тик. У сучасних умовах дедалі популярнішим стає ПВХ завдяки його практичності та стійкості до зовнішніх впливів.У закритому положенні віконниці фіксуються за допомогою металевого стрижня-засува, відомого як прогóнич, який із 1920-х років також називають «болтом».

Окрім практичного застосування, зовнішні віконниці можуть відігравати декоративну роль, прикрашаючи фасад будівлі без використання їх за прямим призначенням.

Особливу категорію становлять ураганні віконниці (англ. hurricane shutters), які використовуються в регіонах із високою ймовірністю ураганів. Вони виготовляються з матеріалів підвищеної міцності, таких як деревина, склопластик, алюміній, сталь або пластик із високою стійкістю до ударів. Для

зручності експлуатації такі віконниці часто оснащують електричними механізмами, що дозволяють оперативно відкривати чи закривати стулки [2].

Рис. 1.11. Зовнішні віконниці [18]

Шатерси, або ж внутрішні ставні, являють собою конструкцію у вигляді рами з горизонтальними ламелями, які є нерухомими. Зовнішньо вони нагадують фасадні чи горизонтальні жалюзі. У спекотний сезон ці елементи інтер'єру забезпечують ефективний захист приміщення від прямих сонячних променів, одночасно зберігаючи доступ природного світла та приватність. Взимку ж вони можуть слугувати додатковим бар’єром від проникнення холоду. [7]

На відміну від зовнішніх, внутрішні віконниці встановлюються на внутрішню сторону віконної рами та відкриваються всередину приміщення (рис. 1.12). Вони також можуть бути як суцільними панелями, так і жалюзійного типу з фіксованими ламелями. Найпоширенішими матеріалами для виготовлення таких віконниць є дерево та метал, хоча нерідко застосовуються й інші варіанти. Віконниці, що встановлюються на внутрішню сторону віконного отвору, виконують передусім декоративну та захисну функцію в інтер’єрі приміщення. Вони являють собою стулки, закріплені на завісах, які дозволяють легко

відкривати та закривати їх вручну. Такі віконниці захищають від надмірного сонячного світла, сторонніх поглядів і можуть сприяти збереженню тепла

Рис. 1.12. Внутрішні віконниці [19]

Окрему групу становлять віконниці з регульованими ламелями, які активно використовуються в регіонах із спекотним кліматом, зокрема у південних штатах США, Південно-Африканській Республіці, Австралії та країнах Середземномор'я. У таких місцевостях вони відомі під назвами *California shutters* або *plantation shutters*, що перекладається як «каліфорнійські» або «плантаційні» віконниці відповідно. [2]

На додачу до зовнішніх систем, внутрішні віконниці часто використовують як альтернативу шторам або ж як додатковий засіб затемнення від надмірного сонячного світла. У виробництві таких конструкцій застосовують широкий спектр матеріалів, однак найчастіше перевага надається деревині та ПВХ з таких причин:

а) легкість матеріалів сприяє простому монтажу та експлуатації;

б) зручність у використанні – відсутність потреби у виході назовні для керування;

в) деревина гармонійно поєднується з інтер'єром у різних стилях;

г) пластикові конструкції прості в догляді та не потребують особливого обслуговування.

Також існують декоративні варіанти інтер'єрних віконниць, виготовлені з паперу або щільного картону. Такі вироби виконують виключно функцію сонцезахисту та не передбачені для довготривалого використання [9].

1.6. Фурнітура для віконниць: петлі, тримачі, запори

Зовнішні петлі для віконниць поділяються на дві основні категорії. Накладні петлі кріпляться до передньої (або в деяких випадках до задньої) сторони зовнішніх дерев'яних або ПВХ віконниць і до лицьової сторони віконної рами. Віконниці правильного розміру не потрібно змінювати або модифікувати для встановлення з накладними петлями. Цей тип петлі може розміщувати віконниці всередині глибокого віконного отвору або зафіксувати їх перед неглибокою нішею [27].

Врізні петлі можуть використовуватися лише тоді, коли ПВХ або зовнішні дерев'яні віконниці поміщаються всередину віконного отвору. Цей тип петлі розташовується між краєм віконниці та віконним наличником. Для їхнього встановлення необхідно вирізати пази (мортизи) на обох поверхнях за допомогою фрези або стамески на висоту та глибину однієї стулки петлі [27].

Горизонтальні стрічкові петлі широко використовуються на будинках по всій країні. Кожна петля складається з двох компонентів. Довга вузька смуга, доступна в різних довжинах, кріпиться до верхньої, нижньої або роздільної планки віконниці за допомогою гвинтів. Окремий штифт, спрямований вгору, закріплюється на передній обналичці. Один кінець смуги опускається на штифт, тоді як протилежний край прикрашений круглим, бобоподібним або серцеподібним закінченням. Для однієї віконниці зазвичай достатньо двох петель, але для дуже великих дерев’яних або ПВХ-віконниць може знадобитися третя петля. Стрічкові петлі можуть встановлювати віконниці всередині віконного отвору або виводити їх трохи вперед. Довжина смуги повинна бути щонайменше на 3 дюйми коротшою за ширину зовнішньої віконниці. Стандартні стрічкові петлі невидимі, коли віконниці відкриті (рис. 1.13). Зворотна стрічкова петля сконфігурована так, щоб прикручуватися до задньої частини панелі, роблячи фурнітуру помітною, коли панелі відчинені в обидва боки (рис. 1.14). Для утримання віконниць у відкритому положенні потрібні фіксатори (shutter dogs) або інші пристрої [27].

Рис. 1.13. Стандартні петлі [28]

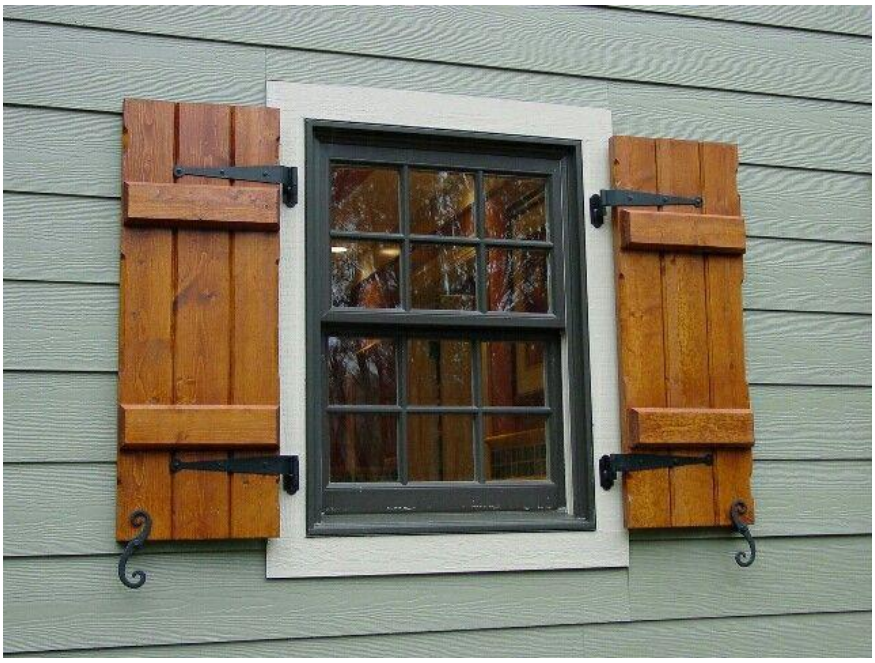


Рис. 1.14. Зворотна петля [29]

L-подібні петлі для віконниць є модифікованою версією довгої горизонтальної петлі-стріли . Також відомі як петлі "нью-йоркського стилю", L-подібні петлі можуть використовуватися для вузьких віконниць, забезпечують зручне розміщення штифта, або просто для естетичних уподобань (рис. 1.15) [27].

Рис. 1.15. L-подібні петлі [30]

Вертикальні петлі-стріли часто застосовуються, коли необхідна третя центральна опорна петля, а роздільна планка відсутня (рис. 1.16). Вертикальні петлі-стріли для зовнішніх віконниць менш популярні як основний стиль, ніж горизонтальні петлі-стріли та L-подібні петлі [27].

Рис. 1.16. Вертикальні петлі [31]

У XIX столітті, завдяки розвитку ливарного виробництва, почалося масове виготовлення петель для віконниць, таких як Acme Lull & Porter, що набули популярності в США з 1880-х років. Виготовлені з чавуну, ці петлі мали механізм гравітаційної фіксації для утримання віконниць у відкритому положенні. Тоді ж з’явилися поверхневі петлі Clarks Tip, адаптовані для цегляних фасадів, що демонструє пристосування фурнітури до різних матеріалів.

Петлі Clarks Tip кріпляться поверхнево: одна стулка прикручується до обналички, інша – до передньої сторони віконниці, вимагаючи вирівнювання поверхонь. У відкритому стані вони непомітні, забезпечуючи вільний доступ до

вікна, а механізм фіксації дозволяє закривати віконницю легким підняттям панелі. Для роз'єднання стулку знімають зі штифта на обналичці.

На відміну від них, Acme Lull & Porter є врізними, встановлюються між віконницею та обналичкою з вирізанням пазів. Як один із найстаріших типів, вони зберігають актуальність у реставраційних проєктах (рис. 1.17) [25, 27].

Рис. 1.17. Acme, Lull & Porter та Clark's Tip [25, 26, 32]

Монтаж на віконну коробку. Система фурнітури, призначена для монтажу віконниць на віконну коробку, розроблена для забезпечення надійного кріплення (рис. 1.18). Це дозволяє постачати віконниці та вікно як єдиний комплект. Розміри фурнітури підбираються відповідно до глибини віконного відкосу, що забезпечує точне встановлення. Фурнітура має можливість регулювання, що дозволяє виправляти положення віконниці для ідеального вирівнювання. Додатково передбачена опція встановлення тримача віконниці або механізму відкривання, який дає змогу керувати віконницями зсередини приміщення [8].

Рис. 1.18. Віконна коробка та фурнітура [8]

Монтаж в стіну. Система фурнітури для кріплення віконниць до стіни призначена для їх встановлення на фасад будівлі (рис. 1.19). Відмінною особливістю є використання високоякісних сталевих петель, які дозволяють регулювання в усіх напрямках для точного позиціонування. До стандартного комплекту входять регульовані опорні стрижні та петлі з колінчастим механізмом, призначені для складних віконниць. Спеціальні шаблони забезпечують швидке та точне встановлення [8].

Рис. 1.19. Монтаж на фасад [8]

Термін shutter dog походить із давньоанглійської мови, де слово «dog» означало будь-який простий механічний фіксатор. Цей термін почали використовувати для позначення пристроїв, що утримують віконниці у відкритому стані. У колоніальній Америці термін shutter stay став більш поширеним, але обидва терміни описують однакові функціональні та декоративні елементи, які використовувалися як для віконниць, що закриваються, так і для постійно фіксованих [22].

У минулі століття тримачі віконниць виготовлялися вручну ковалями у вигляді простих зігнутих або вигнутих форм, часто з текстурованою поверхнею. Популярними ранніми стилями були rat-tail (хвостоподібні) та scroll (спіральні), які й досі відтворюються для збереження історичної автентичності (рис. 1.20) [23].

Рис. 1.20. Тримачі [23]

З розвитком ливарного виробництва в XIX столітті з’явилися декоративні тримачі у формах квітів, винограду, зірок або тварин (наприклад, дельфінів, морських коників) (рис. 1.21), що дозволяло власникам будинків додавати індивідуальності фасадам. У Новій Англії для історичних реставрацій використовували ковані чавунні конструкції, тоді як у південних прибережних регіонах США популярними були форми дельфінів чи морських мушель [24].

Рис. 1.21. Тримачі [23]

Найвишуканіші старовинні фіксатори віконниць вирізняються унікальним дизайном у вигляді голови, що, ймовірно, зображає образи аристократок або французьких королів (рис. 1.22). Іноді ці елементи можуть відображати портрети простих людей, відображаючи різноманітність епохи. У вертикальному положенні фіксатор надійно утримує зовнішню віконницю відкритою, сприяючи вентиляції. Для закриття віконниці необхідно підняти фіксатор і відвести його вперед, даючи змогу конструкції зачинитися. Найскладніші моделі демонструють деталізовані обличчя, які залишаються видимими як у піднятому, так і в опущеному стані.

Рис. 1.22. Фіксатор відкритої віконниці у вигляді голови турка та типу «венеціанська пані» [20, 21]

Історія розвитку віконниць із розсувними петлями (sliding hinge shutters) нерозривно пов'язана з еволюцією архітектурних потреб у регіонах з теплим кліматом, де ключовими факторами були ефективний захист від сонця, контроль вентиляції та стійкість до штормів. Цей тип фурнітури найбільш відомий у контексті віконниць типу «Багама» (Bahama shutters), які виникли в колоніальні часи у Карибському басейні (рис. 1.23). Їхня характерна особливість полягає у верхньому кріпленні до віконної рами, що дозволяє панелям відкриватися назовні та вгору, створюючи навіс. Така конструкція забезпечувала ефективне затінення, сприяла циркуляції повітря та захищала від прямих сонячних променів, не перекриваючи повністю огляд [32, 33].

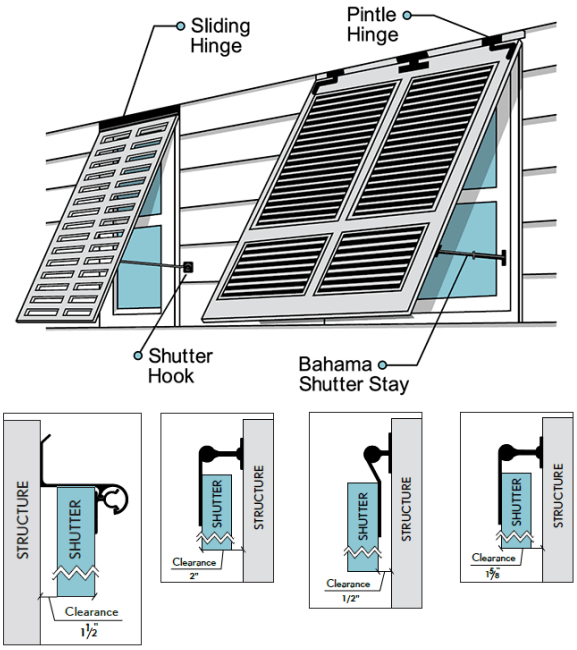


Рис. 1.23. Багамські віконниці[34]

Концепція «розсувних» петель у цьому контексті часто стосується безперервних (continuous) петель, які дозволяють легко піднімати та утримувати віконницю під кутом, а також забезпечують можливість швидкого монтажу або демонтажу панелей, що було критично важливо перед ураганами (рис. 1.24). Починаючи з рудиментарних конструкцій з бамбука та пальмового листя, Багамські віконниці еволюціонували до дерев'яних, а пізніше – до сучасних матеріалів, таких як ПВХ та алюміній. Їхнє використання поширилося з тропічних регіонів на прибережні зони з подібним кліматом, утвердивши

розсувні петлі як важливий елемент функціональної та декоративної архітектурної фурнітури [32, 33].

Рис. 1.24. Багамські петлі [35]

Shutter support arm, або важіль підтримки віконниці, є ключовим елементом фурнітури, призначеним для утримання зовнішніх віконниць у відкритому, піднятому положенні. Це, як правило, металевий кронштейн або штанга, яка кріпиться до нижнього краю віконниці та до віконної рами або стіни. Їхня основна функція полягає в тому, щоб надійно підперти віконницю, запобігаючи її довільному закриттю від вітру або інших зовнішніх впливів, а також утримувати її під бажаним кутом, що дозволяє регулювати потік повітря та рівень освітлення в приміщенні [32, 33, 36].

Виникнення та еволюція важелів підтримки тісно пов'язана з розвитком віконниць типу «Багама» (Bahama shutters), які стали популярними в регіонах з жарким кліматом, таких як Карибський басейн. У цих зонах існувала нагальна

потреба в ефективному захисті від інтенсивного сонця та ураганів, а також у забезпеченні постійної вентиляції. Shutter support arms дозволяють Багамським віконницям відкриватися назовні та вгору, перетворюючись на своєрідний навіс, який забезпечує тінь і пропускає повітря, не блокуючи повністю вигляд (рис. 1.25). Таким чином, їхнє "походження" корениться у практичних потребах мешканців тропічних регіонів у функціональних та надійних системах керування кліматом у приміщенні [32, 33, 36].

Рис. 1.25. Важель [37]

Тримач віконниць розроблено для відповідності конкретним типам віконниць і забезпечення їх надійного кріплення. Монтаж можливий на різних типах фасадів, включаючи цегляну кладку, дерев’яні поверхні та фасади з теплоізоляційними матеріалами. Для спрощення процесу встановлення використовуються спеціальні шаблони для свердління. Завдяки простоті догляду віконниці з тримачами є популярним рішенням для захисту приміщень від надмірного сонячного світла [8].

Модель тримача віконниць Classic забезпечує автоматичну фіксацію віконниці у відкритому положенні (рис. 1.26). Розблокування та закриття здійснюються простим рухом руки. Конструкція включає регульований упор, який дозволяє налаштувати відстань між відкритою віконницею та стіною. Крім того, тримач оснащено регульованою клямкою, яка адаптується до ширини

віконниці. Упор із задньої сторони та клямка з передньої виготовлені з безшумного полівінілхлориду (ПВХ), що підвищує зручність експлуатації [8].

Рис. 1.26. Тримач Classic [8]

Растровий фіксатор забезпечує автоматичну фіксацію віконниці у відкритому положенні без необхідності використання додаткових елементів на фасаді (рис. 1.27). Керування відкриванням і закриванням здійснюється вручну через віконний отвір, що усуває потребу в додаткових отворах на фасаді. Оскільки віконниця може бути повністю зібрана в майстерні, її встановлення на будівельному об’єкті не потрібне, що значно спрощує процес монтажу.

Рис. 1.27. Растровий фіксатор [8]

Тримач віконниць Komfort забезпечує автоматичну фіксацію віконниці у відкритому положенні (рис. 1.28). Розблокування та закриття здійснюються вручну через віконний отвір. Керування віконницею відбувається за допомогою механізму, розташованого на нижній горизонтальній частині. У разі використання на дверних віконницях, зокрема для французьких балконних

дверей, передбачено керування за допомогою ручки, що підвищує зручність експлуатації. Відстань між віконницею та стіною регулюється за допомогою спеціальних підкладок. Конструкція фіксації без зазорів запобігає появі шуму під час вітряної погоди [8].

Рис. 1.28. Тримач Komfort [8]

Запори використовуються в класичному виконанні для одно- та двостулкових віконниць (рис. 1.29). Для двостулкових конструкцій передбачено стопор, який забезпечує фіксацію у положенні для провітрювання. Ці запори відповідають найвищим стандартам класифікації CE. Монтаж запору для одностулкових віконниць можливий при ширині профілю від 40 мм. Фурнітурна лінійка MACO RUSTICO пропонує широкий вибір запірних пластин із цапфами та підкладок, сумісних із різними типами профілів [8].

Рис. 1.29. Запори [8]

Середні запори є найпростішим рішенням для віконниць, які зазвичай залишаються відкритими або закриваються лише на короткий період. Вони не

потребують додаткових витрат на фурнітуру зі штангою чи пластинами із запірними цапфами. Для двостулкових віконниць передбачено стопор, який фіксує положення для провітрювання (рис. 1.30) [8].

Рис. 1.30. Середні запори [8]

Цей сучасний запор зі штангою підходить для одно- та багатостулкових віконниць. Його можна монтувати на профіль у поєднанні з рухомими ламелями. Запор відповідає найвищим стандартам класифікації CE.

Рис. 1.31. Запор зі штангою [8]

Фурнітурна лінійка MACO RUSTICO пропонує широкий вибір запірних пластин із цапфами та підкладок, сумісних із усіма типами профілів (рис. 1.31) [8].

1.7. Характеристика діяльності підприємства ФОП Тарасюк Д.В.

Підприємство ФОП Тарасюк Д.В. спеціалізується на виготовленні широкого асортименту виробів з деревини та інших матеріалів, зокрема дверей, кухонь, шаф, гардеробів, столів, стінових панелей, тумб, комодів, меблів для

санвузлів, ліжок, дзеркал, рейок та сходів. Воно співпрацює з провідними постачальниками меблевої індустрії, такими як компанія «ВіЯР», що забезпечує високу якість матеріалів і комплектуючих. Виробничий процес включає етапи від знайомства з клієнтом та виявлення потреб до створення 3D-проекту, виготовлення та монтажу виробів, при цьому основну роботу виконують конструктори та монтажники.

Наразі підприємство не має власного виробництва, покладаючись на зовнішні меблеві компанії для виконання значної частини робіт. Однак пропонується організувати невеликий цех із технічним обладнанням для виробництва столів, стінових панелей, тумб, комодів, ліжок і сходів, що дозволить скоротити час виготовлення та підвищити привабливість для клієнтів. Особлива увага приділяється перспективам роботи з модульними та багатофункціональними меблями, а також виробами з цільної деревини.

Розділ 1 присвячений аналізу віконниць як функціонального та декоративного елемента архітектури, їхньої історії, матеріалів, конструкцій та фурнітури. Віконниці мають багатовікову історію, починаючи від Стародавньої Греції, де використовували мармур, до сучасних рішень із деревини, металу, ПВХ та композитів. Вони виконують низку функцій: захист від погодних умов, забезпечення безпеки, приватності, енергоефективності та естетичного оформлення будівель. Дерев’яні віконниці вирізняються екологічністю та декоративними можливостями, металеві – міцністю та захистом, а пластикові – легкістю й простотою догляду. Класифікація віконниць за конструкцією (орні, підйомні, знімні, рольставні) та розташуванням (зовнішні, внутрішні) демонструє їхню універсальність. Фурнітура, включаючи петлі, тримачі та запори, забезпечує надійність і зручність експлуатації. Впровадження виробництва віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В. має значний потенціал для реставрації історичних будівель, створення індивідуальних архітектурних рішень та експорту в Європу, враховуючи попит на автентичні та екологічні вироби.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ

2.1. Методика визначення продуктивності верстатів, необхідної кількості обладнання та його завантаженості.

Щоб визначити необхідну кількісті та завантаженості обладнання спочатку необхідно розрахувати продуктивності верстатів.[38, 39]

Продуктивність верстатів для поперечного та повздовжнього розкрою п/м на заготовки визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = Т_{зм} * К_р * К_м * (m - n) * a = шт/зм, \quad (2.1)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

m – кількість різів за хвилину, шт.;

n – кількість різів за хвилину на вирізання дефектних місць, шт.;

a – кратність заготовок по довжині, шт.

Продуктивність верстатів для надання базових поверхонь визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_р \cdot K_м \cdot U \cdot a}{2 \cdot z \cdot l_з}; шт/зм. \quad (2.2)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

U – швидкість подачі, м/хв;

a – кратність заготовки по довжині, шт;

lз – довжина заготовки, м;

z – кількість проходів для створення базової поверхні, шт.

Продуктивність верстатів для обробки за перетином визначають за

формулою [38, 39]:

$$П_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_р \cdot K_м \cdot U \cdot a}{2 \cdot z \cdot l_з}; шт/зм. \quad (2.3)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км –коефіцієнт використання машинного часу;

U – швидкість подачі, м/хв.;

а – кількість одночасно подаваємих заготовок, шт.;

lз – довжина заготовки, м;

z – кількість проходів для створення базової поверхні, шт.

Продуктивність верстатів для калібрування визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot u \cdot Кр \cdot Км \cdot n}{lз \cdot m \cdot Z}; шт/зм, \quad (2.4)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

U – швидкість подачі, м/хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

n – кількість заготовок, що обробляються одночасно, шт.;

m – кількість номерів шліфувальної шкурки для повного калібрування заготовки, шт.;

lз – довжина заготовок, які калібруються, м;

Z – кількість сторін на заготовці, що калібруються, шт.

Продуктивність верстатів для фрезерування шипів визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot Кр \cdot Км \cdot U}{l}; шт/зм, \quad (2.5)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

U– швидкість подачі, м/хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

lз – довжина шипа, м.

Продуктивність верстатів для фрезерування паза під шипи та тахлі визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot Кр \cdot Км \cdot U}{l}; шт/зм, \quad (2.6)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

U – швидкість подачі, м/хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

lз – довжина шипа, м.

Продуктивність верстатів для формування провушин для шипів поперечин визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot Кр \cdot Км}{Тц \cdot n}; шт/зм, \quad (2.7)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр– коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

n – кількість встановлень шт.;

Тц – тривалість одного циклу фрезерування, хв/шт.

Продуктивність верстатів для нарізання кальовок визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot Кр \cdot Км \cdot U}{l}; шт/зм, \quad (2.8)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

U – швидкість подачі, м/хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

lз – довжина шипа, м.

Продуктивність верстатів для склеювання визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot Кр \cdot Км}{Тзаст. + Тустанов.}; шт/зм, \quad (2.9)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

Тзаст. – час застигання клею на одну заготовку, хв.;

Тустанов. – час на встановлення заготовки, хв.

Продуктивність верстатів для опилювання по периметру та обгонки по периметру визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм * Кр * Км * U}{(lз + lш) * 2}; шт/зм, \quad (2.10)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

U – швидкість подачі, м/хв.;

lз – довжина заготовки, м;

lш – ширина заготовки, м.

Продуктивність верстатів для шліфування визначають за формулою [38, 39]:

$$П_{зм.} = \frac{Тзм \cdot u \cdot Кр \cdot Км \cdot n}{lз \cdot m \cdot Z}; шт/зм, \quad (2.11)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв.;

U– швидкість подачі, м/хв.;

Кр – коефіцієнт використання робочого часу;

Км – коефіцієнт використання машинного часу;

n – кількість заготовок, що обробляються одночасно, шт.;

m – кількість номерів шліфувальної шкурки, шт.;

lз – довжина заготовок, які шліфуються, м;

Z – кількість сторін заготовки, які шліфуються, шт.

Визначивши продуктивність верстата, розраховують норму часу на виготовлення одного виробу за формулою [38, 39]:

$$Н_{ч.в.} = \frac{Т_{зм}}{П_{зм.}} \cdot n, хв, \quad (2.12)$$

де Тзм – тривалість зміни, хв;

$П_{зм}$ – змінна продуктивність верстату, шт/зм;

n – кількість заготовок у виробі, шт.

Потім визначають час на 10000 виробів за формулою [38, 39]:

$$Т_{10000} = \frac{Н_{ч.в.} \cdot 10000}{60}, год. \quad (2.13)$$

Далі визначаємо час на 10000 виробів з урахуванням відсотка тех. витрат, час на річну програму верст/год, ефективний фонд часу роботи обладнання на верст/год. Розрахувуємо необхідну кількість обладнання за формулою [38, 39]:

$$n_{роз} = \frac{Т_{пр}}{Т_{еф}}, \quad (2.14)$$

де $Т_{пр}$ – час на річну програму, год;

$Т_{еф}$ – ефективний фонд часу роботи обладнання, год.

$$К_з = \frac{n_{розр}}{n} \cdot 100, \%, \quad (2.15)$$

де $n_{розр}$ – розрахункова кількість обладнання, шт;

n – прийнята кількість обладнання, шт.

Після визначення розрахункової кількості верстатів приймається їхня фактична кількість (n), яка має бути цілим числом. На основі цього розраховується коефіцієнт завантаженості обладнання ($К_з$). Цей показник є важливим для аналізу ефективності використання верстатного парку та планування виробничих процесів, дозволяючи уникнути як перевантаження, так і простою обладнання.

2.2. Методика розрахунку витрат сировинних матеріалів

Для забезпечення ефективного виробництва віконниць із масивної деревини необхідно точно визначити норми витрат сировинних матеріалів, що сприяє раціональному використанню ресурсів і зниженню собівартості. Розрахунок базується на специфікації виробу, яка включає розміри, кількість деталей та допоміжні матеріали, і передбачає визначення корисного виходу матеріалу при розкрої, припусків на обробку, технологічних втрат, а також чистого виходу, що дозволяє встановити мінімально необхідну кількість матеріалів для виготовлення якісного виробу. [38]

Об’єм, площу або довжина однойменних деталей на 1 виріб розраховують за формулами [38]:

$$V = l \cdot b \cdot h \cdot n , \quad (2.16)$$

$$S = l \cdot b \cdot n , \quad (2.17)$$

$$L = l \cdot n , \quad (2.18)$$

де V, S, L – об’єм, площа і довжина комплекту деталей на 1 виріб, $м^3$, $м^2$, м;

l, b, h – довжина, ширина і товщина деталі в чистоті, м;

n – кількість деталей даного виду у виробі.

Розміри заготовок: довжина, ширина, товщина розрахункова, розраховуються за формулами [38]:

$$l_з = l \cdot Z_д + \Delta l , \quad (2.19)$$

$$b_з = b \cdot Z_ш + \Delta b , \quad (2.20)$$

$$h_з = h \cdot Z_т + \Delta h , \quad (2.21)$$

де l_3, b_3, h_3 – розрахункові довжина, ширина і товщина одинарної або кратної заготовки, мм;

l, b, h – довжина, ширина і товщина деталі в чистоті, мм;

Δl, Δb, Δh – сумарний припуск на обробку одинарної або кратної заготовки по довжині, ширині і товщині, мм;

$Z_д$, $Z_ш$, $Z_т$ – кратність оброблюваних заготовок по довжині, ширині і товщині.

Об'єм, площа або довжина однойменних заготовок, розраховується за формулою [38]:

$$V_З = l \cdot b \cdot h \cdot n/(Z_д \cdot Z_ш \cdot Z_т), \quad (2.22)$$

$$S_з = l \cdot b \cdot n/(Z_д \cdot Z_ш), \quad (2.23)$$

$$L_з = l \cdot n/(Z_д), \quad (2.24)$$

де $V_З$, $S_З$, $L_З$ – об'єм, площа і довжина комплекту заготовок на один виріб, $м^3$, $м^2$, м;

l, b, h – довжина, ширина і стандартна товщина заготовки, м;

n – кількість деталей даного виду у виробі;

$Z_д$, $Z_ш$, $Z_т$ – кратність оброблюваних заготовок по довжині, ширині і товщині.

Об'єм, площа або довжина з урах.техн. відходів, розраховується за формулою [38]:

$$V_{З0} = 100 \cdot V_З/(100 - Б), \quad (2.25)$$

$$S_{З0} = 100 \cdot S_З/(100 - Б), \quad (2.26)$$

$$L_{З0} = 100 \cdot L_З/(100 - Б), \quad (2.27)$$

де $V_{З0}$, $S_{З0}$, $L_{З0}$ – об'єм, площа і довжина комплекту заготовок на один виріб, $м^3$, $м^2$, м;

Б – величина технологічних відходів.

Норма витрат матеріалів на комплект деталей розраховується за формулою [38]:

$$V_м = 100 \cdot V_{З0}/Р, \quad (2.28)$$

$$S_м = 100 \cdot S_{З0}/Р, \quad (2.29)$$

$$L_м = 100 \cdot L_{З0}/Р, \quad (2.30)$$

де $V_м$, $S_м$, $L_м$ – норма витрат матеріалу на один виріб, об'єм, площа і довжина, $м^3$, $м^2$, м;

Р – величина корисного виходу при розкрої матеріалу на заготовки.

Чистий вихід, розраховується за формулою [38]:

$$\eta = 100 \cdot V/V_м, \quad (2.31)$$

$$\eta = 100 \cdot S/S_м, \quad (2.32)$$

$$\eta = 100 \cdot L/L_м, \quad (2.33)$$

де η – величина чистого виходу матеріалу при виготовленні даної деталі,%.

Розділ 2 присвячений методиці розрахунків продуктивності верстатів, необхідної кількості обладнання та витрат сировинних матеріалів для виробництва віконниць із масивної деревини. Запропоновані формули дозволяють точно визначити продуктивність верстатів для різних технологічних операцій, таких як розкрій, фрезерування, калібрування, склеювання та шліфування, враховуючи тривалість зміни, коефіцієнти використання часу, швидкість подачі та інші параметри. Методика розрахунку витрат матеріалів базується на специфікації виробу, включаючи визначення об’єму, площі, довжини деталей, припусків на обробку, технологічних відходів та чистого виходу. На першому етапі проводиться детальний аналіз конструкторської документації з метою визначення геометричних параметрів кожної складової частини виробу. Наступним етапом є врахування нормованих технологічних відходів, які виникають у процесі розкрою, фрезерування, свердління та інших операцій. Після цього обчислюється чистий вихід матеріалу, що фактично бере участь у формуванні готової продукції. Такий підхід дозволяє точно визначити обсяг необхідної сировини, уникнути її перевитрат і оптимізувати процес закупівлі матеріалів для виробництва.Ці розрахунки сприяють раціональному використанню ресурсів, зниженню собівартості та підвищенню ефективності виробництва. Впровадження зазначених методик на ФОП Тарасюк Д.В. забезпечить оптимізацію технологічного процесу, точне планування обладнання та матеріалів, що є основою для створення конкурентоспроможної продукції.

РОЗДІЛ 3
РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІКОННИЦЬ НА ФОП ТАРАСЮК Д.В.

3.1. Технологічний процес виготовлення віконниць

Сировина у вигляді пиломатеріалів (дошки) подається в цех зі складу на автонавантажувачі на технологічний процес.

Поперечний розкрій пиломатеріалів (дошки). Пиломатеріали розмірами (1500х85х40, 1600х85х40, 1300х200х40, 1100х320х40) розкроюють на заготовки, наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Складові елементи виробу

Найменування деталі	Кількість деталей на виріб	Довжина основи	Ширина основи
Вертикальні бруски	2	1460	75
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	75
Горизонтальні бруски заповнення	2	390	75
Фільонка мала	1	310	190
Фільонка велика	2	520	310

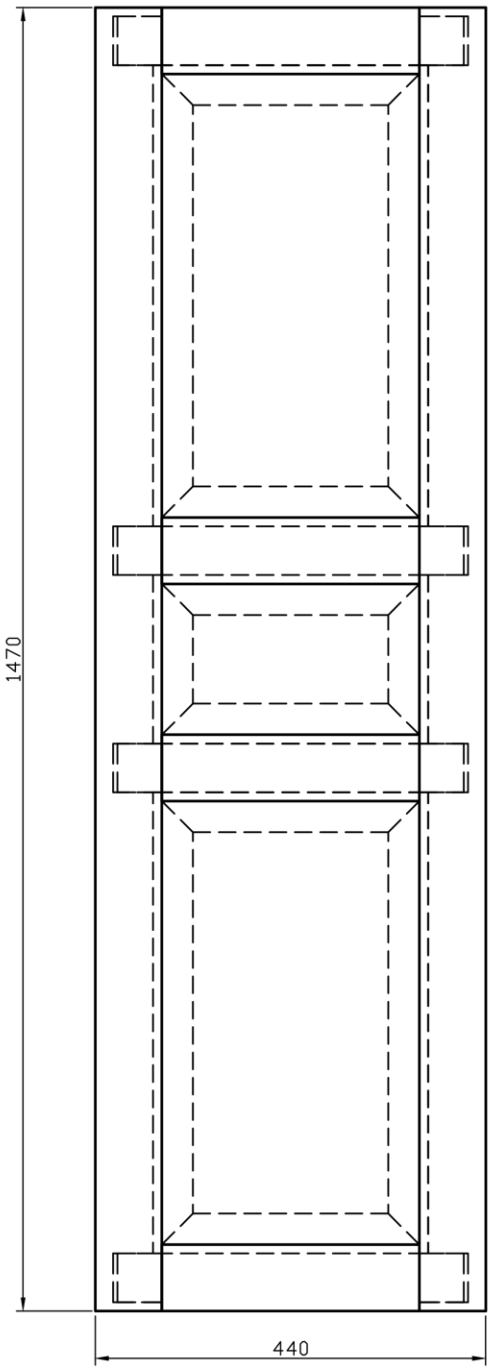
Технологічний процес виготовлення віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В. включає розкрій пиломатеріалів на циркулярному верстаті FDB Maschinen DB1800, який підходить для заданих розмірів, створення базових поверхонь на верстаті FDB MB 303, обробку за перетином на Robland D 630, фрезерування пазів під шипи та тахлі на вертикальних брусках і формування гнізд на поперечках під тахлі на горизонтальних брусках обв’язки та горбильках за допомогою верстата ФС-1, формування провушин для шипів поперечин на вертикальних брусках на Robland KBM, нарізання шипів і кальовок на тахлях на ФС-1, склеювання заготовок на ваймах, калібрування на Houfek Maxx 1300RC, шліфування заготовок на Pasubium. Повний технологічний маршрут наведено в табл. 3.2.

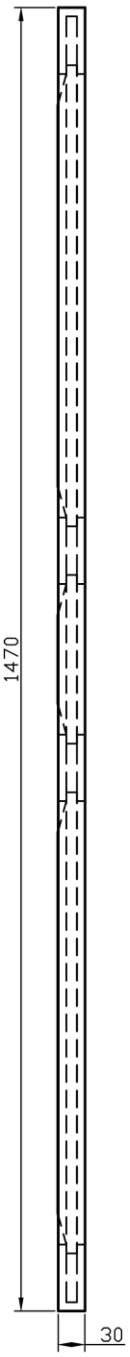
Таблиця 3.2

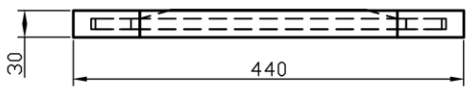
Технологічний маршрут

Поз.	Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, м			Назва операції													
				довжина	ширина	глубина	Поперечний та повздовжній розкрій П/м на заготовки	Створення базових поверхонь	Обробка за перетином	Калібрування	Фрезерування шипів	Фрезерування паза під шипи та тахлі	Формування провушин для шипів поперечин	Нарізання кальовок	Склеювання	Технологічна витримка	Опилювання по периметру	Обгонка по периметру	Контроль якості та лагодження	Шліфування	Пакування
							Назва обладнання													
			n	l	b	h	FDB Maschinen DB1800	FDB MB 303	Robland D 630	Houfek Maxx 1300RC	ФС-1	ФС-1	Robland KBM	ФС-1	Вайма	Робоче місце	FDB Maschinen DB1800	ФС-1	Робоче місце	Pasubium	Робоче місце
Віконниця																**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**
1	Вертикальні бруски	обрізні п/м дуб	2	1460	75	30	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**		**0→**	**0→**		**0→**						
2	Горизонтальні бруски обв'язки	обрізні п/м дуб	4	390	75	30	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**			**0→**						
3	Горизонтальні бруски заповнення (горбильки)	обрізні п/м дуб	2	390	75	30	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**			**0→**						
4	Фільонка мала	обрізні п/м дуб	1	310	190	30	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**				**0→**	**0→**						
5	Фільонка велика	обрізні п/м дуб	4	520	310	30	**0→**	**0→**	**0→**	**0→**				**0→**	**0→**						

Модель 001.001.001







Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Алєксєєва		
Пров.		Лакида		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Модель 001.001.001

Віконниця

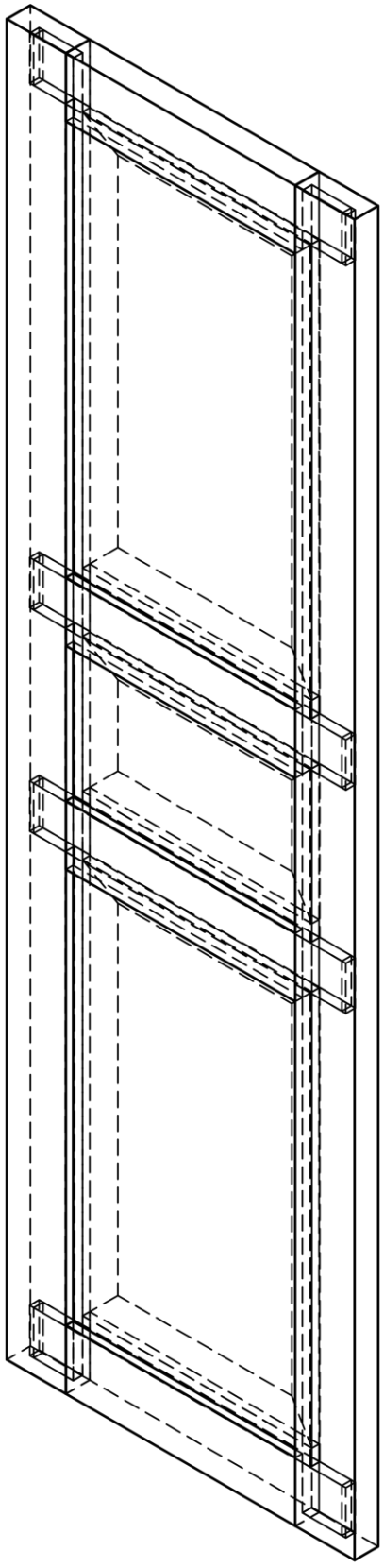
Лит	Масса	Масштаб
		1:6

Лист 1 Листов 1

Копировал

Формат А3

Модель 001.001.001



					Модель 001.001.001	
Изм.	Лист	N° докум.	Подп.	Дата	Віконниця	Лит / Масса / Масштаб: 1:5
Разраб.		Алексєєва				
Пров.		Лакида				Лист 1 / Листов 1
Т. контр.						
Н. контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А3

Перв. прим.

Справ. N°

Подп. и дата

Инв. N° дубл.

Взам. инв. N°

Подп. и дата

Инв. N° подл.

Форм.	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
А4			КП.КВД.06.00.00.00.ТО	Технічний опис		
			КП.КВД.06.00.00.00.ГК	Габаритне креслення		
				СКЛАДАЛЬНІ ОДИНИЦІ		
				Вертикальні бруски		
		1	КП.КВД.01.00.01.00	1470х75х30	2	п/м
				Горизонтальні бруски обв'язки		
		2	КП.КВД.01.00.02.00	390х75х30	2	п/м
				Горизонтальні бруски заповнення (горбилькі)		
		3	КП.КВД.01.00.03.00	390х75х30	2	п/м
				Фільонка мала		
		4	КП.КВД.01.00.04.00	310х190х30	1	п/м
				Фільонка велика		
		5	КП.КВД.01.00.05.00	520 х310х30	2	п/м

					КП.КВД.05.00.00.00
Зм	Лист	№докум.	Підп.	Дата	

3.2. Вибір основного виробничого устаткування. Розрахунок продуктивності

Відповідно до методик розрахунків, описаних у розділі 2, було проведено вибір основного виробничого устаткування та виконано розрахунок його продуктивності та завантаження для виготовлення віконниць із масивної деревини. Результати розрахунків наведено в табл. 3.3 – 3.12. [39]

Найменування обладнання – верстат FDB Maschinen DB1800

Операція – поперечний та повздовжній розкрій п/м на заготовки

Розраховано за формулами (2.1, 2.12, 2.13).

Приклад розрахунку для однієї деталі – Вертикальні бруски

$$\text{Пзм.} = 480 * 0{,}8 * 0{,}8 * (10 - 3) * 1 = 2150{,}4 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм.}}{\text{Пзм.}} = \frac{480}{2150{,}4} = 0{,}22 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{0{,}22 * 2 * 10000}{60} = 74{,}40 \text{ год.}$$

Таблиця 3.3

Продуктивність верстата FDB Maschinen DB1800

Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Поперечний розкрій п.м.										
Вертикальні бруски	2	1500	85	40	2150,40	0,22	0,45	74,40	2150,4	0,22
Горизонтальні бруски обв'язки	2	1600	85	40	8601,60	0,06	0,11	18,60	8601,6	0,06
Горизонтальні бруски заповнення	2	1600	85	40	8601,60	0,06	0,11	18,60	8601,6	0,06
Фільонка мала	1	1300	200	40	8601,60	0,06	0,06	9,30	8601,6	0,06
Фільонка велика	2	1100	320	40	4300,80	0,11	0,22	37,20	4300,8	0,11
Разом							0,95	158,11		

Найменування обладнання – верстат FDB MB 303

Операція – Надання базових поверхонь

Розраховано за формулами (2.2, 2.12, 2.13).

Приклад розрахунку для однієї деталі – Вертикальні бруски

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}9 * 5{,}5 * 1}{2 * 2 * 1{,}470} = 323{,}3\text{шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм.}}{\text{Пзм.}} = \frac{480}{323{,}3} = 1{,}48\text{хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{1{,}48 * 2 * 10000}{60} = 494{,}95\text{год.}$$

Таблиця 3.4

Продуктивність верстата FDB MB 303

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Створення базових поверхонь										
Вертикальні бруски	2	1470	85	40	323,27	1,48	2,97	494,95	323,3	1,48
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	85	40	4873,85	0,10	0,20	32,83	4873,8	0,10
Горизонтальні бруски заповнення	2	390	85	40	4873,85	0,10	0,20	32,83	4873,8	0,10
Фільонка мала	1	310	200	40	6131,61	0,08	0,08	13,05	6131,6	0,08
Фільонка велика	2	520	320	40	1827,69	0,26	0,53	87,54	1827,7	0,26
Разом							3,97	661,20		

Найменування обладнання – верстат Robland D 630

Операція – Обробка за перетином.

Розраховано за формулами (2.3, 2.12, 2.13).

Приклад розрахунку для однієї деталі – Вертикальні бруски

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}9 * 10 * 1}{2 * 2 * 1{,}470} = 587{,}8\text{ шт./зм.}$$

$$Нч.в = \frac{Тзм.}{Пзм.} = \frac{480}{587,8} = 0,81 \text{ хв.}$$

$$Т_{10000} = \frac{Нч.в * 10000}{60} = \frac{0,81 * 2 * 10000}{60} = 272,22 \text{ год.}$$

Таблиця 3.5

Продуктивність верстата Robland D 630

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст× год	Пзм	Нч.в
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Обробка за перетином										
Вертикальні бруски	2	1470	80,6	35,1	587,76	0,82	1,63	272,22	587,76	0,82
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	80,6	35,1	2215,38	0,22	0,43	72,22	2215,38	0,22
Горизонтальні бруски заповнення (горбильки)	2	390	80,6	35,1	2215,38	0,22	0,43	72,22	2215,38	0,22
Фільонка мала	1	310	196,1	35,6	2787,10	0,17	0,17	28,70	2787,10	0,17
Фільонка велика	2	520	316,1	35,6	1661,54	0,29	0,58	96,30	1661,54	0,29
Разом							2,07	344,44		

Найменування обладнання – верстат Houfek Maxx 1300RC

Операція – Калібрування.

Розраховано за формулами (2.4, 2.12, 2.13).

Приклад розрахунку для однієї деталі – Вертикальні бруски

$$Пзм. = \frac{480 * 10 * 0,8 * 0,8 * 1}{1,470 * 2 * 4} = 261 \text{ шт./зм.}$$

$$Нч.в = \frac{Тзм}{Пзм} = \frac{480}{261} = 1,84 \text{ хв.}$$

$$Т_{10000} = \frac{Нч.в * 10000}{60} = \frac{1,84 * 2 * 10000}{60} = 612,50 \text{год.}$$

Таблиця 3.6

Продуктивність верстат Houfek Maxx 1300RC

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання														
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	n	m	Z	Lз	Пзм	Нч.в
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб							
Калібрування-шліфування														
Вертикальні бруски	2	1470	75,6	30,6	261,22	1,84	3,68	612,50	1	2	4	1470	261,22	1,84
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	75,6	30,6	1046,15	0,46	0,92	152,94	1	2	4	390	1046,15	0,46
Горизонтальні бруски заповнення	2	390	75,6	30,6	1046,15	0,46	0,92	152,94	1	2	4	390	1046,15	0,46
Фільонка мала	1	310	190,6	30,6	1316,13	0,36	0,36	60,78	1	2	4	310	1316,13	0,36
Фільонка велика	2	520	310,6	30,6	784,62	0,61	1,22	203,92	1	2	4	520	784,62	0,61
Разом							7,10	1 183,09						

Найменування обладнання – верстат ФС-1

Операція – Фрезерування шипів

Розраховано за формулами (2.5, 2.12, 2.13).

Таблиця 3.7

Продуктивність верстата ФС-1

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Фрезерування шипів										
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	75	30	6877,61	0,07	0,14	23,26	6877,61	0,07
Горизонтальні бруски заповнення (горбильки)	2	390	75	30	6877,61	0,07	0,14	23,26	6877,61	0,07
Разом							0,28	46,53		

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}8 * 6}{0{,}134 * 2} = 6877{,}6 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{6877{,}6} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{0{,}07 * 2 * 10000}{60} = 23{,}26 \text{ год.}$$

Найменування обладнання – верстат ФС-1

Операція – Фрезерування паза під шипи та тахлі

Розраховано за формулами (2.6, 2.12, 2.13).

Приклад розрахунку для однієї деталі – Вертикальні бруски

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}8 * 6}{1{,}450} = 1271{,}2 \text{шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{1271{,}2} = 0{,}38 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{0{,}38 * 2 * 10000}{60} = 125{,}87 \text{ год.}$$

Таблиця 3.8

Продуктивність верстата ФС-1

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Фрезерування паза під шипи та тахлі										
Вертикальні бруски	2	1470	75	30	1271,17	0,38	0,76	125,87	1271,17	0,38
Горизонтальні бруски обв'язки	2	390	75	30	4726,15	0,10	0,20	33,85	4726,15	0,10
Горизонтальні бруски заповнення (горбильки)	2	390	75	30	2363,08	0,20	0,41	67,71	2363,08	0,20
Разом							1,36	227,43		

Найменування обладнання – верстат Robland KBM

Операція – Формування провушин для шипів поперечин

Розраховано за формулами (2.7, 2.12, 2.13).

$$Пзм. = \frac{480 * 60 * 0{,}8 * 0{,}8}{30 * 4} = 153{,}6 \text{ шт./зм.}$$

$$Нч.в = \frac{Тзм}{Пзм} = \frac{480}{153{,}6} = 3{,}12 \text{ хв.}$$

$$Т_{10000} = \frac{Нч.в * 10000}{60} = \frac{3{,}12 * 2 * 10000}{60} = 1041{,}67 \text{год.}$$

Таблиця 3.9

Продуктивність верстата Robland KBM

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Формування провушин для шипів поперечин										
Вертикальні бруски	2	1470	75	30	153,6	3,13	6,25	1041,67	153,6	3,13
Разом							6,25	1041,67		

Найменування обладнання – верстат ФС-1

Операція – Нарізання кальовок

Розраховано за формулами (2.8, 2.12, 2.13).

$$Пзм. = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}8 * 6}{1} = 1843{,}2 \text{шт./зм.}$$

$$Нч.в = \frac{Тзм}{Пзм} = \frac{480}{1843{,}2} = 0{,}26 \text{ хв.}$$

$$Т_{10000} = \frac{Нч.в * 10000}{60} = \frac{0{,}26 * 10000}{60} = 43{,}40 \text{ год.}$$

Таблиця 3.10

Продуктивність верстата ФС-1

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Нарізання кальовок										
Фільонка мала	1	310	190	30	1843,2	0,26	0,26	43,4	1843,2	0,26
Фільонка велика	2	520	310	30	1110,36	0,43	0,86	144,1	1110,36	0,43
Разом							1,13	187,5		

Найменування обладнання – вайми

Операція – Склеювання.

Розраховано за формулами (2.9, 2.12, 2.13).

$$\text{Пзм.} = \left(\frac{480 * 0{,}8 * 0{,}8}{720 + 5}\right) * 3 = 1{,}27 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{1{,}27} = 378 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{378 * 10000}{60} = 63000 \text{ год.}$$

Найменування обладнання – FDB Maschinen DB1800

Операція – Опилювання по периметру

Розраховано за формулами (2.10, 2.12, 2.13).

$$\text{Пзм} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}9 * 10}{(1{,}480 + 0{,}450) * 2} = 895{,}3 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{895{,}3} = 0{,}54 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{0{,}54 * 10000}{60} = 89{,}35 \text{ год.}$$

Таблиця 3.11

Продуктивність верстата FDB Maschinen DB1800

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Опилювання по периметру										
Віконниця	1	1480	450	30	895,34	0,54	0,54	89,35	895,3	0,54

Найменування обладнання – ФС-1

Операція – Обгонка по периметру

Розраховано за формулами (2.10, 2.12, 2.13).

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 0{,}8 * 0{,}9 * 10}{(1{,}470 + 0{,}440) * 2} = 904{,}7 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{904,7} = 0,53 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{10000} = \frac{\text{Нч. в} * 10000}{60} = \frac{0,53 * 10000}{60} = 88,43 \text{ год.}$$

Таблиця 3.12

Продуктивність верстата ФС-1

Зведена таблиця розрахунку продуктивності обладнання										
Найменування складальної одиниці	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 10000 виробів, верст×год	Пзм	Нч.в.
		Д	Ш	Т		Етап	Виріб			
Обгонка по периметру										
Віконниця	1	1470	440	30	904,71	0,53	0,53	88,43	904,7	0,53

Найменування обладнання – верстат Pasubium

Операція – Шліфування

Розраховано за формулами (2.11, 2.12, 2.13).

$$\text{Пзм.} = \frac{480 * 6 * 0,8 * 0,8 * 1}{1,470 * 2 * 2} = 313,5 \text{ шт./зм.}$$

$$\text{Нч. в} = \frac{\text{Тзм}}{\text{Пзм}} = \frac{480}{313,5} = 1,53 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{1000} = \frac{\text{Нч.в} * 10000}{60} = \frac{1,53 * 10000}{60} = 255 \text{ год.}$$

У табл. 3.13 представлено результати аналізу завантаження устаткування, використаного для виробництва віконниць.

Згідно з даними, основні технологічні операції виконуються з використанням верстатів, що мають різний рівень завантаження впродовж змінного циклу. Це дозволяє оцінити ефективність використання обладнання та виявити можливі резерви для підвищення продуктивності. Аналіз також допомагає оптимізувати виробничий процес, розподілити робочі ресурси та

забезпечити більш рівномірне навантаження на устаткування, що сприяє зменшенню простоїв і підвищенню загальної ефективності виробництва.

Таблиця 3.13

Аналіз завантаження устаткування

Найменування обладнання.	Час на 10000 виробів, год.	% технологічних втрат	Час на 10000 виробів, з урахуванням % технологічних втрат.	Час на річну програму 10000 виробів, год.	змінність	Річний фонд часу обладнання, год.	Розрахункова кількість обладнання	Прийнята кількість обладнання, шт.	Завантаження обладнання, %. На прийняту кількість
FDB Maschinen DB1800	247,46	6	262,31	262,31	1	2 038	0,13	1	12,87
FDB MB 303	661,2	6	700,87	700,87	1	2 038	0,34	1	34,38
Robland D 630	344,44	6	365,11	365,11	1	2 038	0,18	1	17,91
Houfek Maxx 1300RC	1183,09	6	1254,07	1254,07	1	2 038	0,62	1	61,52
ФС-1	549,88	6	582,88	582,88	1	2 038	0,29	1	28,59
Robland KBM	1041,67	6	1104,17	1104,17	1	2 038	0,54	1	54,17
Вайма	63000	6	66780	66780	3	6 115	10,92	11	99,28
Pasubium	255	6	270,3	270,3	1	2 038	0,13	1	13,26
Середнє завантаження обладнання									89,59

Середній відсоток завантаження = 89,59 %

У табл. 3.14 наведено результати обчислення матеріальних витрат на одні віконниці, розраховані з використанням формул 2.16–2.33 п. 2.2.

Розрахунки охоплюють витрати на основні матеріали, допоміжні компоненти, а також ураховують втрати в процесі обробки. Отримані дані дозволяють оцінити собівартість виготовлення одного виробу та є основою для подальшого аналізу економічної ефективності виробництва. Крім того, результати можуть використовуватись для планування закупівель, оптимізації витрат і визначення рентабельності продукції.

Таблиця 3.14

Розрахунок норм витрат пиломатеріалів на 1 виріб

Поз.	Найменування деталі	Позначення деталі за специфікацією	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, мм			Об'єм ($V_д$, м^3) або площа ($F_д$,м^2) одноїм. деталей		Припуски, мм						Розміри заготовок, мм				Об'єм або площа одноїменних заготовок		% техн. відходів заготовок	Об'єм або ... з урах.техн. відходів		Сорт матеріалу	Корисний вихід при розкрої	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,		Чистий вихід
					довжина	ширина	товщина			за довжиною		за шириною		за товщиною $h_д$		довжина, $l_з$	ширина, $b_з$	товщина, $h_з$ розр.	товщина, $h_з$ станд.										
				n	l	b	h	V (S, L)		Δl		Δb		Δh		$l_з$	$b_з$	$h_з^1$	$h_з$	$V_З(S_З, L_З)$		Б	$V_{ЗО}$ ($S_{ЗО}$, $L_{ЗО}$)			Р	$V_М$ ($S_М$, $L_М$)		η
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13	14	15	16	17		18	19		20	21	22		23
1	Вертикальні бруски	01.00.01	п/м дуб	2	1470	75	30	0,00662	м^3	20	т	5,0	ф$_З$	4,5	ф$_З$	1490	80,6	35,1	40	0,00510	м^3	4	0,00531	м^3	1	65	0,00817	м^3	80,94
												0,6	ш	0,6	ш	1500	85												
2	Горизонтальні бруски обв'язки	02.00.01	п/м дуб	2	390	75	30	0,00176	м^3	15	т	5,0	ф$_З$	4,5	ф$_З$	1587	80,6	35,1	40	0,00136	м^3	4	0,00142	м^3	1	65	0,00218	м^3	80,52
										4	$Z_Д$	0,6	ш	0,6	ш	1600	85												
										12	пр																		
3	Горизонтальні бруски заповнення (горбильки)	02.00.01	п/м дуб	2	390	75	30	0,00176	м^3	15	т	5,0	ф$_З$	4,5	ф$_З$	1587	80,6	35,1	40	0,00136	м^3	4	0,00142	м^3	1	65	0,00218	м^3	80,52
										4	$Z_Д$	0,6	ш	0,6	ш	1600	85												
										12	пр																		
4	Фільонка мала	03.00.01	п/м дуб	1	310	190	30	0,00177	м^3	20	т	5,5	ф$_З$	5	ф$_З$	1272	196,1	35,6	40	0,00260	м^3	4	0,00271	м^3	1	65	0,00417	м^3	42,41
										4	$Z_Д$	0,6	ш	0,6	ш	1300	200												
										12	пр																		
5	Фільонка велика	04.00.01	п/м дуб	2	520	310	30	0,00967	м^3	20	т	5,5	ф$_З$	5	ф$_З$	1064	316,1	35,6	40	0,00704	м^3	4	0,00733	м^3	1	65	0,01128	м^3	85,73
										2	$Z_Д$	0,6	ш	0,6	ш	1100	320												
										4	пр																		

Ключовою умовою для безпечної роботи на виробництві є суворе дотримання встановлених норм охорони праці. До експлуатації деревообробних верстатів можуть бути допущені виключно кваліфіковані працівники, які пройшли відповідне навчання та інструктаж. Перед початком кожної зміни оператор зобов'язаний перевірити технічний стан обладнання, зокрема наявність і надійність кріплення захисних кожухів, заземлення та справність пускових пристроїв. Невід'ємною частиною безпеки є обов'язкове використання засобів індивідуального захисту: захисних окулярів, навушників, респіраторів для захисту від пилу та відповідного спецодягу без звисаючих елементів.

Безпечне робоче середовище також вимагає підтримання чистоти та порядку на робочому місці, яке має бути добре освітленим і вільним від будь-яких перешкод. Особливу увагу слід приділяти справній роботі системи аспірації, оскільки вона не лише захищає здоров'я працівників від деревного пилу, але й мінімізує ризик виникнення пожежі. Під час роботи категорично забороняється знімати захисні огородження, а для обробки малих деталей необхідно застосовувати спеціальні штовхачі. Дотримання цих правил, а також наявність і справність засобів пожежогасіння, є запорукою надійного та безаварійного виробничого процесу.

Охорона праці в деревообробній промисловості регламентується нормативним документом «НПАОП 20.0-1.02-05 «Правила охорони праці в деревообробній промисловості»» [40], який встановлює обов’язкові вимоги до організації безпечних умов праці на підприємствах, що займаються механічною та хімічною обробкою деревини. Ці правила поширюються на всі етапи виробництва – від підготовки сировини до виготовлення готової продукції – і стосуються як працівників основного виробництва, так і обслуговчого персоналу.

Особлива увага в документі приділена безпечній експлуатації деревообробного устаткування. Зокрема, передбачається, що всі механізми повинні бути обладнані справними захисними пристроями, системами

аварійного вимкнення, заземленням, а також мати відповідну технічну документацію.

У правилах також описано вимоги до організації робочих місць: забезпечення достатнього освітлення, вентиляції, дотримання ергономічних норм. Зазначається, що в приміщеннях деревообробки повинна проводитися регулярна очистка від пилу та стружки, що є вибухонебезпечними. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) – окулярами, рукавицями, респіраторами, спецодягом тощо.

Крім того, правила регламентують порядок проведення інструктажів з охорони праці, атестації робочих місць, періодичних медичних оглядів і контролю технічного стану обладнання. Виконання вимог НПАОП 20.0-1.02-05 [40] спрямоване на зниження виробничого травматизму, створення безпечного середовища та збереження здоров’я працівників деревообробних підприємств.

Розділ 3 присвячений розробці технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В. та розрахунку продуктивності обладнання. Описано послідовність операцій, включаючи поперечний і поздовжній розкрій пиломатеріалів, створення базових поверхонь, фрезерування шипів і пазів, нарізання кальовок, склеювання та шліфування. Для кожної операції обрано відповідне обладнання, таке як верстати FDB Maschinen DB1800, FDB MB 303, Robland D 630, Houfek Maxx 1300RC, ФС-1, Robland KBM та Pasubium, що відповідають вимогам виробництва. Окрему увагу приділено вимогам безпеки праці, що передбачають допуск до роботи лише кваліфікованого персоналу, обов'язкове використання засобів індивідуального захисту та суворе дотримання правил експлуатації обладнання. Розрахунки продуктивності, проведені за методиками розділу 2, показали середній відсоток завантаження обладнання на рівні 89,59 %, що свідчить про ефективне використання ресурсів. Отримані дані дозволяють оптимізувати технологічний процес, забезпечуючи високу якість віконниць, зниження витрат і можливість масштабування виробництва для задоволення ринкового попиту.

РОЗДІЛ 4
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

4.1. Стратегічні напрямки виробництва та асортимент

Для ФОП Тарасюк Д.В. рекомендується сфокусувати виробничу діяльність на двох ключових ринкових нішах.

1. Реставрація історичних об'єктів. Існує значний попит на автентичні вироби для відновлення історичних будівель, особливо у великих містах України, як-от Київ (рис. 4.1). Виробництво дерев’яних віконниць, що відповідають історичним стандартам, дозволить підприємству зайняти цю нішу. Це стосується як реставрації старовинних міських будинків, так і об'єктів у музеях просто неба, таких як Пирогів.

2. Індивідуальні архітектурні проєкти. Зростає попит на індивідуальні дизайнерські рішення у сучасному будівництві (рис. 4.2).

Рис. 4.1. Різьблені дерев’яні віконниці ресторану «Під липою» на Андріївському узвозі, Київ.

Рис. 4.2. Різновиди віконниць на будинках

Підприємство може задовольняти потреби власників заміських будинків та котеджів, пропонуючи віконниці в різних стилях (кантрі, прованс чи класика). Гнучкість технологічного процесу дозволить виконувати індивідуальні замовлення з високим рівнем персоналізації.

4.2. Технологічне забезпечення та якість продукції

Для забезпечення високої якості та конкурентоспроможності продукції необхідно:

а) впровадити сучасні технології обробки деревини; рекомендується застосовувати технології, що забезпечують довговічність виробів; це включає антисептичне просочення та нанесення захисних покриттів для стійкості до вологи та ультрафіолетового випромінювання;

б) забезпечити відповідність стандартам; використання сучасних технологій обробки дозволить продукції відповідати європейським стандартам якості та екологічності, що є ключовим фактором для виходу на міжнародні ринки;

в) використовувати національні елементи оздоблення; застосування традиційних українських мотивів, таких як різьблення та розпис, підвищить естетичну та культурну цінність виробів; це можуть бути геометричні візерунки, рослинні орнаменти або символи, що відображають регіональні особливості.

4.3. Розвиток ринків та експортний потенціал

Організація виробництва відкриває значні перспективи для комерційного розвитку: експорт до країн Європи, цінова конкурентоспроможність.

Існує стабільно високий попит на якісні дерев'яні вироби у країнах Західної Європи, таких як Франція, Італія та Німеччина. Ці ринки цінують автентичні дерев’яні віконниці як для реставрації, так і для сучасних екологічних проєктів.

Виробництво в Україні може бути значно дешевшим завдяки нижчій вартості місцевої сировини (дуб, сосна чи ясен) та робочої сили. Це дозволяє ФОП Тарасюк Д.В. пропонувати конкурентоспроможні ціни на європейському ринку, зберігаючи високу якість. Експорт може стати важливим джерелом доходу та сприяти економічному зростанню підприємства.

Розділ 4 присвячений розробці комплексу рекомендацій щодо впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В.. Запропоновано сфокусувати виробничу діяльність на задоволенні потреб у реставрації історичних будівель та виконанні індивідуальних замовлень, що відповідають унікальним архітектурним стилям. Ключовою технічною рекомендацією є використання сучасних технологій обробки деревини, зокрема антисептичного просочення та захисних покриттів, для забезпечення відповідності продукції європейським стандартам якості та довговічності. Окрему увагу приділено стратегії виходу на ринки країн Європи, де існує високий попит на автентичні та екологічні вироби з дерева. Реалізація цих рекомендацій дозволить підприємству не лише організувати ефективне виробництво, але й забезпечити конкурентоспроможність продукції, сприяючи економічному зростанню та розширенню експортних можливостей.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження в рамках бакалаврської кваліфікаційної роботищодо впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В. сформульовано такі технічні висновки:

Аналіз діяльності підприємства. ФОП Тарасюк Д.В. наразі не має власного виробництва, покладаючись на зовнішніх підрядників. Аналіз виробничих можливостей показав, що впровадження власного цеху дозволить скоротити час виконання замовлень і підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Технологічний процес. Розроблено детальний технологічний процес виготовлення віконниць, який включає операції поперечного та поздовжнього розкрою, створення базових поверхонь, фрезерування, склеювання та шліфування. Для реалізації процесу обрано конкретне обладнання (FDB Maschinen DB1800, FDB MB 303, Robland D 630, Houfek Maxx 1300RC, ФС-1, Вайми, Robland KBM, Pasubium), яке відповідає технічним вимогам виробництва.

Продуктивність обладнання. Розрахунки продуктивності, виконані за методиками, викладеними в розділі 2, показали середній рівень завантаження обладнання на рівні 89,59 %. Це свідчить про високу ефективність використання обладнання та підтверджує можливість масштабування виробництва.

Витрати матеріалів. Проведено розрахунки норм витрат пиломатеріалів на один виріб, враховуючи технологічні відходи та припуски на обробку. Зокрема, для виготовлення однієї віконниці, що має чистий об’єм деревини 0,0216 м³, норма витрат пиломатеріалів становить 0,0280 м³. Оптимізація витрат сировини дозволяє знизити собівартість виробництва, що підвищує економічну доцільність проєкту.

Економічна ефективність. Впровадження виробництва є економічно обґрунтованим завдяки доступності сировини та нижчій вартості робочої сили в

Україні порівняно з європейськими країнами. Це забезпечує конкурентоспроможність продукції на внутрішньому та міжнародному ринках.

Відповідність стандартам. Рекомендовано використання сучасних технологій обробки деревини, таких як антисептичне просочення та захисні покриття, для забезпечення відповідності віконниць вимогам довговічності та європейським стандартам якості.

Результати роботи підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу виготовлення віконниць із масивної деревини на ФОП Тарасюк Д.В. Це дозволить підприємству зайняти нішу на ринку реставраційних і дизайнерських рішень, підвищити якість продукції та розширити експортні можливості, сприяючи економічному зростанню та конкурентоспроможності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Історія віконниць та жалюзі. *EUX* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43yIjPj (дата звернення: 01.03.2025).

2. Віконниці. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43nXbzJ (дата звернення: 01.03.2025).

3. Віконниці для дачі: як вибрати та встановити своїми руками. *Alen* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43BPQLJ (дата звернення: 01.03.2025).

4. Віконниці: історія, застосування, факти, 30 приголомшливих фото. *Remontnik* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4dElCfM (дата звернення: 01.03.2025).

5. Віконниці на пластикових вікнах. *Лінія вікон* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jsVHsQ (дата звернення: 01.03.2025).

6. Словникова стаття: Ляда. *Inmo* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43KxOXP (дата звернення: 05.03.2025).

7. Віконниці. *Ламелі* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4mVvCpk (дата звернення: 05.03.2025).

8. RUSTICO – Фурнітура для віконниць. *MACO* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3Zbd5Lq (дата звернення: 05.03.2025).

9. Віконниці на вікна: дерев’яні декоративні шатерси, конструкція розсувних стулок у приміщенні, функції, розміри. *Vseznayko* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43HGkXJ (дата звернення: 05.03.2025).

10. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/45HiFce (дата звернення: 16.03.2025).

11. Фотографія віконниць. *Pinterest* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4mFYyl1 (дата звернення: 16.03.2025).

12. Фотографія віконниць. *Ламелі* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jtotta (дата звернення: 16.03.2025).

13. Фотографія віконниць. *Pinterest* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kJZRxh (дата звернення: 16.03.2025).

14. Віконниці на вікна. *Budidea* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3Z9PFpN (дата звернення: 18.03.2025).

15. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jqSb1V (дата звернення: 03.04.2025).

16. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3ZcLQjA (дата звернення: 03.04.2025).

17. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3T4kt7G (дата звернення: 03.04.2025).

18. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/45xHxDm (дата звернення: 03.04.2025).

19. Фотографія віконниць. *Chateau Chamerolles* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3Z8ZDHT (дата звернення: 03.04.2025).

20. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kovEnX (дата звернення: 03.04.2025).

21. Фотографія віконниць. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3T0Exb0 (дата звернення: 12.04.2025).

22. Етимологія терміну "shutter dog". *Lynn Cove* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3Hh6QPV (дата звернення: 12.04.2025).

23. Вибір ідеальних shutter dogs. *House of Antique Hardware* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jtpWja (дата звернення: 12.04.2025).

24. Фурнітура для зовнішніх віконниць: shutter dogs. *Shutterland* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kHyGDl (дата звернення: 23.04.2025).

25. Короткий огляд фурнітури для віконниць. *Period Homes* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3T7o7O4 (дата звернення: 23.04.2025).

26. Фотографія фурнітури для віконниць. *JWright* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jsXq1i (дата звернення: 23.04.2025).

27. Фурнітура для зовнішніх віконниць: петлі. *Shutterland* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jrgr4h (дата звернення: 23.04.2025).

28. Фотографія фурнітури для віконниць. *Louis Consulting* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3FBXOfU (дата звернення: 27.04.2025).

29. Фотографія віконниць. *Pinterest* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/45Ad4o9 (дата звернення: 27.04.2025).

30. Фотографія фурнітури в стилі Suffolk. *Columns and Balustrades* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4mFZtBZ (дата звернення: 27.04.2025).

31. Фотографія вертикальних або середніх петель. *House of Antique Hardware* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jr0aft (дата звернення: 03.05.2025).

32. Історія бермудських віконниць. *Naples Shutter* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4jsXfmE (дата звернення: 03.05.2025).

33. Фотографія бермудських віконниць. *Decorative Shutters* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kNXFFi (дата звернення: 03.05.2025).

34. Фотографія фурнітури для бермудських віконниць. *Martell Hardware* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/43o7unv (дата звернення: 05.05.2025).

35. Набір фурнітури для бермудських віконниць. *Lynn Cove* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kFRa7b (дата звернення: 16.05.2025).

36. Фотографія фурнітури для віконниць. *Wikipedia* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/4kI7eVY (дата звернення: 16.05.2025).

37. Виготовлення бермудських віконниць на замовлення. *Master Aluminum* : веб-сайт. URL: https://bit.ly/3SsBdFB (дата звернення: 23.05.2025).

38. Горбачова О.Ю., Спірочкін А.К. Технологія виробів з деревини: метод. вказівки. Київ: Редакційно-видавничий відділі НУБІП України, 2018.

39. Марченко Н.В., Мазурчук С.М. Проектування деревообрробних підприємств: метод. вказівки. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБІП України, 2015.

40. НПАОП 20.0-1.02-05. Правила охорони праці в деревообробній промисловості. – [Чинний від 01.09.2005]. – К. : Держгірпромнагляд, 2005. – 62 с.