

**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
«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Аналіз технологічних процесів виробництва пиломатеріалів і шляхи
підвищення їх якості»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Гарант освітньої програми

_____ к.т.н., доц. _____ Олександра ГОРБАЧОВА
(підпис)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н., доц. _____ Сергій МАЗУРЧУК
(підпис)

Виконав

_____ Савелій САВЕЛЬСВ
(підпис)

Київ – 2026

**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 СПИРОЧКІН
(підпис)
« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Савельєву Савелію Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи **«Аналіз технологічних процесів виробництва пиломатеріалів і шляхи підвищення їх якості»** затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» листопада 2025 р. № 2790 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _____
(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. Проаналізувати стан і тенденції розвитку деревообробного та лісопильного виробництва в Україні.
2. Виконати технологічний аналіз процесу виготовлення пиломатеріалів у столярному цеху.
3. Дослідити фактори, що впливають на якість продукції.
4. Обґрунтувати напрями підвищення якості та ефективності виробництва.
5. Розглянути питання охорони праці та екологічної безпеки.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Сергій МАЗУРЧУК
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Савелій САВЕЛЬЄВ
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ТА ВИМОГИ ДО ЇХ ЯКОСТІ.....	7
1.1 Загальна характеристика пиломатеріалів та їх роль у деревообробному виробництві.....	7
1.2 Класифікація та вимоги до якості пиломатеріалів.....	8
1.3 Технологічні особливості підготовки пиломатеріалів та напрями підвищення їх якості.....	9
РОЗДІЛ II ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ СТОЛЯРНОГО ЦЕХУ НУБіП УКРАЇНИ.....	12
2.1 Загальна характеристика столярного цеху НУБіП України.....	12
2.2 Структура виробництва та технологічний маршрут обробки пиломатеріалів.....	16
2.3 Характеристика основного технологічного обладнання столярного цеху.....	20
РОЗДІЛ III МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ СТОЛЯРНОГО ЦЕХУ НУБіП УКРАЇНИ.....	32
3.1 Загальна характеристика технологічного процесу обробки пиломатеріалів.....	32
3.2 Основне обладнання технологічного процесу.....	33
3.3 Методика розрахунку продуктивності основного обладнання.....	34
РОЗДІЛ IV РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	42
4.1 Розрахунок продуктивності основного технологічного обладнання.....	42
4.2 Порівняльний аналіз продуктивності обладнання.....	44
4.3 Недоліки та пропозиції щодо підвищення продуктивності виробництва у столярному цеху.....	45
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

ВСТУП

Аналіз технологічних процесів виробництва пиломатеріалів є ключовим напрямом удосконалення деревообробного виробництва, оскільки від правильності організації технологічного процесу, якості сировини, точності роботи обладнання та контролю на окремих операціях залежить якість готової продукції.

У сучасних умовах столярні цехи повинні забезпечувати не лише відповідність продукції вимогам стандартів, а й раціональне використання деревини, зменшення відходів, підвищення продуктивності обладнання та стабільності обробки матеріалів. Особливе значення це має для столярного цеху НУБіП України, який виконує навчально-виробничі та практичні функції для підготовки фахівців спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології». Цех працює з необрізними та необробленими дошками, отриманими з пилорами, тому основна увага приділяється технологічним процесам переробки пиломатеріалів у заготовки необхідної якості.

Актуальність теми зумовлена тим, що якість готових пиломатеріалів залежить від стану вхідної дошки, точності розкрою, правильності видалення дефектів, дотримання режимів стругання, торцювання, шліфування та інших операцій. Навіть незначні відхилення геометричних параметрів або нерівномірна шорсткість поверхні призводять до зниження якості продукції, збільшення браку та перевитрати матеріалу.

Метою роботи є аналіз технологічних процесів обробки пиломатеріалів у столярному цеху НУБіП України та розробка практичних рекомендацій щодо підвищення якості заготовок. Для цього було поставлено такі завдання:

- аналіз сучасного стану виробництва та вимог до якості пиломатеріалів;
- характеристика технологічного процесу обробки необрізних і необроблених дощок;
- опис структури цеху та обладнання;

- розрахунок продуктивності верстатів;
- визначення проблемних місць та розробка пропозицій щодо підвищення ефективності виробництва.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки пиломатеріалів у столярному цеху НУБіП України.

Предмет дослідження – параметри та чинники, що впливають на якість обробки дощок та продуктивність обладнання.

Під час виконання кваліфікаційної роботи використані методи: аналіз, узагальнення, порівняння, спостереження та розрахунковий метод. Практична значущість роботи полягає у можливості застосування запропонованих рекомендацій для стабілізації якості заготовок, зменшення дефектної продукції, раціоналізації використання сировини та підвищення ефективності обладнання.

У першому розділі розглянуто загальні питання виробництва пиломатеріалів, їх класифікацію та чинники, що впливають на якість продукції. Підкреслено, що формування якісних показників відбувається на всіх етапах технологічного процесів – від приймання сировини до остаточної обробки, а ключовими параметрами є вологість деревини, геометрична точність та наявність дефектів.

Другий розділ присвячено характеристиці столярного цеху НУБіП, його структури та обладнання. Встановлено, що технологічний процес реалізується на базі верстатів старшого типу, зокрема ЦДК-4, ЦПА-40, СФ-4, СР-6 та ШЛПС. Основні дільниці охоплюють приймання сировини, розкрій, стругання, шліфування та складання виробів, при цьому річний (умовний змінний) випуск визначається пропускною здатністю лімітуючих операцій обробки площин.

У третьому розділі розглянуто методику розрахунку продуктивності основного обладнання столярного цеху НУБіП України. Описано технологічний процес обробки пиломатеріалів – від складу сировини та розкрою до стругання, рейсмусування, шліфування і складання виробів з урахуванням впливу кожної операції на якість продукції. Наведено характеристику основного обладнання (Ц-6, ЦПА-40, СФ-4, СР-6, ШЛПС) та розроблено методику визначення змінної і

річної продуктивності верстатів із урахуванням тривалості зміни (480 хв), коефіцієнтів використання часу (0,85 та 0,60–0,80), швидкості подачі, довжини обробки та кількості проходів. Сформовано розрахункову базу для оцінки ефективності роботи обладнання та виявлення «вузьких місць» технологічного процесу, що дозволяє обґрунтувати заходи щодо підвищення продуктивності та якості обробки пиломатеріалів.

Четвертий розділ містить пропозиції щодо підвищення якості пиломатеріалів, оптимізації технологічної послідовності, удосконалення контролю вологості та геометричних параметрів дощок, зменшення впливу дефектів та підвищення ефективності роботи обладнання. Зокрема, встановлено, що продуктивність операцій становить: для ЦДК-4 – 1632 шт./зм., ЦПА-40 – 1748 шт./зм., СФ-4 – 979 шт./зм., СР-6 – 857 шт./зм., а для ШЛПС – 925 м²/зм. Показано, що найбільш обмежувальною операцією є рейсмусування (≈ 857 шт./зм.), а також близькою за навантаженням є фугування (≈ 979 шт/зм), що формує «вузьке місце» технологічного маршруту.

Окрім цього, обґрунтовано, що реалізація комплексу заходів (організаційних, технічних і частково автоматизованих) дозволяє підвищити продуктивність цеху орієнтовно на 10–20 %, зменшити втрати часу на внутрішньоцехове транспортування до 15–25 % та скоротити частку браку на 5–10 % за рахунок стабілізації технологічного процесу та підвищення точності обробки.

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 54 сторінках, містить 10 таблиць, 9 рисунків та 30 використаних джерел.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ТА ВИМОГИ ДО ЇХ ЯКОСТІ

1.1 Загальна характеристика пиломатеріалів та їх роль у деревообробному виробництві

Деревообробна промисловість є важливою складовою виробничого комплексу, оскільки забезпечує сировиною та напівфабрикатами будівельну, меблеву, столярну, тарну та інші галузі. Одним із основних видів продукції лісопильно-деревообробного виробництва є пиломатеріали. Вони отримуються в результаті поздовжнього розпилювання деревини та подальшої обробки заготовок відповідно до встановлених вимог щодо розмірів, форми, якості поверхні та призначення.

Пиломатеріали використовуються як самостійна продукція або як вихідна сировина для виготовлення деталей, заготовок, конструкційних елементів, меблевих і столярно-будівельних виробів. Їх значення визначається доступністю деревинної сировини, відносно невеликою масою, достатньою міцністю, технологічністю обробки, екологічністю та широкими можливостями використання.

У сучасних умовах якість пиломатеріалів має особливе значення, оскільки від неї залежить ефективність виконання наступних технологічних операцій. Наявність дефектів, нестабільність розмірів, порушення геометрії або недостатня якість поверхні ускладнюють процеси розкрою, стругання, фрезерування, шліфування, склеювання та опорядження. У результаті зростають втрати сировини, збільшуються витрати часу на підготовку матеріалу, знижується вихід придатних деталей і погіршується якість готової продукції.

Для столярного цеху НУБіП України питання якості пиломатеріалів має важливе практичне значення, оскільки виробничий процес пов'язаний переважно з подальшою механічною обробкою пиломатеріалів, що надходять від лісопильних підприємств. Тому основна увага приділяється не процесу

первинного розпилювання деревини, а підготовці пиломатеріалів до подальшого використання: сортуванню, дефектуванню, обрізуванню крайок, розкрою на заготовки, калібруванню, струганню, шліфуванню та контролю якості [1, 2].

1.2 Класифікація та вимоги до якості пиломатеріалів

Ринок пиломатеріалів безпосередньо залежить від стану лісового господарства, будівельної галузі, меблевого виробництва та загальної економічної ситуації. Пиломатеріали залишаються одним із найбільш поширених видів деревинної продукції, оскільки використовуються як у промисловому виробництві, так і в індивідуальному будівництві, ремонтних роботах, виготовленні меблів, тари, декоративних елементів та столярних виробів.

Для меблевого і столярного виробництва особливе значення мають стабільність розмірів, якість деревини, відсутність критичних дефектів, придатність до механічної обробки та можливість отримання деталей необхідної форми і розміру. На відміну від будівельної сфери, де в окремих випадках допускається використання матеріалів із нижчими вимогами до зовнішнього вигляду, для столярних виробів важливими є якість поверхні, текстура, однорідність кольору та точність геометричних параметрів [2–5].

Для ефективної організації технологічного процесу необхідно правильно класифікувати сировину, яка надходить у виробництво. У межах даної роботи розглядаються пиломатеріали та дошки, що надходять до столярного цеху для подальшої механічної обробки. За породою деревини пиломатеріали поділяють на хвойні та листяні. До хвойних належать сосна, ялина, модрина та інші породи, які характеризуються відносно невеликою густиною та добрими технологічними властивостями. До листяних порід належать дуб, бук, ясен, береза, вільха та інші, які відзначаються вищою твердістю, декоративністю та широко використовуються у меблевому виробництві [5, 6].

За ступенем обробки крайок пиломатеріали поділяють на обрізні та необрізні. Обрізні пиломатеріали мають правильнішу геометричну форму та

потребують меншої кількості підготовчих операцій. Необрізні пиломатеріали містять обзол і перед використанням потребують додаткового обрізування та сортування. За призначенням пиломатеріали поділяють на будівельні, меблеві, столярні, тарні та спеціального призначення. За формою поперечного перерізу розрізняють дошки, бруски, бруси, рейки та заготовки. За якістю пиломатеріали класифікують залежно від наявності та характеру дефектів, а за розмірами – за товщиною, шириною та довжиною. Якість пиломатеріалів визначається сукупністю властивостей, які характеризують їх придатність до подальшого використання. Для столярного та меблевого виробництва важливими є точність геометричних параметрів, стабільність форми, відсутність критичних дефектів, якість поверхні та можливість подальшого опорядження [5, 6].

Однією з основних вимог є правильна геометрична форма матеріалу. Значна кривизна, жолоблення, скручування або поздовжнє викривлення ускладнюють розкрій і знижують вихід придатних деталей. Важливою вимогою також є відсутність дефектів, які можуть впливати на міцність і зовнішній вигляд виробу. До таких дефектів належать великі сучки, тріщини, гнилизна, червоточина, механічні пошкодження та інші вади деревини [6].

Особливу увагу приділяють якості поверхні пиломатеріалів. Після розпилювання поверхня може мати нерівності, сліди пиляння, хвилястість або задири, що потребує подальшої механічної обробки. Для забезпечення високої якості готової продукції важливе значення має вхідний контроль сировини, який передбачає огляд матеріалу, виявлення дефектів, оцінку розмірів та визначення придатності до подальшої обробки.

1.3 Технологічні особливості підготовки пиломатеріалів та напрями підвищення їх якості

У сучасному виробництві підвищення якості пиломатеріалів і заготовок досягається не лише за рахунок використання якісної сировини, а й завдяки правильній організації технологічного процесу. Важливе значення мають попередній огляд матеріалу, раціональна схема розкрою, застосування справного

обладнання, своєчасне налагодження верстатів, контроль розмірів та виявлення дефектів на кожному етапі обробки.

Підготовка пиломатеріалів до подальшого використання є важливим етапом технологічного процесу. Сировина надходить у вигляді дощок, які можуть відрізнятися за розмірами, формою, якістю поверхні та ступенем дефектності, тому перед виготовленням деталей необхідно виконати комплекс підготовчих операцій [5].

Першими етапами є приймання, візуальний огляд та сортування матеріалу. На цьому етапі оцінюють стан дощок, наявність дефектів, відповідність розмірів виробничим потребам та можливість подальшого використання. Сортування дозволяє розподілити матеріал за породою, розмірами та якістю, що забезпечує його раціональне використання. Після сортування виконують дефектування, під час якого визначають ділянки з тріщинами, сучками, гниллю, обзолом або механічними пошкодженнями, що підлягають видаленню. Для необрізних дощок додатково здійснюють обрізування крайок з метою усунення обзолу та надання заготовкам правильної геометричної форми. Наступною операцією є розкрій пиломатеріалів на заготовки відповідно до розмірів майбутніх деталей. Раціональний розкрій дозволяє підвищити вихід придатних заготовок та зменшити кількість відходів. Подальша механічна обробка включає стругання, калібрування, фрезерування та шліфування, які забезпечують отримання необхідних розмірів, форми та якості поверхні [5, 6].

Якість пиломатеріалів і заготовок формується під впливом багатьох чинників. До основних належать якість вхідної сировини, порода деревини, наявність дефектів, стан обладнання, правильність вибору режимів обробки, якість ріжучого інструменту, кваліфікація працівників та організація виробничого процесу. Важливу роль також відіграють умови зберігання та транспортування матеріалів, оскільки навіть якісна сировина може втратити свої властивості внаслідок деформацій або механічних пошкоджень. Для забезпечення стабільної якості продукції доцільно впроваджувати системний контроль на всіх етапах виробництва: під час приймання сировини, після

обрізування та розкрою, після стругання, калібрування та шліфування [5]. Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти відхилення та запобігати виникненню браку.

Основними напрямками підвищення якості пиломатеріалів і заготовок є посилення вхідного контролю сировини, раціоналізація розкрою, підтримання обладнання у справному технічному стані, використання якісного та своєчасно заточеного інструменту, удосконалення організації контролю якості, а також правильне складування і транспортування матеріалів у межах виробництва.

Таким чином, якість готових заготовок залежить від комплексу взаємопов'язаних чинників, серед яких вирішальне значення мають якість вхідної сировини, організація технологічного процесу, стан обладнання та ефективність контролю. Реалізація зазначених заходів дозволяє підвищити вихід придатної продукції, зменшити кількість відходів і забезпечити стабільну якість виробів столярного виробництва.

РОЗДІЛ II

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ СТОЛЯРНОГО ЦЕХУ НУБіП УКРАЇНИ

2.1 Загальна характеристика столярного цеху НУБіП України

Базою дослідження бакалаврської кваліфікаційної роботи є столярний цех Національного університету біоресурсів і природокористування України, який використовується для практичної підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології». Цех функціонує як навчально-виробнича база кафедри технологій та дизайну виробів з деревини ННІ лісового і садово-паркового господарства та забезпечує вивчення реальних технологічних процесів деревообробного і меблевого виробництва. Наявність сучасного деревообробного обладнання дозволяє проводити практичні заняття, лабораторні роботи та виконувати навчально-дослідні завдання, пов'язані з обробкою деревини та виготовленням виробів різного призначення [1–4].

Столярний цех НУБіП України має важливе значення для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців деревообробної галузі. У його умовах студенти ознайомлюються з конструкцією, принципами роботи, налагодженням та експлуатацією основного деревообробного обладнання, а також набувають практичних навичок виконання технологічних операцій. Зокрема, у процесі практичної підготовки вивчаються операції механічної обробки деревини та деревинних матеріалів, які виконуються на розкрійних, фугувальних, рейсмусових, фрезерних, свердлильних, шліфувальних та інших деревообробних верстатах [2, 3].

У цеху здійснюється підготовка пиломатеріалів до подальшої обробки, виготовлення заготовок, окремих деталей і навчальних виробів. Це дозволяє студентам ознайомитися з повною послідовністю технологічних операцій – від приймання та сортування сировини до отримання готових виробів. Важливе значення при цьому приділяється питанням раціонального використання

деревинної сировини, контролю якості обробки, дотримання вимог охорони праці та безпечної експлуатації обладнання.

Таким чином, столярний цех (рис. 2.1) є важливим елементом навчально-виробничої інфраструктури університету, який забезпечує поєднання теоретичної підготовки з практичним освоєнням сучасних технологій деревообробного виробництва.



Рис. 2.1. Загальний вигляд столярного цеху НУБіП України

Особливістю досліджуваного об'єкта є те, що столярний цех не виконує повного циклу лісопильного виробництва, тобто не здійснює приймання та розпилювання круглих лісоматеріалів. На відміну від лісопильних підприємств, де технологічний процес починається з колод, у столярному цеху НУБіП України сировиною є вже попередньо розпиляні пиломатеріали, переважно необрізні або необроблені дошки, що надходять з лісопильних підприємств. Тому основний зміст виробничого процесу полягає не у первинному розпилюванні деревини, а в подальшій механічній обробці пиломатеріалів, їх підготовці до використання у виробках, калібруванні, розкрої, свердлінні, фрезеруванні, шліфуванні та складанні [4].

Основними завданнями столярного цеху є:

- забезпечення навчального процесу практичною базою для вивчення технології деревообробки;
- виконання технологічних операцій з підготовки пиломатеріалів до подальшого використання;
- виготовлення окремих столярних, меблевих та навчально-дослідних виробів;
- формування у студентів навичок роботи з деревообробним обладнанням;
- демонстрація раціональної організації робочих місць, технологічної послідовності операцій і контролю якості.

З виробничої точки зору столярний цех можна розглядати як мале деревообробне виробництво навчального типу. Його діяльність орієнтована не на масовий випуск продукції, а на виконання практичних, дослідних і допоміжних завдань. Водночас технологічні процеси, що виконуються в цеху, відповідають основним етапам підготовки пиломатеріалів у реальному деревообробному виробництві. Саме тому аналіз його роботи є доцільним для вивчення впливу окремих технологічних операцій на якість готових заготовок і виробів.

Сировиною для роботи столярного цеху є пиломатеріали зазвичай хвойних, рідше листяних порід. До хвойних порід, які найчастіше використовуються у навчально-виробничому процесі, належать сосна, що характеризуються відносно невеликою щільністю, доброю оброблюваністю та доступністю. Листяні породи, зокрема дуб, застосовуються у випадках, коли необхідна підвищена міцність або кращі декоративні властивості матеріалу. Окрім масиву деревини, у виробничій практиці меблевого цеху НУБІП України використовуються деревинні плитні матеріали, такі як фанера, МДФ та ДСП, які дозволяють ефективно замінювати натуральну деревину у ряді конструктивних і оздоблювальних елементів.

Найчастіше для навчально-виробничих потреб використовуються дошки, бруски, щитові заготовки, фанера, МДФ, ДСП та інші матеріали різного ступеня

обробки та якості. Такі матеріали можуть надходити як у вигляді необрізних або попередньо оброблених заготовок, так і у вигляді напівфабрикатів, що потребують додаткової механічної обробки (рис. 2.2). У процесі навчання це дозволяє студентам опановувати повний комплекс технологічних операцій – від вхідного контролю та сортування до остаточної обробки і складання виробів.



Рис. 2.2. Приклад сировини, що використовується у столярному виробництві

Якість вхідної сировини має безпосередній вплив на подальший технологічний процес, оскільки саме від неї значною мірою залежить ефективність обробки, вихід придатних заготовок та загальна якість готової продукції. Наявність дефектів деревини, таких як сучки, тріщини, гнилизна або червоточина, а також нестабільна вологість, викривлення, обзол чи нерівномірна товщина ускладнюють механічну обробку, підвищують зношування інструменту та збільшують кількість відходів. Крім того, такі недоліки можуть негативно впливати на точність геометричних параметрів, якість поверхні та надійність

з'єднань у готових виробах, що в підсумку знижує загальний рівень продукції столярного цеху.

У процесі аналізу діяльності столярного цеху особливу увагу слід приділяти якості підготовки пиломатеріалів. Для отримання точних і стабільних за розмірами заготовок важливими є такі чинники: правильне сортування сировини, вибір раціональної схеми розкрою, точність налаштування обладнання, стан різального інструменту, дотримання режимів подачі та контроль геометричних параметрів після кожної технологічної операції. Недотримання цих вимог може призвести до появи дефектів, зокрема різнотовщинності, сколів, задирів, хвилястості поверхні, відхилення від прямолінійності та неточності отворів.

Таким чином, столярний цех НУБіП України є важливою навчально-виробничою базою для підготовки фахівців деревообробної галузі та дослідження технологічних процесів механічної обробки деревини. Його діяльність пов'язана з підготовкою пиломатеріалів до подальшого використання, виготовленням заготовок і виконанням основних операцій столярного та меблевого виробництва. Це створює необхідні умови для аналізу технологічного процесу, оцінювання якості обробки матеріалів та визначення напрямів її підвищення.

2.2 Структура виробництва та технологічний маршрут обробки пиломатеріалів

Виробнича структура столярного цеху НУБіП України визначається відповідно до послідовності технологічного процесу обробки пиломатеріалів. Оскільки цех не здійснює переробку круглих лісоматеріалів, першим етапом є не лісопиляння, а приймання, огляд і підготовка вже розпиленої сировини. Такий підхід визначає специфіку організації виробничого процесу, оскільки основна увага приділяється не корисному виходу з колоди, а раціональному використанню наявних дощок, зменшенню втрат під час розкрою та забезпеченню стабільної якості оброблених заготовок [1–4].

Загальну структуру виробничого процесу в столярному цеху можна подати у вигляді таких основних дільниць (рис. 2.3):

- складська дільниця;
- дільниця приймання, огляду та сортування пиломатеріалів;
- дільниця розкрою;
- дільниця механічної обробки;
- дільниця свердління та фрезерування;
- дільниця шліфування;
- дільниця складання та контролю якості.

План-схема технологічного маршруту обробки пиломатеріалів у столярному цеху



Рис. 2.3. Схема технологічного маршруту обробки пиломатеріалів у столярному цеху

На складській ділянці здійснюється приймання пиломатеріалів, їх тимчасове зберігання та підготовка до подальшої обробки. Пиломатеріали мають бути розміщені таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до штабелів, можливість візуального контролю та безпечне переміщення матеріалу. Важливим фактором є дотримання умов зберігання, оскільки надмірна вологість, нерівномірне провітрювання або неправильне укладання можуть призводити до викривлення дощок, появи тріщин і зміни геометричних параметрів.

Після надходження матеріалу виконується його попередній огляд. На цьому етапі визначають породу деревини, вологість, наявність дефектів, ступінь обзолу, кривизну, тріщини, сучки, синяву, гнилизну та інші пошкодження. Необрізні дошки, які мають значну кривизну або великі дефекти, доцільно використовувати для виготовлення короткомірних заготовок з метою зменшення втрат матеріалу. Дощки кращої якості можуть направлятися на виготовлення деталей, де потрібна підвищена точність і краща якість поверхні.

Дільниця розкрою є однією з основних у технологічному процесі. Саме на цьому етапі формується початкова геометрія заготовок і визначається раціональність використання матеріалу. Для підвищення якості розкрою необхідно враховувати напрям волокон, розташування дефектів, припуски на подальшу обробку та вимоги до кінцевих розмірів деталей. Неправильно виконаний розкрій призводить до перевитрати сировини, зменшення корисного виходу, появи непридатних заготовок і збільшення обсягу відходів.

Після розкрою заготовки направляються на механічну обробку. До основних операцій цієї ділянки належать фугування, рейсмусування, калібрування за товщиною, вирівнювання базових поверхонь і формування базових площин. Ці операції мають важливе значення, оскільки саме базові поверхні забезпечують точність подальшого свердління, фрезерування, складання і контролю геометрії виробу. Недостатньо якісна підготовка базових поверхонь може спричинити перекося, зазори у з'єднаннях та зниження міцності конструкції.

Дільниця свердління та фрезерування використовується для виконання отворів, пазів, вибірок, профільних елементів і конструктивних з'єднань. На цьому етапі особливо важливими є точність позиціонування заготовки, правильність вибору інструменту та стабільність режимів обробки. Для виготовлення меблевих і столярних виробів точність свердління має велике значення, оскільки навіть незначне зміщення отворів може ускладнити складання або зробити деталь непридатною.

Окреме місце в технологічному процесі займає шліфування. Його основне призначення полягає у вирівнюванні поверхні, усуненні слідів попередньої механічної обробки та підготовці деталей до подальшого складання або опорядження. Якість шліфування впливає на зовнішній вигляд виробу, рівномірність нанесення покриття і загальне сприйняття готової продукції. При цьому ручне шліфування не завжди забезпечує стабільну якість поверхні, тому доцільним є використання верстатного шліфування, особливо для площинних деталей.

Завершальними етапами є складання, контроль якості та підготовка виробів або заготовок до подальшого використання. Контроль якості повинен проводитися не лише наприкінці виробничого процесу, а й після основних операцій (табл. 2.1). Це дозволяє своєчасно виявляти дефекти, запобігати накопиченню браку та зменшувати витрати часу на виправлення помилок.

Таблиця 2.1

Основні дільниці столярного цеху та їх функціональне призначення

Дільниця	Основне призначення	Вплив на якість продукції
1	2	3
Складська дільниця	Приймання і зберігання пиломатеріалів	Забезпечує збереження форми, вологості та придатності сировини
Сортування сировини	Виявлення дефектів і розподіл матеріалу за якістю	Дозволяє зменшити брак і раціонально використати дошки

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Розкрій	Поділ пиломатеріалів на заготовки	Визначає точність початкових розмірів і рівень відходів
Механічна обробка	Фугування, рейсмусування, калібрування	Формує базові поверхні та точну геометрію деталей
Свердління і фрезерування	Виконання отворів, пазів, профілів	Впливає на точність складання та міцність з'єднань
Шліфування	Підготовка поверхні	Покращує якість поверхні та готовність до опорядження
Складання і контроль	Перевірка розмірів, форми, якості з'єднань	Забезпечує відповідність виробу технологічним вимогам

Таким чином, структура виробництва столярного цеху НУБіП України має послідовний характер і охоплює всі основні етапи підготовки пиломатеріалів до використання у столярних та меблевих виробках. Найбільший вплив на якість готової продукції мають операції сортування сировини, розкрою, калібрування, свердління, фрезерування та шліфування. Саме ці етапи потребують детального аналізу для визначення можливих шляхів підвищення якості технологічного процесу.

2.3 Характеристика основного технологічного обладнання столярного цеху

Технологічне обладнання столярного цеху НУБіП України переважно представлене верстатами попередніх поколінь, які традиційно застосовуються у деревообробних майстернях, навчальних лабораторіях та невеликих виробничих цехах. Таке обладнання не відноситься до сучасних автоматизованих технологічних ліній, однак забезпечує виконання основних операцій механічної

обробки пиломатеріалів: поздовжнього і поперечного розкрою, обрізування, фугування, рейсмусування, фрезерування, свердління, довбання та шліфування .

Особливістю цього обладнання є переважання ручного керування, необхідність точного налаштування верстатів перед початком роботи та постійний контроль якості обробки з боку виконавця. У таких умовах якість готової продукції залежить не лише від технічного стану верстата, а й від кваліфікації працівника, правильності вибору режимів обробки, гостроти різального інструменту, точності базування заготовки та дотримання правил безпечної роботи.

Основне обладнання столярного цеху можна умовно поділити на кілька груп: обладнання для розкрою пиломатеріалів, обладнання для стругання площин, фрезерне та свердлильне обладнання, шліфувальне обладнання, а також допоміжне обладнання для підготовки заготовок і складання виробів.

Для поздовжнього розкрою пиломатеріалів у столярному цеху можуть використовуватися круглопилкові верстати типу Ц-6 (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Загальний вигляд круглопилкового верстата Ц-6

Верстат Ц-6 призначений для поздовжнього розпилювання деревини та деревинних матеріалів, а також для виконання розкрійних операцій за допомогою напрямної лінійки. На такому обладнанні можна виконувати розкрій дощок, брусків, рейок та інших заготовок, що надходять у цех після попереднього розпилювання на пилорамі.

Перевагами верстата Ц-6 є проста конструкція, надійність та можливість обробки масивної деревини. Водночас якість розкрою значною мірою залежить від правильного встановлення пиляльного диска, стану зубців, точності напрямної лінійки та рівномірності подачі заготовки. У разі затуплення пилки або неправильного налаштування можливе утворення підпалів, сколів, хвилястості різку та відхилення від прямолінійності [22].

Для поперечного розкрою та торцювання пиломатеріалів застосовується верстат ЦПА-40 (рис. 2.5). Його основним призначенням є відрізання заготовок за довжиною, торцювання кінців дощок, видалення дефектних ділянок, а також підготовка заготовок до подальшої механічної обробки. На цьому етапі особливо важливо правильно визначити місце різку, щоб максимально використати корисну частину дошки і зменшити кількість відходів.



Рис. 2.5. Загальний вигляд торцювального верстата ЦПА-40

Верстат ЦПА-40 доцільно використовувати після попереднього сортування необрізних або необроблених дощок. Якщо дошка має тріщини, сучки, кривизну або інші дефекти, під час торцювання можна видалити непридатні ділянки та отримати коротші, але якісніші заготовки [23]. Тому торцювання є важливою операцією для підвищення якості подальшої обробки (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Обладнання для розкрою пиломатеріалів у столярному цеху

Найменування обладнання	Основне призначення	Технологічна операція	Вплив на якість обробки
Ц-6	Поздовжнє розпилювання дощок, брусків, рейок	Поздовжній розкрій	Визначає прямолінійність різку, точність ширини заготовки та кількість відходів
ЦПА-40	Поперечне пиляння і торцювання	Торцювання заготовок за довжиною	Дозволяє видаляти дефекти, формувати точну довжину деталей

Після розкрою пиломатеріали надходять на дільницю стругання, де виконується формування базових площин і надання заготовкам заданої товщини. Для цього використовують фугувальний верстат СФ-4 та рейсмусовий верстат СР-6.

Фугувальний верстат ФА-4 призначений для обробки однієї або двох суміжних площин заготовки з метою створення базової поверхні. Операція фугування є однією з ключових у столярному виробництві, оскільки від якості базової площини залежить точність усіх наступних операцій. Якщо заготовка після фугування має нерівну поверхню або відхилення від прямолінійності, це може спричинити похибки під час рейсмусування, фрезерування, свердління і складання [24].

На фугувальному верстаті (рис. 2.6) усувають нерівності, жолоблення, незначну кривизну та інші дефекти форми. Під час роботи важливо правильно притискати заготовку до столу і прямої лінійки, не допускати перекосів та забезпечувати рівномірну подачу. Надмірне знімання шару деревини за один прохід може призвести до виривів волокон і погіршення якості поверхні.



Рис. 2.6. Загальний вигляд фугувального верстата СФ-4

Рейсмусовий верстат СР-6 використовується для обробки заготовок за товщиною. На відміну від фугування, рейсмусування виконується після створення базової площини. Заготовка подається базовою поверхнею до столу

верстата, після чого ножовий вал знімає шар деревини з протилежної поверхні, забезпечуючи задану товщину деталі [25].

Верстат СР-6 (рис. 2.7) має важливе значення для отримання деталей однакової товщини. Це особливо актуально під час виготовлення столярних виробів, рамкових конструкцій, щитових елементів, рейок та брусків. Якщо товщина деталей відрізняється, виникають проблеми під час складання: утворюються зазори, перекоси та порушується геометрія виробу. Тому рейсмусування є обов'язковою операцією для забезпечення стабільної якості заготовок (табл. 2.3).



Рис. 2.7. Загальний вигляд рейсмусового верстата СР-6

Обладнання для обробки площин пиломатеріалів

Найменування обладнання	Основне призначення	Технологічна операція	Вплив на якість обробки
СФ-4	Стругання базової площини та крайки	Фугування	Формує базову поверхню для подальшої точної обробки
СР-6	Стругання заготовок за товщиною	Рейсмусування	Забезпечує однакову товщину деталей і стабільність геометрії
Фугувально-рейсмусова група	Послідовна підготовка площин	Калібрування заготовок	Зменшує відхилення за товщиною, площинністю та прямолінійністю

Для виконання профільної обробки, вибірки пазів, формування крайок, шипів та інших конструктивних елементів у столярному цеху можуть застосовуватися фрезерні верстати старшого типу, зокрема ФСШ-1А або аналогічні моделі (рис. 2.8). Таке обладнання використовується для виготовлення профільних деталей, обробки крайок, підготовки з'єднань, декоративного профілювання та інших операцій.



Рис. 2.8. Загальний вигляд фрезерного верстата ФСШ-1А

Фрезерний верстат характеризується нижнім розташуванням шпинделя, на якому встановлюється різальний інструмент заданого профілю. Якість фрезерування залежить від частоти обертання шпинделя, гостроти фрези, правильності встановлення напрямних елементів і рівномірності подачі заготовки. Під час фрезерування особливу увагу необхідно приділяти безпеці, оскільки робота з відкритим різальним інструментом потребує використання захисних огорожень, притискних пристроїв і засобів індивідуального захисту.

Для виконання отворів, гнізд та пазів у деталях можуть використовуватися свердлильні та довбальні верстати. Свердлильні верстати застосовують для виконання круглих отворів під кріплення, шканти, шурупи та інші з'єднувальні елементи. Довбальні верстати використовують для вибірки прямокутних або овальних гнізд, що застосовуються у столярних з'єднаннях типу шип–паз.

Точність свердління і довбання має важливе значення для якості складання виробів. Неправильне розташування отворів або пазів може призвести до перекосу деталей, нещільного з'єднання, ослаблення конструкції або необхідності переробки заготовки. Тому перед виконанням таких операцій слід перевіряти розмітку, базування деталі, положення упорів та відповідність інструменту заданим розмірам (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Обладнання для фрезерування, свердління та довбання

Найменування обладнання	Основне призначення	Технологічна операція	Вплив на якість обробки
ФСШ-1А	Профільна обробка, вибірка пазів, обробка крайок	Фрезерування	Забезпечує формування профілів, пазів, шипів і декоративних елементів
Свердлильний верстат	Виконання круглих отворів	Свердління	Впливає на точність розташування з'єднувальних елементів
Довбальний верстат	Вибірка гнізд, пазів, отворів складної форми	Довбання	Забезпечує підготовку деталей до столярних з'єднань

Завершальним етапом механічної підготовки деталей є шліфування. У столярному цеху для цього може використовуватися стрічково-шліфувальний верстат ШлПС (рис. 2.9). Його призначення полягає у шліфуванні плоских деталей, щитів, дверних полотен, елементів меблів та інших заготовок з деревини.



Рис. 2.9. Загальний вигляд стрічково-шліфувального верстата ШлПС

Шліфувальний верстат ШлПС дозволяє покращити якість поверхні після пиляння, стругання або фрезерування. Під час цієї операції усуваються дрібні нерівності, сліди від ножів, риски, задири та інші дефекти поверхні [26]. Якість шліфування залежить від зернистості абразивної стрічки, її стану, рівномірності притискання деталі та кількості проходів. Для якісної підготовки поверхні шліфування доцільно виконувати поступово, переходячи від грубішої зернистості до дрібнішої.

Порівняно з ручним шліфуванням, верстатне забезпечує більш рівномірну обробку площинних деталей. Водночас на верстатах старшого типу оператор повинен постійно контролювати процес, оскільки надмірне притискання або

тривала обробка однієї ділянки може призвести до нерівномірного знімання шару, перегріву поверхні або появи хвилястості (табл. 2.5, 2.6).

Таблиця 2.5

Шліфувальне обладнання столярного цеху

Найменування обладнання	Основне призначення	Технологічна операція	Вплив на якість обробки
ШлПС	Шліфування плоских дерев'яних деталей, щитів, дверних полотен, елементів меблів	Площинне шліфування	Забезпечує вирівнювання поверхні та підготовку до складання або опорядження
Ручний шліфувальний інструмент	Локальне доопрацювання важкодоступних місць	Допоміжне шліфування	Дозволяє усувати дрібні дефекти після основної обробки

Таблиця 2.6

Загальна характеристика основного технологічного обладнання столярного цеху НУБіП України

Група обладнання	Найменування верстата	Основна операція	Матеріал, що обробляється	Основний результат обробки
1	2	3	4	5
Розкрійне обладнання	Ц-6	Поздовжній розкрій	Дошки, бруски, рейки	Отримання заготовок потрібної ширини
Розкрійне обладнання	ЦПА-40	Поперечне пиляння, торцювання	Дошки, бруски	Формування довжини заготовок, видалення дефектів
Розкрійне обладнання	ЦДК-4	Прирізування, обрізування крайок	Необрізні та обрізні дошки	Формування рівної крайки, підготовка до стругання

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5
Стругальне обладнання	СФ-4	Фугування	Дошки, бруски	Створення базової площини
Стругальне обладнання	СР-6	Рейсмусування	Попередньо сфуговані заготовки	Отримання заданої товщини
Фрезерне обладнання	ФСШ-1А або аналог	Фрезерування	Бруски, щитові заготовки, деталі виробів	Формування профілю, пазів, крайок
Свердлильне обладнання	Свердлильний верстат	Свердління	Деталі з деревини та плитних матеріалів	Отримання отворів під кріплення і з'єднання
Довбальне обладнання	Довбальний верстат	Довбання пазів і гнізд	Масивна деревина, бруски	Підготовка столярних з'єднань
Шліфувальне обладнання	ШлПС	Площинне шліфування	Щити, дошки, деталі меблів	Покращення якості поверхні

Використання обладнання старшого типу має як переваги, так і недоліки. До переваг можна віднести простоту конструкції, ремонтпридатність, надійність і можливість виконання більшості базових операцій деревообробки. До недоліків належать нижчий рівень автоматизації, залежність якості обробки від оператора, підвищена трудомісткість налаштування, потреба у постійному контролі безпеки та можливе зниження точності через зношування окремих вузлів.

Для підвищення якості технологічного процесу в умовах столярного цеху НУБіП України доцільно звернути увагу на такі напрями:

- своєчасне заточування та заміна різального інструменту;
- перевірка паралельності напрямних, столів і упорів;
- контроль точності налаштування верстатів перед початком роботи;
- сортування пиломатеріалів перед розкромом;
- раціональний вибір схем розкрою необрізних пиломатеріалів;

- поопераційний контроль розмірів заготовок;
- використання систем пиловидалення під час пиляння, фрезерування і шліфування;
- дотримання правил охорони праці під час роботи на верстатах.

Таким чином, основне технологічне обладнання столярного цеху НУБіП України забезпечує виконання комплексу операцій з підготовки пиломатеріалів до подальшого використання. Незважаючи на те, що значна частина обладнання належить до верстатів старшого типу, його правильне налаштування, технічне обслуговування та раціональне використання дозволяють отримувати заготовки належної якості. Найбільший вплив на якість готової продукції мають операції розкрою, фугування, рейсмусування, фрезерування та шліфування, оскільки саме вони формують геометрію, розміри та якість поверхні деталей.

РОЗДІЛ ІІІ

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ СТОЛЯРНОГО ЦЕХУ НУБіП УКРАЇНИ

3.1 Загальна характеристика технологічного процесу обробки пиломатеріалів

Технологічний процес обробки пиломатеріалів у столярному цеху НУБіП України є послідовністю виробничих операцій, спрямованих на перетворення необроблених або частково оброблених пиломатеріалів у заготовки та готові вироби відповідної якості. Особливістю даного виробництва є те, що цех не виконує первинного розпилювання круглих лісоматеріалів, а працює з дошками, які надходять із пилорами. Тому основна увага у технологічному процесі приділяється розкрою, вирівнюванню поверхонь, калібруванню за товщиною, шліфуванню та складанню виробів.

Згідно з вимогами до бакалаврської кваліфікаційної роботи, основна частина повинна містити методи вирішення поставлених завдань, теоретичні обґрунтування, результати досліджень, аналіз і узагальнення отриманих результатів. Тому в цьому розділі доцільно подати не лише опис технологічного маршруту, а й методику розрахунку продуктивності основного обладнання.

У столярному цеху НУБіП технологічний маршрут обробки пиломатеріалів можна подати у такій послідовності: склад сировини → поздовжній розкрій → поперечний розкрій → стругання → шліфування → складання → склад готової продукції.

На складі сировини здійснюється приймання, короткочасне зберігання та підготовка пиломатеріалів до подальшої обробки. Основною сировиною є необрізні та обрізні дошки різних перерізів, які перед запуском у виробництво підлягають візуальному контролю за геометричними параметрами, наявністю дефектів, вологістю та придатністю до обробки.

Першою основною операцією є поздовжній розкрій пиломатеріалів. Для цієї операції можуть застосовуватися круглопилкові верстати типу Ц-6,

ЦДК-4 або аналогічні за призначенням моделі верстатів. На цьому етапі дошки розпилюються вздовж волокон з метою отримання заготовок необхідної ширини, видалення обзолу, тріщин, гнилі, сучків та інших дефектних ділянок.

Після поздовжнього розкрою виконується поперечний розкрій на заготовки заданої довжини. Для цього застосовують верстати типу ЦПА-40 або інше поперечно-розкрійне обладнання. Операція забезпечує отримання заготовок відповідно до розмірів майбутніх деталей, а також видалення дефектних торцевих ділянок пиломатеріалів.

Наступним етапом є стругання, яке передбачає вирівнювання базових поверхонь та доведення заготовок до необхідних геометричних параметрів. Для обробки площин використовують фугувальний верстат СФ-4, а для калібрування за товщиною – рейсмусовий верстат СР-6. Фугування забезпечує створення рівної базової поверхні, а рейсмусування дає змогу отримати однакову товщину деталей по всій довжині.

Після механічної обробки заготовки направляються на шліфування. У столярному цеху для цієї операції може застосовуватися шліфувальний верстат типу ШлПС або подібне обладнання. Метою шліфування є зменшення шорсткості поверхні, усунення слідів від ножів та підготовка деталей до подальшого складання або опорядження.

Завершальними операціями є складання виробів, контроль якості та передача готової продукції на склад. Під час складання перевіряють відповідність деталей розмірам, якість з'єднань, точність прилягання елементів та загальний вигляд виробу.

3.2 Основне обладнання технологічного процесу

Для виконання технологічного процесу у столярному цеху використовується обладнання, яке забезпечує основні операції механічної обробки пиломатеріалів. Оскільки значна частина обладнання належить до верстатів старішого типу (табл. 3.1), під час аналізу продуктивності слід враховувати не лише паспортні показники, а й фактичний технічний стан

верстатів, кваліфікацію оператора, організацію робочого місця та втрати часу на допоміжні операції.

Таблиця 3.1

Основне технологічне обладнання столярного цеху

№	Технологічна операція	Обладнання	Призначення
1	Поздовжній розкрій	Ц-6	Розпилювання дощок уздовж волокон, видалення обзолу та дефектів
2	Поперечний розкрій	ЦПА-40	Торцювання та розкрій заготовок за довжиною
3	Фугування	СФ-4	Вирівнювання базової площини та крайки
4	Рейсмусування	СР-6	Калібрування заготовок за товщиною
5	Шліфування	ШлПС	Зменшення шорсткості поверхні та підготовка деталей
6	Складання	Верстаки, ручний інструмент, затискні пристрої	Складання деталей у готовий виріб

Наведене обладнання формує основну виробничу лінію столярного цеху. Визначення його продуктивності необхідне для встановлення можливих «вузьких місць» технологічного процесу, оцінки завантаженості верстатів та подальшого обґрунтування заходів щодо підвищення якості й ефективності виробництва.

3.3 Методика розрахунку продуктивності основного обладнання

Продуктивність деревообробного обладнання залежить від швидкості подачі, розмірів заготовок, кількості проходів, тривалості зміни, коефіцієнта використання робочого часу та коефіцієнта використання машинного часу. У методичних і навчальних матеріалах для деревообробних спеціальностей

продуктивність обладнання часто визначають через тривалість зміни, швидкість подачі та довжину обробки з урахуванням коефіцієнтів використання часу.

Для розрахунків приймаємо такі основні позначення [21]:

- $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв;
- U – швидкість подачі, м/хв;
- L – довжина обробки або різу, м;
- n – кількість заготовок, шт.;
- K_p – коефіцієнт використання робочого часу;
- K_m – коефіцієнт використання машинного часу;
- K_d – коефіцієнт додаткових втрат часу;
- $\Pi_{зм}$ – продуктивність обладнання за зміну, шт./зм. або м³/зм.

Загальна формула для визначення змінної продуктивності верстата за кількістю оброблених заготовок має вигляд [21]:

$$\Pi_{зм} = (T_{зм} \cdot U \cdot K_p \cdot K_m) / L, \quad (3.1)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, м/хв;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

L – середня довжина обробки однієї заготовки, м.

Якщо необхідно визначити продуктивність у кубічних метрах за зміну, тоді кількість оброблених заготовок множать на об'єм однієї заготовки [21]:

$$\Pi_{м^3} = \Pi_{зм} \cdot V_{заг}, \quad (3.2)$$

де $\Pi_{м^3}$ – продуктивність верстата, м³/зм.;

$\Pi_{зм}$ – продуктивність верстата, шт./зм.;

$V_{заг}$ – об'єм однієї заготовки, м³.

Об'єм однієї заготовки визначається за формулою [21]:

$$V_{заг} = (l \cdot b \cdot h) / 1000000000, \quad (3.3)$$

де l – довжина заготовки, мм;

b – ширина заготовки, мм;

h – товщина заготовки, мм.

Продуктивності верстатів для розкрою пиломатеріалів. Поздовжній розкрій пиломатеріалів виконується з метою отримання заготовок необхідної ширини та видалення дефектних ділянок. Для цієї операції застосовуються круглопилкові верстати типу Ц-6 або ЦДК-4.

Продуктивність верстата для поздовжнього розкрою можна визначити за формулою [21]:

$$П_{\text{позд}} = (T_{\text{зм}} \cdot U \cdot K_p \cdot K_m \cdot n_3) / \Sigma L_p, \quad (3.4)$$

де $П_{\text{позд}}$ - продуктивність верстата при поздовжньому розкрої, шт./зм.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, м/хв;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

n_3 – кількість заготовок, які отримують після розкрою однієї дошки, шт.;

ΣL_p – сумарна довжина пропилів, м.

Сумарна довжина пропилів визначається за формулою [21]:

$$\Sigma L_p = L_d \cdot n_p, \quad (3.5)$$

де L_d – довжина дошки, м;

n_p – кількість поздовжніх різів.

Якщо потрібно визначити продуктивність у кубічних метрах, застосовують формулу [21]:

$$П_{\text{позд.м}^3} = П_{\text{позд}} \cdot V_{\text{заг}}, \quad (3.6)$$

де $П_{\text{позд.м}^3}$ – продуктивність поздовжнього розкрою, м³/зм.;

$V_{\text{заг}}$ – об'єм однієї заготовки, м³.

Поперечний розкрій виконується на верстаті ЦПА-40 або аналогічному обладнанні. Його продуктивність залежить від кількості торцювань, довжини заготовки, швидкості виконання різів та часу на подачу матеріалу.

Продуктивність поперечно-розкрійного верстата можна визначити за формулою [21]:

$$П_{\text{поп}} = (T_{\text{зм}} \cdot K_p \cdot K_m) / t_{\text{ц}}, \quad (3.7)$$

де $П_{\text{поп}}$ – продуктивність поперечно-розкрійного верстата, шт./зм.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв.;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу різання, хв.

Тривалість одного циклу визначається за формулою [21]:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_d, \quad (3.8)$$

де t_p – час виконання різу, хв.;

t_d – допоміжний час на подачу, фіксацію та зняття заготовки, хв.

Продуктивність фугувального верстата СФ-4. Фугувальний верстат СФ-4 застосовується для створення базової рівної поверхні та крайки заготовки. Продуктивність фугувального верстата залежить від швидкості ручної або механізованої подачі, довжини заготовки, кількості проходів та часу на повернення і встановлення заготовки.

Продуктивність фугувального верстата визначається за формулою [21]:

$$П_{\text{ф}} = (T_{\text{зм}} \cdot U \cdot K_p \cdot K_m) / (L_z \cdot i), \quad (3.9)$$

де $П_{\text{ф}}$ – продуктивність фугувального верстата, шт./зм.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв.;

U – швидкість подачі заготовки, м/хв.;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

L_z – довжина заготовки, м; i – кількість проходів.

У разі визначення продуктивності за об'ємом використовують формулу:

$$П_{\text{ф.м}^3} = П_{\text{ф}} \cdot V_{\text{заг}}, \quad (3.10)$$

де $П_{\text{ф.м}^3}$ – продуктивність фугувального верстата, м³/зм.;

$V_{\text{заг}}$ – об'єм однієї заготовки, м³.

Продуктивність рейсмусового верстата СР-6. Рейсмусовий верстат СР-6 використовується для калібрування заготовок за товщиною. На відміну від фугувального верстата, рейсмусування забезпечує отримання паралельних площин і стабільної товщини деталей.

Продуктивність рейсмусового верстата визначається за формулою [21]:

$$P_p = (T_{\text{зм}} \cdot U \cdot K_p \cdot K_m \cdot m) / (L_z \cdot i), \quad (3.11)$$

де P_p – продуктивність рейсмусового верстата, шт./зм.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, м/хв.;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

m – кількість заготовок, які можуть подаватися одночасно за шириною стола, шт.;

L_z – довжина заготовки, м; i – кількість проходів.

Кількість проходів залежить від припуску на обробку та допустимої товщини шару, який знімається за один прохід [21]:

$$i = S_{\text{п}} / S_{\text{зн}}, \quad (3.12)$$

де $S_{\text{п}}$ – загальний припуск на обробку, мм;

$S_{\text{зн}}$ – товщина шару, що знімається за один прохід, мм.

Продуктивність рейсмусового верстата в кубічних метрах визначається за формулою [21]:

$$P_{p.m^3} = P_p \cdot V_{\text{заг}} \quad (3.13)$$

де $P_{p.m^3}$ – продуктивність рейсмусового верстата, м³/зм.

Продуктивність шліфувального верстата ШлПС. Шліфування є завершальною операцією механічної обробки поверхні. Воно забезпечує зменшення шорсткості, усунення незначних нерівностей після стругання та підготовку деталей до складання або нанесення захисно-декоративного покриття.

Для шліфувального верстата типу ШлПС продуктивність доцільно визначати через площу обробленої поверхні [21]:

$$\Pi_{\text{шл}} = T_{\text{зм}} \cdot U \cdot B \cdot K_p \cdot K_m, \quad (3.14)$$

де $\Pi_{\text{шл}}$ – продуктивність шліфувального верстата, $\text{м}^2/\text{зм.}$;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, $\text{м}/\text{хв.}$;

B – робоча ширина шліфування, м. ;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу; K_m – коефіцієнт використання машинного часу.

Якщо деталь потребує шліфування з двох сторін або у кілька проходів, продуктивність уточнюють за формулою [21]:

$$\Pi_{\text{шл.уточ}} = (T_{\text{зм}} \cdot U \cdot B \cdot K_p \cdot K_m) / i, \quad (3.15)$$

де $\Pi_{\text{шл.уточ}}$ – уточнена продуктивність шліфувального верстата, $\text{м}^2/\text{зм.}$;

i – кількість проходів шліфування.

Площа шліфування однієї деталі визначається за формулою [21]:

$$F_d = (l \cdot b \cdot n_{\text{ст}}) / 1000000, \quad (3.16)$$

де F_d – площа шліфування однієї деталі, м^2 ;

l – довжина деталі, мм. ;

b – ширина деталі, мм. ;

$n_{\text{ст}}$ – кількість сторін, що підлягають шліфуванню.

Кількість деталей, які можуть бути відшліфовані за зміну, визначають за формулою [21]:

$$N_{\text{шл}} = \Pi_{\text{шл.уточ}} / F_d, \quad (3.17)$$

де $N_{\text{шл}}$ – кількість відшліфованих деталей, шт./зм.

Для оцінки ефективності використання обладнання важливо визначити не лише його продуктивність, а й рівень завантаженості. Цей показник дає змогу встановити, чи відповідає фактичне навантаження верстата його розрахунковим можливостям.

Коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою [21]:

$$K_{\text{зав}} = Q_{\text{ф}} / Q_{\text{р}} , \quad (3.18)$$

де $K_{\text{зав}}$ – коефіцієнт завантаження обладнання;

$Q_{\text{ф}}$ – фактичний обсяг роботи за зміну або за рік;

$Q_{\text{р}}$ – розрахункова продуктивність обладнання за той самий період.

Якщо коефіцієнт завантаження наближається до 1, обладнання використовується майже повністю. Якщо значення значно менше 1, це свідчить про недовантаження верстата. Якщо коефіцієнт перевищує 1, це означає, що обладнання перевантажене або фактичний виробничий план перевищує його нормальну продуктивність.

Річна продуктивність обладнання визначається за формулою [21]:

$$P_{\text{річ}} = P_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot D , \quad (3.19)$$

де $P_{\text{річ}}$ – річна продуктивність обладнання;

$P_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність обладнання;

$n_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу;

D – кількість робочих днів у році.

Для виконання розрахунків продуктивності обладнання у наступному розділі необхідно прийняти вихідні дані, які характеризують режим роботи столярного цеху, параметри заготовок та умови експлуатації обладнання (табл. 3.2).

Вихідні дані для розрахунку продуктивності обладнання

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Прийняте значення
Тривалість зміни	Тзм	хв	480
Коефіцієнт використання робочого часу	Кр	-	0,85
Коефіцієнт використання машинного часу	Км	-	0,60-0,80
Кількість змін на добу	пзм	змін	1
Кількість робочих днів у році	D	днів	250
Середня довжина заготовки	Lз	м	за фактичними даними
Швидкість подачі	U	м/хв	за паспортом верстата або фактично
Кількість проходів	i	разів	залежно від операції

Наведені значення можуть бути уточнені відповідно до фактичного режиму роботи столярного цеху, технічного стану обладнання та характеристик оброблюваних пиломатеріалів.

РОЗДІЛ IV

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1 Розрахунок продуктивності основного технологічного обладнання

Ефективність роботи столярного цеху значною мірою залежить від продуктивності основного технологічного обладнання, яке використовується на етапах поздовжнього та поперечного розкрою пиломатеріалів, стругання, рейсмусування, шліфування і складання виробів. У попередньому розділі було розглянуто формули для визначення змінної продуктивності обладнання. У цьому розділі на їх основі виконано орієнтовні розрахунки продуктивності верстатів, що застосовуються у технологічному маршруті обробки пиломатеріалів у столярному цеху НУБіП України.

Для розрахунків приймаємо такі загальні вихідні дані:

$T_{зм} = 480$ хв – тривалість однієї робочої зміни;

$K_p = 0,85$ – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m = 0,60$ – коефіцієнт використання машинного часу

$n = 100$ шт. – умовна кількість заготовок у розрахунковій партії.

Розрахунок продуктивності виконано для основних верстатів, які входять до технологічного маршруту обробки пиломатеріалів у столярному цеху.

Розрахунок продуктивності верстата ЦДК-4. Верстат ЦДК-4 використовується для поздовжнього розкрою необрізних та обрізних пиломатеріалів. Ця операція є однією з перших у технологічному маршруті, тому її продуктивність впливає на подальше завантаження всього обладнання.

Приймаємо: $U = 12$ м/хв; $\Sigma L_p = 180$ м.

$P_{цдк-4} = (480 \cdot 12 \cdot 0,85 \cdot 0,60 \cdot 100) / 180 = 1632$ шт./зм.

Отже, орієнтовна змінна продуктивність верстата ЦДК-4 становить 1632 заготовки за зміну.

Розрахунок продуктивності верстата ЦПА-40. Верстат ЦПА-40 застосовується для поперечного розкрою пиломатеріалів на заготовки заданої довжини. На цій операції важливо забезпечити точність торцювання, оскільки похибки можуть призводити до перевитрати матеріалу та збільшення кількості відходів.

Приймаємо: $U = 10$ м/хв; $\Sigma L_p = 140$ м.

$$P_{\text{цпа-40}} = (480 \cdot 10 \cdot 0,85 \cdot 0,60 \cdot 100) / 140 = 1748 \text{ шт./зм.}$$

Отже, орієнтовна продуктивність верстата ЦПА-40 становить 1748 заготовок за зміну.

Розрахунок продуктивності фугувального верстата СФ-4. Фугувальний верстат СФ-4 використовується для базування заготовок, вирівнювання площини та підготовки матеріалу до подальшої обробки на рейсмусовому верстаті. Якість виконання цієї операції впливає на точність геометрії готових деталей.

Приймаємо: $U = 8$ м/хв; $\Sigma L_p = 200$ м.

$$P_{\text{сф-4}} = (480 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 0,60 \cdot 100) / 200 = 979 \text{ шт./зм.}$$

Отже, орієнтовна продуктивність фугувального верстата СФ-4 становить 979 заготовок за зміну.

Розрахунок продуктивності рейсмусового верстата СР-6. Рейсмусовий верстат СР-6 застосовується для калібрування заготовок за товщиною. На цій операції забезпечується однакова товщина деталей, що є важливим для подальшого складання виробів і забезпечення якості готової продукції.

Приймаємо: $U = 7$ м/хв; $\Sigma L_p = 200$ м.

$$P_{\text{ср-6}} = (480 \cdot 7 \cdot 0,85 \cdot 0,60 \cdot 100) / 200 = 857 \text{ шт./зм.}$$

Отже, орієнтовна продуктивність рейсмусового верстата СР-6 становить 857 заготовок за зміну.

Розрахунок продуктивності шліфувального верстата ШлПС. Шліфувальний верстат ШлПС застосовується для підготовки поверхні деталей

перед складанням або подальшим опорядженням. Ця операція має важливе значення для якості поверхні, оскільки нерівномірне шліфування може спричинити дефекти готового виробу.

Для шліфувального обладнання продуктивність доцільно визначати за площею обробленої поверхні:

Приймаємо: $U = 6 \text{ м/хв}$; $B = 0,63 \text{ м}$.

$P_{ш} = 480 \cdot 6 \cdot 0,63 \cdot 0,85 \cdot 0,60 = 925 \text{ м}^2/\text{зм}$.

Отже, орієнтовна продуктивність шліфувального верстата ШлПС становить 925 м^2 обробленої поверхні за зміну.

4.2 Порівняльний аналіз продуктивності обладнання

Результати розрахунків продуктивності основного обладнання наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Орієнтовна продуктивність основного технологічного обладнання

Обладнання	Операція	Продуктивність
ЦДК-4	Поздовжній розкрій	1632 шт/зм
ЦПА-40	Поперечний розкрій	1748 шт/зм
СФ-4	Фугування площини	979 шт/зм
СР-6	Рейсмусування за товщиною	857 шт/зм
ШлПС	Шліфування	925 м ² /зм

За результатами розрахунків видно, що найбільшу умовну продуктивність мають операції поперечного та поздовжнього розкрою. Це пояснюється тим, що процес різання виконується з відносно високою швидкістю подачі, а тривалість обробки однієї заготовки є меншою порівняно з операціями стругання і рейсмусування.

Найменшу продуктивність серед розрахованих операцій має рейсмусовий верстат СР-6 - 857 шт./зм. Це означає, що саме ця операція може бути одним із

потенційних обмежувальних місць у технологічному процесі. Також близькою за продуктивністю є операція фугування на верстаті СФ-4. Отже, під час організації роботи цеху необхідно приділяти увагу саме дільниці обробки площин, оскільки її недостатня пропускна здатність може спричиняти накопичення заготовок після розкрою.

З урахуванням проведених розрахунків можна зробити висновок, що для підвищення загальної продуктивності цеху недостатньо збільшувати швидкість лише на одній операції. Необхідно забезпечити узгоджену роботу всіх етапів технологічного маршруту: складування сировини, розкрою, стругання, шліфування, складання та зберігання готової продукції.

4.3 Недоліки та пропозиції щодо підвищення продуктивності виробництва у столярному цеху

Проведений аналіз технологічного маршруту та розрахунки продуктивності обладнання дають змогу визначити основні чинники, які можуть обмежувати ефективність роботи столярного цеху. До таких чинників належать:

- висока частка ручних операцій під час переміщення, сортування та складання заготовок;
- використання обладнання застарілого типу, яке потребує частого налаштування та технічного обслуговування;
- відсутність автоматизованого обліку продуктивності обладнання;
- нерівномірне завантаження окремих верстатів;
- можливі простой через очікування матеріалу між операціями;
- недостатній рівень механізації внутрішньоцехового транспортування;
- залежність якості обробки від кваліфікації конкретного працівника;
- відсутність цифрової системи контролю дефектів і фактичного виходу придатних заготовок.

Особливо важливим є питання організації руху матеріалу між операціями. Якщо після розкрою заготовки накопичуються перед фугувальним або

рейсмусовим верстатом, це свідчить про нерівномірність технологічного потоку. У такому випадку продуктивність усього цеху визначається не найшвидшою, а лімітуючою операцією.

Для підвищення продуктивності столярного цеху доцільно впроваджувати не лише заміну окремого обладнання, а комплекс організаційних, технічних та автоматизованих рішень. Враховуючи наявність у цеху обладнання попередніх поколінь, першочергово слід застосовувати заходи, які не потребують радикальної перебудови технологічного процесу.

Удосконалення організації технологічного маршруту. Одним із напрямів підвищення ефективності є оптимізація руху заготовок між операціями. Для цього доцільно чітко розділити зони приймання сировини, розкрою, стругання, шліфування, складання та складування готової продукції. Заготовки повинні переміщуватися за прямолінійним або кільцевим маршрутом без повернення до попередніх зон. Таке рішення дозволяє скоротити витрати часу на внутрішньоцехове транспортування, зменшити кількість ручних переміщень і підвищити загальну організованість виробництва. У межах столярного цеху НУБіП це може реалізовуватися шляхом нанесення розмітки виробничих зон, встановлення місць тимчасового накопичення заготовок та використання пересувних візків для переміщення деталей між верстатами.

Зменшення простоїв обладнання. Наступним важливим заходом є зменшення простоїв верстатів. Для цього доцільно запровадити графік профілактичного огляду основного обладнання, зокрема ЦДК-4, ЦПА-40, СФ-4, СР-6 та ШлПС. Оскільки обладнання застаріле, його стабільна робота залежить від своєчасного очищення, перевірки стану ріжучого інструменту, змащування рухомих вузлів та контролю точності налаштувань. Корисним є ведення журналу простоїв, де фіксуються причини зупинки, тривалість простою та відповідальна особа. Це дозволяє визначити основні фактори, які знижують продуктивність: відсутність матеріалу, затуплення інструменту, технічні несправності або організаційні затримки.

Покращення підготовки ріжучого інструменту. Продуктивність операцій розкрою та стругання значною мірою залежить від стану пилок, ножів та шліфувальних матеріалів. Затуплений інструмент підвищує навантаження на верстат, погіршує якість поверхні та збільшує кількість дефектів, що може спричиняти повторну обробку. Для запобігання цьому слід впровадити планову систему заміни та заточування інструменту, що здійснюється не лише після появи видимих дефектів, а відповідно до встановленого графіку залежно від обсягу обробленого матеріалу. Окрім цього, під час виконання плану роботи, при оцінці якості пиломатеріалів у процесі їх переробки, слід керуватися вимогами чинних стандартів ДСТУ [7-20], що регламентують геометричні параметри, вологість, допуски та допустимі дефекти деревини.

Автоматизація технологічного процесу. Автоматизація виробництва є перспективним напрямом підвищення продуктивності. Для умов столярного цеху НУБіП доцільно розглядати поетапне впровадження окремих елементів цифрового контролю та механізації. Сучасні деревообробні підприємства активно застосовують автоматизований контроль потоку матеріалу, цифровий облік завдань і системи взаємозв'язку між плануванням і виробництвом, що дозволяє підвищити точність і стабільність процесу [27-29].

Доцільними заходами є:

- впровадження електронного журналу виробництва, у якому фіксуються обсяги виконаних операцій, кількість оброблених заготовок, час роботи обладнання, простої та дефекти;
- маркування партій заготовок, наприклад за допомогою номерів або QR-кодів, що дозволяє контролювати рух матеріалу від складу сировини до складу готової продукції;
- використання датчиків простою обладнання, які відстежують фактичний час роботи верстатів і допомагають визначати коефіцієнт використання робочого часу;

- створення цифрових технологічних карт для типових виробів із зазначенням послідовності операцій, обладнання, режимів обробки та норм часу, що зменшує помилки і спрощує навчальний процес;
- часткова механізація переміщення заготовок за допомогою роликів столів, пересувних візків і допоміжних опор біля верстатів, що знижує витрати часу на ручну роботу.

Інноваційні рішення для підвищення ефективності. У перспективі можна розглядати застосування сканувальних систем для оцінки геометрії та якості деревини перед розкромом, що дозволяє визначати оптимальну схему розкрою для мінімізації відходів. Також доцільне використання програмного забезпечення для планування розміщення деталей на заготовках та впровадження локальної аспірації для відсмоктування пилу від кожного верстата. Поступове оновлення обладнання, особливо на дільницях фугування та рейсмусування, дозволить підвищити пропускну здатність і зменшити накопичення заготовок після розкрою.

Запропоновані заходи дозволяють підвищити ефективність виробництва без повної реконструкції цеху. Найшвидший ефект досягається за рахунок упорядкування технологічного маршруту, скорочення простоїв, ведення електронного обліку роботи обладнання та покращення підготовки інструменту.

Очікувані результати від впровадження запропонованих заходів наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Очікуваний ефект від заходів щодо підвищення продуктивності

Захід	Очікуваний результат
1	2
Упорядкування руху заготовок між операціями	Скорочення часу переміщення матеріалу
Журнал обліку простоїв	Виявлення основних причин втрат робочого часу

Продовження таблиці 4.2

1	2
Планове обслуговування обладнання	Зменшення аварійних зупинок верстатів
Контроль стану ріжучого інструменту	Підвищення якості поверхні та точності обробки
Електронні технологічні карти	Зменшення помилок під час виконання операцій
Маркування партій заготовок	Покращення контролю руху матеріалу
Модернізація аспірації	Покращення умов праці та зменшення запиленості
Часткова механізація транспортування	Зменшення ручної праці та втрат часу

Загалом впровадження запропонованих заходів може забезпечити підвищення продуктивності виробництва приблизно на 10–20 % без повної заміни всього обладнання. Найбільший ефект очікується за умови одночасного покращення організації праці, контролю простоїв і модернізації найбільш завантажених операцій, таких як фугування та рейсмусування. Рационалізація руху заготовок між операціями скорочує час на внутрішньоцехове транспортування та ручні переміщення, ведення електронного журналу, маркування партій і використання датчиків простою дозволяє точніше визначати причини затримок і планувати профілактику, а часткова механізація та автоматизація стабілізують технологічний потік і підвищують точність виконання операцій. Підвищення якості підготовки ріжучого інструменту зменшує дефекти та повторну обробку. В цілому комплексне застосування цих заходів забезпечує стабільніше, більш передбачуване і ефективне функціонування столярного цеху без значних капіталовкладень.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено аналіз технологічних процесів обробки пиломатеріалів у столярному цеху НУБіП України та визначено основні напрями підвищення їх якості.

У першому розділі розглянуто теоретичні основи виробництва пиломатеріалів, вимоги до якості сировини та готової продукції. Встановлено, що якість формується на всіх етапах технологічного процесу – від приймання сировини до механічної обробки та контролю готових деталей. Основними чинниками є порода деревини, вологість, наявність дефектів, точність розкрою та дотримання технологічної послідовності. Ураховано, що столярний цех НУБіП України працює не з круглими лісоматеріалами, а з пиломатеріалами після пилорами, тому основна увага зосереджена на технологічному маршруті їх подальшої обробки.

У другому розділі охарактеризовано виробничу структуру цеху та основне обладнання. Встановлено, що технологічний процес включає приймання сировини, поздовжній і поперечний розкрій, стругання, шліфування, складання та складування готової продукції. Обладнання переважно представлено верстатами старішого типу (Ц-6, ЦПА-40, СФ-4, СР-6, ШЛПС тощо). Аналіз показав, що наявне обладнання забезпечує виконання основних операцій, однак має обмеження щодо продуктивності, точності та рівня автоматизації. Якість обробки значною мірою залежить від кваліфікації оператора, стану інструменту та правильності налаштування верстатів.

У третьому розділі розглянуто методику розрахунку продуктивності обладнання, що дозволило оцінити пропускну здатність операцій і виявити «вузькі місця» технологічного маршруту. Встановлено, що найбільші втрати часу виникають на операціях розкрою, стругання та шліфування через ручне подавання, переналагодження та повторну обробку.

У четвертому розділі запропоновано заходи підвищення продуктивності та якості: удосконалення контролю сировини, сортування матеріалів, технічне

обслуговування обладнання, заточування інструменту, покращення організації робочих місць, зменшення переміщень та часткова механізація процесів. Окремо обґрунтовано доцільність модернізації шліфувального обладнання та покращення системи пиловидалення, що дозволить підвищити якість поверхні та умови праці. Також визначено перспективність впровадження елементів механізації та автоматизації (роликові столи, упори, вимірювальні пристрої, аспіраційні системи). Встановлено, що за результатами розрахунків продуктивності найбільш завантаженою операцією є рейсмусування на СР-6 – 857 шт./зм, а також фугування на СФ-4 – 979 шт./зм, що підтверджує їх роль як потенційних «вузьких місць» технологічного процесу. Для порівняння, операції розкрою мають вищу продуктивність: ЦДК-4 – 1632 шт./зм, ЦПА-40 – 1748 шт./зм, що створює дисбаланс у потоці заготовок між дільницями.

Підвищення якості пиломатеріалів залежить не лише від обладнання, а й від організації виробництва, умов зберігання, контролю вологості, правильного складування та дотримання технологічної послідовності. Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані заходи можуть бути впроваджені без повної заміни обладнання та спрямовані на раціональну організацію процесів, підвищення ефективності використання верстатів і покращення якості продукції.

Отже, мету роботи досягнуто. Проаналізовано технологічні процеси столярного цеху, визначено основні проблеми та запропоновано шляхи їх усунення. Реалізація заходів дозволить підвищити якість обробки пиломатеріалів, зменшити втрати часу, знизити кількість браку та покращити загальну ефективність роботи цеху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національний університет біоресурсів і природокористування України: офіційний сайт. *NUBIP.EDU.UA* : веб-сайт. URL: <https://nubip.edu.ua/> (дата звернення: 03.06.2026).
2. Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства НУБіП України: офіційна сторінка. *NUBIP.EDU.UA* : веб-сайт. URL: <https://nubip.edu.ua/structure/nnilispq> (дата звернення: 03.06.2026).
3. Кафедра технологій та дизайну виробів з деревини НУБіП України: офіційна сторінка. *NUBIP.EDU.UA* : веб-сайт. URL: <https://nubip.edu.ua/node/1263> (дата звернення: 03.06.2026).
4. Освітньо-професійна програма «Деревообробні та меблеві технології» спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології». НУБіП України. *NUBIP.EDU.UA* : веб-сайт. URL: <https://nubip.edu.ua/> (дата звернення: 03.06.2026).
5. Коваль В.С., Пінчевська О.О. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія пиломатеріалів». К. : Видавничий центр НАУ, 2005. 36 с.
6. Коваль В.С., Пінчевська О.О. Виробництво пиломатеріалів. К. : Аграр Медіа Груп, 2011. 184 с.
7. ДСТУ 4020-2-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі (pr EN 1309-2:1998). [Чинний від 01.07.01]. Київ, 2001. 70 с. (Інформація та документація).
8. ДСТУ EN 1315-1-2001. Класифікація за розмірами. Частина 1. Лісоматеріали круглі листяні (EN 1315-1:1997, IDT). [Чинний від 28.12.01]. Київ, 2002. 3 с. (Інформація та документація).
9. ДСТУ EN 1315-2-2001. Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT). [Чинний від 28.12.01]. Київ, 2002. 3 с. (Інформація та документація).

10. ДСТУ EN 1316-1:2018 (EN 1316-1:2012, IDT) Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук. [Чинний від 01.01.2021]. Київ, 2021. 7 с. (Інформація та документація).

11. ДСТУ EN 1316-2:2018 (EN 1316-2:2012, IDT) Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 2. Тополя. [Чинний від 01. 01. 21]. Київ, 2021. 7 с. (Інформація та документація).

12. ДСТУ EN 1927-1:2018 (EN 1927-1:2008, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 1. Ялина та ялиця. [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. 7 с. (Інформація та документація).

13. ДСТУ EN 1927-2:2018 (EN 1927-2:2008, EN 1927-2:2008/AC:2009, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна. [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. 5 с. (Інформація та документація).

14. ДСТУ EN 1927-3:2018 (EN 1927-3:2008, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 3. Модрина та тис (псевдотсуга Мензіса). [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. 5с. (Інформація та документація).

15. ДСТУ 2148-93. Пилопродукція. Терміни та визначення. [Чинний від 01.07.93]. Київ, 1993.38 с. (Інформація та документація). 21. ДСТУ 4845:2007. Пиломатеріали. Класифікація. [Чинний від 01.01.09]. Київ, 2009.3 с.(Інформація та документація).

16. ДСТУ EN 844-3:2004. Лісоматеріали круглі та пиломатеріали. Терміни та визначення понять. Частина 3. Загальні поняття щодо пиломатеріалів. [Чинний від 01.07.2004]. Київ, 2004. 12 с. (Інформація та документація).

17. ДСТУ EN 1313-1:2018. Круглі та пиляні лісоматеріали. Допустимі відхилення та переважаючі типорозміри. Частина 1: Пиломатеріали хвойних порід [Чинний від 01.01.2019]. Київ, 2019. 5 с. (Інформація та документація).

18. ДСТУ EN 1313-2:2018. Круглі та пиляні лісоматеріали. Допустимі відхилення та переважаючі типорозміри. Частина 1: Пиломатеріали твердолистяних порід. [Чинний від 01.01.2019]. Київ, 2019. 7 с. (Інформація та документація).

19. ДСТУ EN 1309-1-2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання розмірів. Частина 1. Пиломатеріали (EN 1309-1:1997, IDT). [Чинний від 01.01.2001]. Київ, 2001. 10 с. (Інформація та документація).

20. ДСТУ 2034-92. Відходи деревинні. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.07.1993]. Київ, 1995. 3 с. (Інформація та документація).

21. Мазурчук С.М. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія лісопиляльно-деревообробних виробництв» для студентів навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства зі спеціальності 187 – Деревообробні та меблеві технології. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. 53 с.

22. Деревообробне обладнання: довідник з експлуатації та технічного обслуговування верстатів. Київ: Техніка, 1989. 320 с.

23. Круглопилковий верстат ЦПА-40. Паспорт та інструкція з експлуатації. – 1980. 16 с

24. Фугувальний верстат СФ-4. Паспорт та інструкція з експлуатації. – 1979. 14 с.

25. Рейсмусовий верстат СР-6. Паспорт та інструкція з експлуатації. – 1981. 18 с.

26. Шліфувальний верстат ШЛПС. Паспорт та інструкція з експлуатації. – 1982. 21 с.

27. Державне агентство лісових ресурсів України: офіційний сайт. *FOREST.GOV.UA* : веб-сайт. URL: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 03.06.2026).

28. ДП «Ліси України»: офіційний сайт. *E-FOREST* : веб-сайт. URL: <https://e-forest.gov.ua/> (дата звернення: 03.06.2026).

29. Forest Stewardship Council. Forest Stewardship Council: official website. *FSC.ORG* : веб-сайт. URL: <https://fsc.org/> (дата звернення: 03.06.2026).

30. Положення про бакалаврську кваліфікаційну роботу у Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Київ: НУБіП України, 2021. 46с.