

**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 технологічних процесів виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Link»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Гарант освітньої програми

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

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

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

Виконав

_____ Сергій ФІЛОНЕНКО
(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)
« _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Філоненку Сергію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «**Аналіз технологічних процесів виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck**» 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. Аналітичний огляд ринку пилопродукції та перспективи його розвитку.
2. Характеристика та особливості діяльності підприємства.
3. Аналіз технології виробництва обрізних та необрізних пиломатеріалів на підприємстві. Розрахунок оптимальних поставів на розпилювання круглих сортиментів на пилопродукцію. Розрахунок завантаженості основного обладнання.
4. Розроблення пропозицій щодо покращення ефективності технологічних процесів на підприємстві.

Дата видачі завдання « _____ » _____ 20__ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи Сергій МАЗУРЧУК
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Сергій ФІЛОНЕНКО
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I АНАЛІЗ РИНКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ	7
1.1. Сучасний стан світового ринку пиломатеріалів	7
1.2. Технологічні особливості виготовлення пилопродукції.....	9
РОЗДІЛ II ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	13
2.1. Історія створення та основні напрямки діяльності ТОВ «УХЛК»	13
2.2. Технологічні особливості виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck.....	18
2.3. Методика розрахунків продуктивності виробничого обладнання	23
РОЗДІЛ III ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛОПРОДУКЦІЇ НА ТОВ «УХЛК»	26
3.1. Опис технологічного процесу виготовлення пилопродукції на підприємстві.....	26
3.2. Розрахунок продуктивності технологічного обладнання ділянки розкрою лісоматеріалі круглих.....	38
РОЗДІЛ IV ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ	53
4.1. Системи контролю якості лісо- пилопродукції	53
4.2. Застосування металодетекторів для виявлення металічних включень у лісоматеріалах круглих.....	56
4.3. Техніка безпеки на лісопильній ділянці	61
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

ВСТУП

Аналіз технологічних процесів виготовлення пилопродукції на деревообробних підприємствах є важливим етапом для оцінки ефективності виробництва, впровадження інновацій та удосконалення виробничих ліній. В той же час, у процесі виробництва пилопродукції важливу роль відіграють технологічні операції, що включають заготівлю сировини, транспортування, розпилювання сировини на пилопродукцію, сушіння та обробку готових виробів. Застосування підприємствами сучасних методів обробки деревини, включаючи автоматизовані та роботизовані технології, дозволяє значно знижувати витрати на працю, зменшувати кількість відходів та підвищувати продуктивність. Однак, незважаючи на наявність сучасного обладнання та технологій, для підтримки високої якості продукції та досягнення конкурентоспроможності на ринку, необхідний постійний моніторинг технологічних процесів та пошук шляхів для їх вдосконалення.

Метою бакалаврської роботи є аналіз технологічних процесів виготовлення пилопродукції на ТОВ «УХЛК». Виявлення можливих проблемних аспектів виробництва та розробка рекомендацій щодо автоматизації та/або оптимізації процесів з урахуванням новітніх досягнень у деревообробній галузі. Зокрема, увага буде приділена розгляду основних етапів технологічного процесу, таких як транспортування сировини на ділянку розпилювання, розпилювання колод, сортування пилопродукції, сушіння, переробка відходів лісопиляння а також ефективності використання сучасних технологій автоматизації та роботизації.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення пилопродукції.

Предмет дослідження – корисний вихід пилопродукції.

Для повного розкриття мети даної бакалаврської кваліфікаційної роботи застосовано: методи аналізу для порівняння показників внутрішнього та зовнішнього ринку пилопродукції, а також визначення основних

традиційних, сучасних та ресурсоефективних технологій виготовлення пилопродукції; метод спостереження та експериментальні методи.

Завдання, що необхідно вирішити при написанні бакалаврської роботи:

- провести аналіз умов функціонування підприємства;
- проаналізувати основні ринок пилопродукції та чинні нормативні документи згідно яких вона виготовляється;
- провести розрахунок технологічного процесу виготовлення пиломатеріалів обрізних;
- провести розрахунок продуктивності лісопиляльного обладнання;
- зробити висновки та надати рекомендації виробництву.

Практична значущість роботи полягає у вивченні питань з оптимізації технологічних процесів виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck, що дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати ресурсів та покращити якість кінцевої продукції. Аналіз таких процесів сприяє впровадженню інноваційних рішень у деревообробній промисловості, що має важливе значення для зниження витрати сировини та підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Так, у 1-му розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи проведений аналіз стану світового ринку пилопродукції. Оглянуті основні технологічні особливості виготовлення такої продукції.

У 2-му розділі роботи здійснено аналіз основних напрямків діяльності базового підприємства, а також проведена оцінка технічного парку обладнання, яке забезпечує ефективність виробничого процесу виготовлення продукції. Додатково розглянуто методичні підходи для виконання розрахунків, що стосуються оцінки виробничої діяльності лісопильної дільниці, зокрема щодо її продуктивності та ефективності використання технічних ресурсів.

В 3-му розділі детально описано базовий технологічний процес виготовлення продукції, зокрема всі етапи обробки лісоматеріалів, що включають постачання, корування, розкрій та інші технологічні операції.

Оцінено продуктивність основного обладнання, яке безпосередньо задіяне у виробничому процесі, та визначено рівень його завантаженості, що дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів на підприємстві. Також проведено теоретичні розрахунки для визначення корисного виходу пиломатеріалів, що дозволяє точно оцінити обсяги отриманої продукції та її відповідність плановим показникам. Ці розрахунки є основою для подальшого удосконалення технологічного процесу та оптимізації роботи підприємства.

У 4-му розділі кваліфікаційної роботи наведено основні пропозиції щодо підвищення ефективності системи контролю якості лісо- пилопродукції на підприємстві, зокрема вдосконалення існуючих технологічних підходів. Проведено детальний аналіз сучасних автоматизованих систем моніторингу та аналізу якості лісо- пилопродукції, що охоплюють усі етапи виробничого процесу, від початкової обробки до готової продукції. Зокрема, запропоновано впровадження металодетекторів на етапі обробки круглих лісоматеріалів для ефективного виявлення металевих включень.

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 66 сторінках, містить 31 рисунок, 14 таблиць та 31 використане джерело.

РОЗДІЛ І

АНАЛІЗ РИНКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

1.1. Сучасний стан світового ринку пиломатеріалів

Світовий ринок пиломатеріалів у 2024-2025 роках знаходиться в стані значних змін, що викликано різними глобальними економічними, екологічними та технологічними факторами. Ключовими аспектами цього ринку є коливання попиту і пропозиції, вплив глобальних змін клімату, розвиток сталого лісокористування, а також зміни у виробничих технологічних процесах, які дозволяють адаптуватися до нових вимог споживачів та ринків.

Попит на пиломатеріали в останні роки зберігає тенденцію до зростання, проте внаслідок економічної нестабільності та складних умов у глобальній економіці цей тренд може бути обмежений. В першу чергу, це стосується розвинених економік, де уповільнення зростання ВВП та зменшення інвестицій у будівництво можуть призвести до зниження попиту на пиломатеріали для будівельних потреб. У той же час, ринки, що розвиваються, особливо в Азії, зокрема в Китаї та Індії, продовжують демонструвати стабільне зростання попиту на пиломатеріали. Ці країни активно інвестують у будівельний сектор, інфраструктуру та житлові проекти, що забезпечує стабільний попит на деревину для будівництва, меблевої промисловості та інших галузей. З іншого боку, на глобальну пропозицію пиломатеріалів сильно впливає обмежена доступність ресурсів. Лісозаготівлі в деяких регіонах світу скорочуються через зростаючі екологічні вимоги та зменшення площ лісів, що стало результатом зміни клімату, лісових пожеж і шкідників, таких як короїд. Це обмежує обсяги деревини, що пропонуються на ринку, що може призвести до підвищення цін на пиломатеріали [1].

Так, протягом останніх кількох років ціни на пиломатеріали зросли через обмежену пропозицію деревини, зростання вартості енергоносіїв і витрат на транспортування. У 2025-2026 роках ціни на пиломатеріали, ймовірно, залишатимуться високими через три основні фактори [2, 3].

➤ Зростання транспортних витрат. Підвищення вартості нафти і газу впливає на транспортні витрати, що, у свою чергу, веде до подорожчання логістики деревини та готових пиломатеріалів.

➤ Високі енергетичні витрати. Для виробництва пиломатеріалів необхідно значно більше енергії, що підвищує собівартість. В умовах глобальних цінових коливань на енергоносії це може спричинити збільшення вартості пиломатеріалів на світових ринках.

➤ Обмеження лісових ресурсів. В деяких країнах, таких як Канада, США, Австралія, та країни Європи, на фоні посилення екологічних норм зростають обмеження на вирубку лісів, що призводить до дефіциту сировини на ринку пиломатеріалів [2, 3].

Окрім цього, важливим трендом є розвиток екологічно чистого виробництва. Світовий ринок пиломатеріалів стикається з посиленням вимог до сталого лісокористування та сертифікації пиломатеріалів, особливо в Європі та Північній Америці. Згідно з дослідженнями, більшість споживачів вимагають сертифікацію FSC (Forest Stewardship Council), яка гарантує, що деревина була отримана з лісів, де лісове господарство здійснюється таким чином, щоб зберігати біологічне різноманіття та приносити користь місцевим громадам і працівникам, водночас підтримуючи свою економічну стійкість. Більше того, на законодавчому рівні багато країн посилюють вимоги до екологічних стандартів, таких як обмеження на використання лісів, що піддаються розчищенню, а також на методи заготівлі деревини. Це спонукає виробників пристосовувати свої бізнес-практики до нових стандартів, що підвищує витрати, але створює можливості для розвитку сталих ланцюгів постачання [3, 4].

Також прогнозується, що у найближчі роки ринки Північної Америки та Європи, ймовірно, зіштовхнуться з уповільненням попиту через економічну нестабільність, підвищену інфляцію та зменшення інвестицій у будівельний сектор. Проте високий попит на деревину в Азії, зокрема в Китаї та Індії, дозволяє збалансувати ситуацію на глобальному ринку. Крім того, лідерами за обсягами експорту пиломатеріалів залишатимуться США, Канада та країни Скандинавії, що мають великий потенціал лісових ресурсів. Проте зростаючі екологічні та політичні обмеження можуть обмежити зростання в цих країнах [4, 5].

Окрім цього, не потрібно забувати і про технологічні інновації, які стають важливим аспектом у виробництві пиломатеріалів. Прогрес у таких галузях, як сушіння деревини, покращення механізмів боротьби з шкідниками та технології покриттів, дозволяють знижувати виробничі витрати та підвищувати якість готової продукції. Окрім того, нові методи виробництва дозволяють скорочувати відходи та використовувати ресурси більш ефективно, що відповідає вимогам сталого розвитку.

1.2. Технологічні особливості виготовлення пилопродукції

Виготовлення пилопродукції є комплексним процесом, що вимагає застосування різноманітних технологій на кожному етапі виробництва. Так, пиломатеріали є одними з основних продуктів лісової галузі і використовуються в багатьох сферах, зокрема в будівництві, меблевій промисловості, виробництві пакувальних матеріалів та інших. Процес виготовлення пиломатеріалів включає в себе кілька основних етапів – від заготівлі деревини до її обробки, сушіння та випуску готової продукції. Кожен з цих етапів має свої технологічні особливості, які безпосередньо впливають на якість та характеристики кінцевого продукту [6].

Першим етапом виробництва пиломатеріалів є заготівля деревини, яка передбачає її придбання та підготовку до подальшої обробки. Вибір сировини

для виготовлення пиломатеріалів є надзвичайно важливим, оскільки від цього залежить кінцева якість продукції. Так, для пиломатеріалів найчастіше використовують хвойні, листяні, м'які та тверді породи деревини, залежно від їх призначення. Основні технологічні особливості на цьому етапі включають [6, 7].

➤ Вибір та обробка деревини. Важливо правильно вибрати породу деревини, оскільки кожна порода має свої характеристики, такі як міцність, вологість і схильність до утворення тріщин.

➤ Дефектування та сортування. Для подальшої обробки деревину сортують за розмірами та якістю, видаляючи основні сортоутворюючі ознаки та пошкодження.

Далі, одним із ключових етапів у виробництві пиломатеріалів є розпилювання лісоматеріалів круглих, яке дозволяє отримати з неї пиломатеріали, заготовки потрібних розмірів. Вибір технології розпилювання деревини залежить від її розмірів та форми, а також від кінцевих вимог до продукції (специфікації). Так до основних методів розпилювання деревини відносять: рамне пиляння – максимальна продуктивність, круглопилкове, що застосовують для розпилювання великих діаметрів лісоматеріалів круглих та дозволяє отримати пиломатеріали різноманітних розмірів та стрічкопилкове пиляння. Підходить для більш точного і економічного розпилювання, оскільки мінімізує втрати матеріалу. Слід зазначити, що після розпилювання важливо, щоб пиломатеріали не мали дефектів, таких як тріщини, різнотовщинність чи викривлення [7, 8].

Наступним етапом є сушіння пилопродукції, що є однією з найбільш важливих технологічних операцій у виробництві пиломатеріалів. Вологість деревини безпосередньо впливає на її стабільність і механічні властивості. Так, для отримання якісних пиломатеріалів необхідно досягти оптимального рівня вологості, що зазвичай коливається між 8 % і 12 % залежно від кінцевого використання. Технологічні особливості сушіння пилопродукції передбачають [8].

➤ Атмосферне сушіння, що включає в себе висушування деревини на відкритому повітрі або в спеціальних складських приміщеннях. Цей метод є економічно вигідним, але займає більше часу.

➤ Камерне сушіння, здійснюється за допомогою спеціальних сушильних камер, які дозволяють досягати необхідного рівня вологості швидше та точніше. Це дозволяє скоротити час виробництва пиломатеріалів та підвищити їх якість.

Після того як пиломатеріали пройшли процес сушіння, вони часто потребують додаткової обробки для досягнення бажаних естетичних та функціональних характеристик. До таких операцій можна віднести [7, 8].

➤ Шліфування та обробка поверхні. Цей етап необхідний для досягнення гладкої та рівної поверхні пиломатеріалів, що важливо для покращення їх вигляду і застосування в меблевій та будівельній галузях.

➤ Антисептична обробка. Деревина може бути оброблена антисептичними засобами для запобігання гниття та пошкодження шкідниками. Це особливо важливо для пиломатеріалів, які використовуються на зовні.

➤ Фарбування та лакування. Останнім етапом є нанесення захисних покриттів, що дозволяє не тільки покращити естетичний вигляд продукції, але й підвищити її довговічність.

Сучасне виробництво пиломатеріалів не обходиться і без застосовуються новітніх технологій, які дозволяють підвищити ефективність та зменшити витрати. Наприклад, технології термічної модифікації деревини дозволяють значно покращити її стійкість до вологи та механічних пошкоджень, що робить її придатною для використання в умовах підвищеної вологості або на відкритому повітрі. Технології автоматизації та роботизації в обробці деревини сприяють значному зниженню витрат на працю, оскільки автоматизовані системи виконують більшість трудомістких операцій, що раніше потребували участі людини. Крім того, ці технології дозволяють

підвищити точність та ефективність виробничих процесів, що, у свою чергу, зменшує кількість виробничих відходів та покращує якість готової продукції.

Підсумовуючи можна зазначити, що завдяки впровадженню роботизованих ліній і автоматизованих систем управління, підприємства можуть досягти більш високого рівня продуктивності, знизити час на виконання операцій та скоротити ризик помилок, що виникають через людський фактор.

РОЗДІЛ II

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Історія створення та основні напрямки діяльності ТОВ «УХЛК»

ТОВ «Українська холдингова лісопильна компанія» (УХЛК) є однією з провідних компаній на ринку лісопильних виробів в Україні. Її діяльність охоплює всі етапи обробки деревини, починаючи від заготівлі сировини і закінчуючи виготовленням високоякісних пиломатеріалів, що використовуються в будівництві, меблевій промисловості, а також у виробництві упаковки. Завдяки інноваційним підходам, а також впровадженню передових технологій, компанія здобула визнання серед лідерів галузі та зміцнила свої позиції як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

ТОВ «Українська холдингова лісопильна компанія» була заснована в середині 2000-х років (рис. 2.1) на фоні високого попиту на якісні пиломатеріали в Україні та за її межами. Потреба в створенні такої компанії виникла через необхідність модернізації національної лісової промисловості, що ще в той час залишалася відносно неефективною, використовуючи застарілі технології обробки деревини. Так, підприємство було створено групою інвесторів, які ставили перед собою мету не тільки модернізувати лісопильні потужності, але й оптимізувати ланцюг постачання деревини, знижуючи витрати на етапах заготівлі, переробки деревини та реалізації продукції. Одним із ключових етапів заснування компанії стало впровадження новітніх технологій сушіння та переробки деревини, що дозволило покращити якість продукції та забезпечити високі стандарти виробництва [9].

З перших років діяльності компанія орієнтувалася на впровадження інновацій у виробничі процеси, таких як автоматизація ліній та використання високопродуктивного обладнання для пиляння і сушіння деревини (рис. 2.1).

Завдяки таким крокам УХЛК змогла суттєво підвищити ефективність виробництва та забезпечити стабільні поставки продукції на внутрішній ринок.



Рис. 2.1. Візуалізаційний план підприємства ТОВ «УХЛК» 2015 р. [9]

Основною метою діяльності ТОВ «УХЛК» є виробництво високоякісних пиломатеріалів, що відповідають міжнародним стандартам. Продукція компанії знаходить широке застосування в будівництві, меблевій промисловості, а також в інших галузях, де використовується деревина. Основні напрямки діяльності компанії можна умовно поділити на кілька ключових аспектів.

➤ Виробництво пиломатеріалів. ТОВ «УХЛК» спеціалізується на виготовленні різноманітних пиломатеріалів, таких як дошки, бруси, обрізні та необрізні пиломатеріали, що використовуються в будівельних роботах, виробництві меблів, а також у виготовленні дерев'яних конструкцій. Уся продукція виготовляється з лісоматеріалів круглих, що закуповується у філіях ДП «Ліси України». Підприємство орієнтується на виготовлення пиломатеріалів з різних порід деревини, зокрема з сосни, дуба, ялини, ялиці

та інших порід, що дозволяє задовольняти широкий спектр потреб споживачів (рис. 2.2). Продукція компанії проходить суворий контроль якості на всіх етапах виробництва, починаючи від заготівлі деревини, її відбору і закінчуючи готовими виробами (напівфабрикатами).



Рис. 2.2. Склад лісосировини підприємства [9]

➤ Переробка лісоматеріалів круглих. Переробка деревини є однією з основних ланок у виробничому процесі компанії. На сьогоднішній день підприємство використовує сучасні технології для первинної обробки деревини, що включають розпилювання, обрізку, сортування та інші операції, необхідні для виготовлення пиломатеріалів високої якості (рис. 2.3). Так, важливим етапом є сушіння пиломатеріалів, яке здійснюється з використанням сушильних камер, що дозволяють зберегти стабільність та якість матеріалів. Використання інноваційних технологій у виробничому процесі (автоматизація) дозволяє компанії отримувати пиломатеріали, що відрізняються високою міцністю, стійкістю до впливу навколишнього середовища та естетичними властивостями.

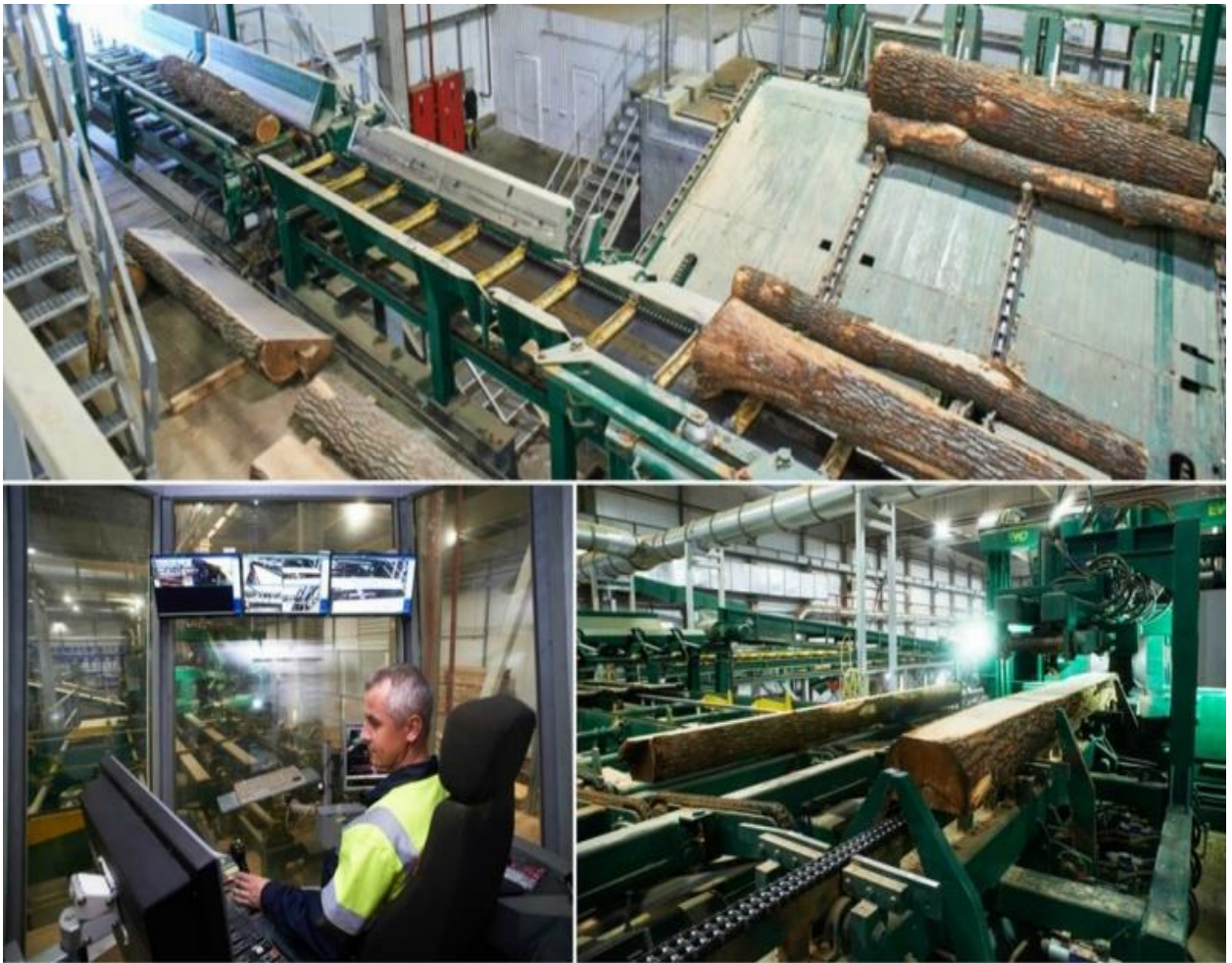


Рис. 2.3. Лінія розпилювання лісоматеріалів круглих – Linck

➤ Сушіння пилопродукції. Один з найважливіших етапів виробництва пиломатеріалів – це сушка деревини. Підприємство активно використовує передові сушильні технології, що дозволяють зменшити вологість деревини до необхідного рівня і запобігти її викривленню чи утворенню тріщин під час експлуатації. Компанія застосовує як атмосферне сушіння, так і примусове – сушильні камери, що дозволяють досягти найкращих результатів за короткий проміжок часу.

➤ Інвестиції в модернізацію та інновації. Важливою складовою стратегії ТОВ «УХЛК» є постійне інвестування в модернізацію виробничих потужностей (рис. 2.4). Завдяки цьому компанія змогла значно підвищити ефективність виробництва, знизити витрати на сировину та енергоресурси, а також зменшити кількість відходів. Впровадження сучасних автоматизованих

ліній і роботизованих систем обробки деревини дозволяє компанії забезпечити високу продуктивність та стабільність виробничих процесів. Це не лише підвищує ефективність роботи, але й забезпечує зменшення людського фактору в процесах обробки, що значно знижує ризик помилок і підвищує якість кінцевої продукції.



Рис. 2.4. Процес налаштування лінії з розпилювання лісоматеріалів круглих

➤ Зовнішня торгівля та експорт. Окрім цього, одним з важливих напрямків діяльності компанії є зовнішня торгівля та експорт пиломатеріалів. Завдяки високій якості продукції та ефективній логістичній системі, ТОВ «УХЛК» активно постачає свою продукцію до Європи, Азії та інших регіонів. Це дозволяє компанії не лише отримувати додатковий прибуток, а й зміцнювати свої позиції на міжнародному ринку лісопильної продукції. Адже, основними конкурентними перевагами компанії є високий рівень якості продукції, ефективне використання сировини, а також постійні інвестиції в модернізацію виробництва (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Критерії контролю якості продукції

На сьогоднішній день перспективи розвитку компанії включають подальшу автоматизацію виробничих процесів, збільшення обсягів виробництва, розширення асортименту та вихід на нові ринки. З огляду на стабільний попит на пиломатеріали в Україні та за кордоном, а також на застосування інноваційних підходів, ТОВ «УХЛК» має всі шанси зміцнити свої позиції на лісопильному ринку в найближчі роки.

2.2. Технологічні особливості виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck

Виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу, зокрема лінії Linck, є одним із найсучасніших і найбільш ефективних методів обробки деревини в лісопильній промисловості. Використання такої лінії дозволяє значно підвищити продуктивність

виробництва, знизити витрати на обробку та забезпечити високу якість кінцевої продукції. Ця технологія стала основою для багатьох сучасних лісопильних підприємств, що прагнуть забезпечити конкурентоспроможність на ринку пиломатеріалів. Окрім цього, автоматизована лінія розпилу Linck – дозволяє виконувати розпилювання деревини на пиломатеріали безпосередньо з круглих колод за допомогою спеціалізованих пил та верстатів. Це забезпечує мінімальне відхилення від геометрії деревини і дозволяє отримати продукцію високої якості. Так, основною перевагою лінії Linck є її здатність до автоматизації всіх основних операцій, що включають розпилювання, обробку, сортування та навіть сушіння пиломатеріалів, що значно знижує людський фактор та підвищує ефективність виробництва. Крім того, технологія Linck включає інтеграцію з сучасними системами моніторингу та управління, що дозволяє здійснювати контроль на кожному етапі технологічного процесу (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Пункт керування лінією розкрою лісоматеріалів круглих – Linck

Технологічний процес виготовлення пилопродукції на автоматизованій лінії Linck можна умовно поділити на кілька основних етапів.

➤ Підготовка круглого лісу та завантаження в лінію. На першому етапі відбувається приймання круглого лісу, який транспортується до спеціальних приймальних платформ. Тут деревина перевіряється на наявність дефектів та піддається попередньому сортуванню. Для забезпечення високої точності розпилу, колоди можуть бути відсортовані за діаметром і довжиною.

➤ Розпилювання лісоматеріалів круглих. Після підготовки сировини колоди подаються на лінію розпилу. Лінія Linck включає високопродуктивні розпилювальні верстати, які автоматично налаштовуються на оптимальний режим роботи в залежності від розміру та характеристик деревини. Розпилювання відбувається за допомогою круглих пил, що здійснюють горизонтальні і вертикальні розрізи. Під час цього процесу важливу роль відіграє точність та швидкість налаштувань, що забезпечує мінімальні відходи та високий вихід готової продукції (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Підготовка валів із дисковими пилами до встановлення у верстат

➤ Обробка пиломатеріалів. Після розпилювання отримані пиломатеріали проходять кілька етапів обробки, включаючи калібрування, сортування за товщиною і довжиною, а також підготовку до подальших етапів – сушіння та упаковки. На цьому етапі також можуть використовуватися автоматизовані системи для очищення пиломатеріалів від дефектів або небажаних елементів, таких як сучки чи тріщини.

➤ Сортування та упаковка. На автоматизованій лінії Linck також впроваджено механізм для сортування пиломатеріалів за різними характеристиками, такими як розмір, форма та якість. Це дозволяє значно спростити подальшу логістику і відвантаження продукції. Сортування здійснюється за допомогою спеціальних транспортерів та систем камери для візуального контролю якості (рис. 2.8).

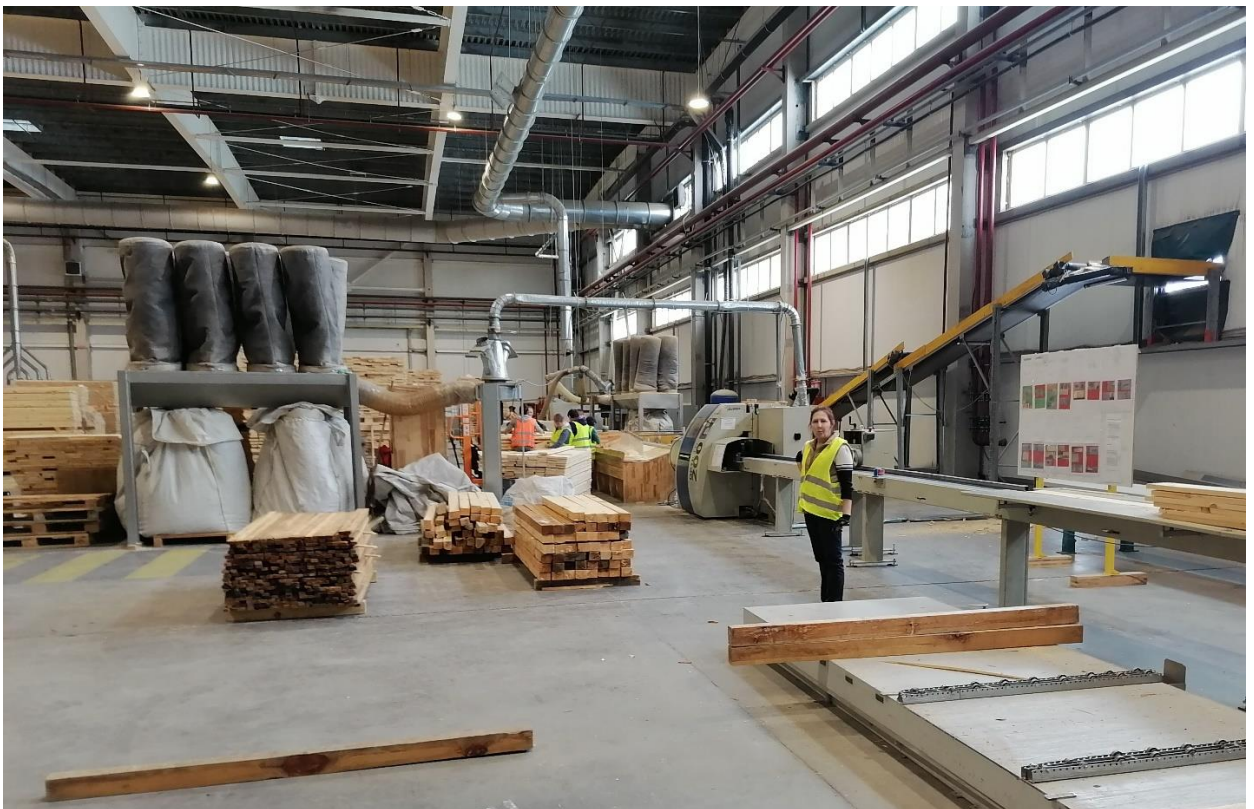


Рис. 2.8. Процес ручного сортування та складування пиломатеріалів у штабель

➤ Сушіння та зберігання. Завдяки інтегрованій системі сушіння, пиломатеріали можуть бути висушені до необхідного рівня вологості, що є

критичним для збереження їх геометричних параметрів та стійкості до гниття чи деформації. Лінія Linck оснащена автоматичними камерами сушіння, що контролюють температуру і вологість на кожному етапі. Це дозволяє забезпечити рівномірне сушіння пиломатеріалів і запобігти їхньому пошкодженню.

До основних переваг лінії розкрою лісоматеріалів круглих – Linck можна віднести деякі особливості, що зазначені нище.

➤ Висока продуктивність та економія ресурсів. Автоматизація лінії розпилу Linck дозволяє значно збільшити обсяги виробництва без необхідності значного збільшення робочої сили. Завдяки високій швидкості обробки та мінімізації людського фактору, лінія здатна забезпечити високу продуктивність при збереженні якості кінцевої продукції.

➤ Зменшення відходів. Лінія Linck має вбудовані системи для оптимального розпилу деревини, що значно знижує кількість відходів. Автоматизація дозволяє уникати помилок у процесі розпилювання, що призводить до більш точного використання сировини і мінімізації втрат.

➤ Висока якість продукції. Завдяки використанню сучасних технологій та автоматичних налаштувань, пиломатеріали, що виготовляються на лінії Linck, відповідають високим стандартам якості. Точне калібрування та сортування пиломатеріалів гарантують їхню відповідність вимогам ринку та підвищену міцність.

➤ Гнучкість у виробництві. Лінія Linck дозволяє працювати з різними типами деревини, включаючи хвойні та листяні породи, що надає підприємствам більшу гнучкість у виборі сировини та розширює асортимент продукції.

Таким чином, використання автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck дозволяє підприємству не тільки підвищити ефективність виробництва, але й знизити витрати на обробку деревини, зменшити кількість відходів та покращити якість кінцевої продукції. Вищеописана технологія забезпечує можливість роботи з різними породами деревини та дозволяє задовольняти

високі вимоги ринку щодо точності та екологічності виробництва пиломатеріалів. Окрім цього, впровадження таких ліній на українських лісопильних підприємствах відкриває нові перспективи для розвитку галузі та зміцнення її конкурентоспроможності на світовому ринку.

2.3. Методика розрахунків продуктивності виробничого обладнання

Розрахунок виробничої потужності дільниць, а також визначення продуктивності транспортних засобів і механізмів, які використовуються для навантажувальних і розвантажувальних робіт, здійснюється на основі середніх розмірних характеристик сировини. Це включає в себе врахування таких параметрів, як вага, обсяг і розмірно-якісна характеристика сировини, що підлягає переробці. Такий підхід дозволяє забезпечити точніші та ефективніші розрахунки, що сприяють оптимізації виробничих процесів і зменшенню енергетичних витрат на кожному етапі. З урахуванням цих даних проводиться оцінка необхідної кількості та потужностей відповідного обладнання для досягнення максимальної ефективності на всіх етапах технологічного циклу, від доставки сировини до її кінцевої обробки.

Середня довжина колод обчислюється за формулою [10, 11]:

$$L_{\text{ср}} = \frac{L_1 n_1 + L_2 n_2 + \dots + L_i n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}, \quad (2.1)$$

де $L_{\text{ср}}$ – середня довжина колоди, м;

$L_{1,2,\dots,i}$ – задані довжини колод, м;

$n_{1,2,\dots,i}$ – кількість колод, шт.

Середній об'єм колод обчислюється за формулою [10, 11]:

$$q_{\text{ср}} = \frac{Q}{n}, \quad (2.2)$$

де $q_{\text{ср}}$ – середній об'єм колоди;

Q – розрахунок сировини на 1000 м³;

n – кількість колод.

Середній відсоток об'ємного виходу обчислюється за формулою [10, 11]:

$$P = \frac{V_{\Pi}}{V_c} * 100, \quad (2.3)$$

де V_c – об'єм річної програми всього виходу з колоди, м³;

V_{Π} – об'ємний вихід пиломатеріалів з колоди, м³.

Баланс деревини розраховується за формулою [10, 11]:

$$Q_c = V_{\Pi} + V_{\text{кв}} + V_{\text{т}} + V_{\text{в}} + V_{\text{р}}, \quad (2.4)$$

де Q_c – об'єм пиловника, м³;

V_{Π} – об'єм пиломатеріалів, м³;

$V_{\text{кв}}$ – об'єм кускових відходів, м³;

$V_{\text{т}}$ – об'єм тирси, м³;

$V_{\text{в}}, V_{\text{р}}$ – втрати деревини на всихання і розпил, м³.

Об'єм кускових відходів і технологічної тріски розраховується за формулами [10, 11]:

$$V_{\text{кв}} = Q_c - (V_{\Pi} + V_{\text{т}} + V_{\text{в}} + V_{\text{р}}), \quad (2.5)$$

$$V_{\text{тт}} = V_{\text{кв}} * K, \quad (2.6)$$

де K – коефіцієнт виходу технологічної тріски з кускових відходів ($K=0,7\dots0,9$).

Продуктивність брусувального верстату (лінії Linck) визначається за формулою [10, 11]:

$$P_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{зм}} * U * k_{\text{м}} * k_{\text{р}}}{L_{\text{р}}}, \text{ шт/зм.} \quad (2.7)$$

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

U – швидкість подачі, м/хв;

$L_{\text{р}}$ – довжина різки, м;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт використання потоку;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Продуктивність повздовжньо-обрізного верстату визначається за [10, 11]:

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} * U * k_m * k_p}{L_p}, \text{ шт/зм.} \quad (2.8)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, м/хв;

L_p – довжина різку, м;

K_m – коефіцієнт використання потоку;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу.

Продуктивність багатопильного двухвального верстату визначається за формулою [10, 11]:

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} * U * k_m * k_p}{L_p}, \text{ шт/зм.} \quad (2.9)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв;

U – швидкість подачі, м/хв;

L_p – довжина різку, м;

K_m – коефіцієнт використання потоку;

K_p – коефіцієнт використання робочого часу.

Розрахунок виробничої потужності та завантаженості основного технологічного обладнання за зазначеною методикою викладено у пункті 3.2 Розділу III.

З вище сказаного можна зробити висновок, що використання автоматизованої лінії розпилу Link значно покращує ефективність лісопильного виробництва, знижує витрати на обробку деревини та гарантує високу якість готової продукції. Окрім цього, автоматизація процесів дозволяє мінімізувати відходи, підвищити продуктивність і забезпечити точне виконання всіх операцій – від сортування сировини до упаковки готових пиломатеріалів.

РОЗДІЛ ІІІ

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛОПРОДУКЦІЇ НА ТОВ «УХЛК»

3.1. Опис технологічного процесу виготовлення пилопродукції на підприємстві

Технологічний процес виготовлення пилопродукції на підприємстві є складною послідовністю операцій, яка включає кілька основних етапів, що забезпечують ефективне перетворення сировини на готову продукцію. Від якості та точності виконання кожного етапу залежить не тільки кінцева продукція, але й економічна ефективність підприємства. Виготовлення пиломатеріалів передбачає не лише розпилювання деревини, а й подальшу обробку, сушіння, сортування та пакування готової продукції.

Основні етапи технологічного процесу виготовлення продукції передбачають виконання різноманітних операцій, що виконуються на різних дільницях, а саме: приймання та підготовку сировини, її розпилювання за допомогою спеціалізованих ліній, верстатів, обробку пиломатеріалів для досягнення необхідних геометричних характеристик, сушіння для зниження вологості, а також сортування й упаковку готової продукції.

На підприємстві для виробництва кінцевої продукції лісосировина проходить кілька етапів обробки на різних виробничих дільницях, які зазначені нище.

➤ Дільниця лінія сортування та корування HOLTES. Основна мета – окорування колод та їх раціональне відсортування. На кожній частині дільниці у робітника є своє завдання яке він має виконувати, і кожен має свою класифікацію як працюючого. Структура підпорядкування на дільниці передбачає чітке розподілення обов'язків серед працівників, де кожен має визначену роль та підпорядковується безпосередньому керівнику, що забезпечує ефективне управління та виконання технологічних процесів

(рис. 3.1). Дільниця працює в 2 зміни. Чисельність працюючих – 28 робітників.



Рис. 3.1. Структура підпорядкування працівників на дільниці лінії сортування та корування HOLTEC

Технологічне устаткування й обладнання дільниці: Грейфер-екскаватор – SENNEBOGEN 825 (рис.3.2).



Рис. 3.2. Грейфер-екскаватор – SENNEBOGEN 825 для розвантаження та завантаження лісосировини

Слід зазначити, що екскаватори типу SENNEBOGEN призначені для виконання широкого спектра земляних і вантажно-розвантажувальних робіт у різних галузях промисловості, зокрема в лісовій та будівельній сферах. Завдяки своїй високій маневреності, потужності та надійності, ці машини використовуються для роботи з важкими матеріалами, обробки ґрунтів та розвантаження сировини на великих підприємствах. Технічна характеристика автоекскаватора представлена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Технічна характеристика автоекскаватора SENNEBOGEN

Параметр	Одиниці	Параметр	Одиниці
Вага	33 т	Довжина транспорту	10,38 м
Транспортна ширина	3 м	Транспортна висота	3,55 м
Ширина доріжки	600 мм	Стріла	UA
Макс. досяг. горизонталі	13 м	Серія моделі	R
Виробник двигуна	Cummins	Тип двигуна	QSB6.7-C173
Потужність двигуна	129 кВт	Робочий об'єм	13 л

➤ Дільниця лінія корування і сортування HOLTEC. Основна функція лінії HOLTEC полягає в коруванні колод та безперебійній їх сортуванні у відповідні кармани. Після сканування колод, якщо сканери виявляють, що діаметр колоди менший за мінімальний (14 см) або більший за максимальний (58 см), а також у випадку великої кривизни, конусності або овальності, лінія автоматично направляє їх у відповідні кармани (рис. 3.3). Після корування колода проходить через металошукач, і якщо в деревині виявляється метал, колода автоматично скидається. Окрім цього, виробничий процес на дільниці включає кілька етапів перевірки та обробки лісосировини. Так, після прибуття машини з лісом на підприємство, вона проходить перевірку на радіаційний рівень на прохідній. Якщо рівень радіації допустимий, машина направляється на ділянку до приймального лісу.



Рис. 3.3. Лінія сортування лісосировини

У разі виявлення підвищеного рівня радіації, машина відправляється в спеціальну радіаційну зону, де робітники нарізають стружку з кількох колод для аналізу в лабораторії. Лабораторія протягом двох годин дає висновок: якщо підтверджується підвищений рівень радіації, на машину накладається

рекламація, а якщо радіації не виявлено, колоди можуть бути направлені на розвантаження. Після перевірки на радіацію, приймальник лісу здійснює візуальний огляд та вибіркове вимірювання колод. Якщо колоди відповідають вимогам ТУУ, вони одразу направляються на загрузочний стіл. У разі виявлення дефектних колод та/або таких, що не можуть бути оброблені на лінії, машина спрямовується до рекламацийної зони. Після того як навантажувач завантажує колоди на стіл, оператор вмикає подачу ланцюга, і колоди починають рухатися по ступінчатому пристрою подачі для подальшої обробки.

Якщо комлева частина колоди занадто товста або має складну або просту закомлистість, кривизну чи конусність, оператор перевертає колоду маніпулятором так, щоб комлевий кінець знаходився зверху, і направляє її на формувальне плече (фрезу). Це дозволяє зменшити діаметр або коригувати кривизну колоди. Після проходження формувального плеча, колода проходить через дві підпирні установки, потім потрапляє на ступінчатий розподільвач, а звідти – на конвеєр (роликові направляючі) для подальшої обробки (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Лінія (конвеєр) для оциліндрування колод

Після оциліндрування сканер передає результати в комп'ютер операторів і програма автоматично вирішує чи пропустити колоду або скинути в один з 5-ти карманів:

- 95 карман – кривизна, конусність, овальність <2,75 м;
- 96 карман – колоди з малим діаметром <14 см;
- 97 карман – кривизна, конусність, овальність;
- 98 карман – діаметр більше 58 см;
- 99 карман – довжина більше 5,3 м.

Наступним етапом є зняття кори за допомогою окорувального верстату – VK8000HD (рис. 3.5). Так, принцип роботи окорувального верстату VK8000HD базується на використанні обертових ножів, які ефективно знімають кору з колод під час їх руху через машину (рис. 3.6). Колоди подаються в обробку за допомогою спеціального подаючого механізму, де вони проходять через кілька послідовних етапів. Спочатку деревина подається на обертальний барабан, оснащений ножами, що обертаються з великою швидкістю. Ножі знімають кору, не пошкоджуючи саму деревину, завдяки чітко налаштованим параметрам обробки. Цей процес дозволяє досягти високої точності та однорідності очищення колод.



Рис. 3.5. Загальний вигляд окорувального верстату – VK8000HD

Також окорувальний верстат VK8000HD оснащений системами автоматичного регулювання для підстроювання під різні розміри та

характеристики колод, що забезпечує універсальність обладнання для різних типів деревини. В результаті, верстат забезпечує ефективну та якісну обробку деревини, підготовленої для подальшого використання в процесах пиляння та обробки.



Рис. 3.6. Окорувальні ножі верстату VK8000HD

Після окорювання лісоматеріали круглі направляються по конвеєру до металошукача, який здійснює перевірку на наявність металевих предметів у деревині (рис. 3.7). Це дозволяє виявити можливі забруднення металом та запобігти пошкодженню обладнання на подальших етапах обробки. Слід зазначити, що уся станина біля металошукача в радіусі двох метрів обшита виключно деревиною, для того щоб металошукач не давав похибку, чи бракував колоду. Якщо в колоді буде виявлений метал колода буде автоматично скинута після сканера №2 (НМ) в карман 0.



Рис. 3.7. Лінія зі сканування колод на наявність металевих предметів

Після проходження лінії сканування колод на наявність металевих предметів, де деревина перевіряється на можливі забруднення, колоди подаються на лінію розпилу Linck.

➤ Дільниця лінія розпилу лісоматеріалів круглих Linck. Лінія оснащена сучасним обладнанням, яке дозволяє точно розпилювати деревину на пиломатеріали з відповідними розмірами та характеристиками (рис. 3.8). Процес розпилювання здійснюється з високою точністю, що забезпечує мінімальні втрати сировини та покращує якість кінцевої продукції. Лінія Linck автоматично налаштовується на задані параметри розпилу, враховуючи діаметр та довжину колод, що дозволяє ефективно використовувати весь обсяг сировини. Таким чином, лінія розпилу забезпечує високу продуктивність та оптимізацію виробничого процесу.



Рис. 3.8 Лінія розпилу лісоматеріалів круглих – **Linck**

Окрім цього, технологічний процес розпилювання колод на лінії розпилу LINCK передбачає сканування кожної колоди перед її подачею до обладнання для розпилу. Спочатку колоди скануються за допомогою високоточних датчиків, що дозволяють визначити їх діаметр, довжину, форму та можливі сортоутворюючі ознаки (тріщини, гнилизна, зміщена серцевина, кривизна тощо) (рис. 3.9). Це дозволяє автоматично налаштувати параметри лінії розпилу, забезпечуючи максимальну точність та ефективність обробки кожної колоди. На основі отриманих даних система оптимізує процес, автоматично вибираючи найкращу схему розкрою для кожної окремої колоди, що

мінімізує відходи та покращує вихід продукції (рис. 3.10). Колоди надходять на лінію, де вони проходять через пилові механізми, що здійснюють розпилювання відповідно до заданих параметрів. Завдяки цьому підвищується якість пиломатеріалів, забезпечується економія часу та ресурсів, а також досягається висока продуктивність, що дозволяє підприємству задовольняти попит на різноманітні типи пиломатеріалів для будівельної та інших галузей промисловості.

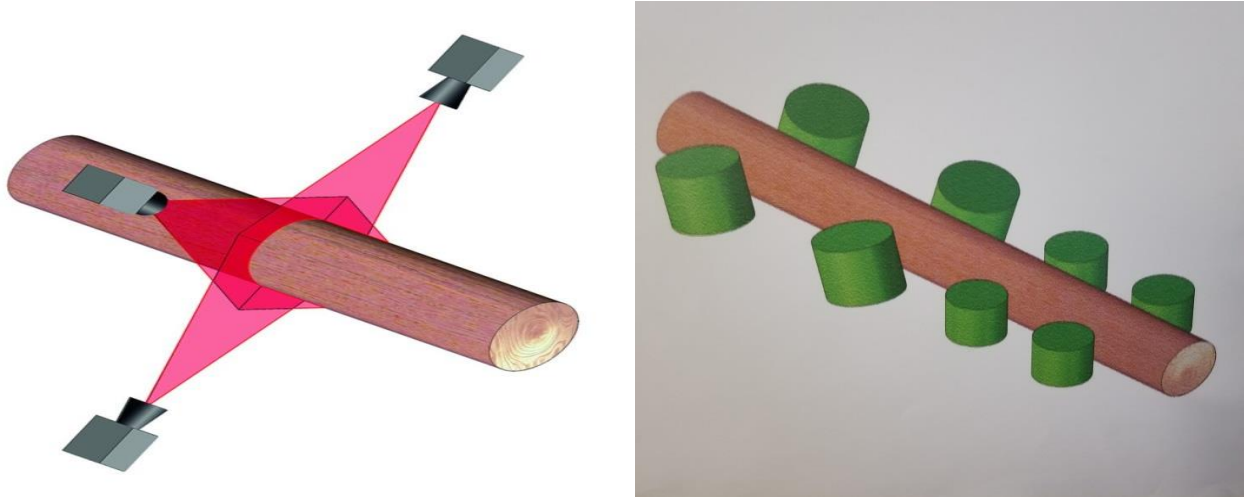


Рис. 3.9. Приклад сканування лісоматеріалів круглих

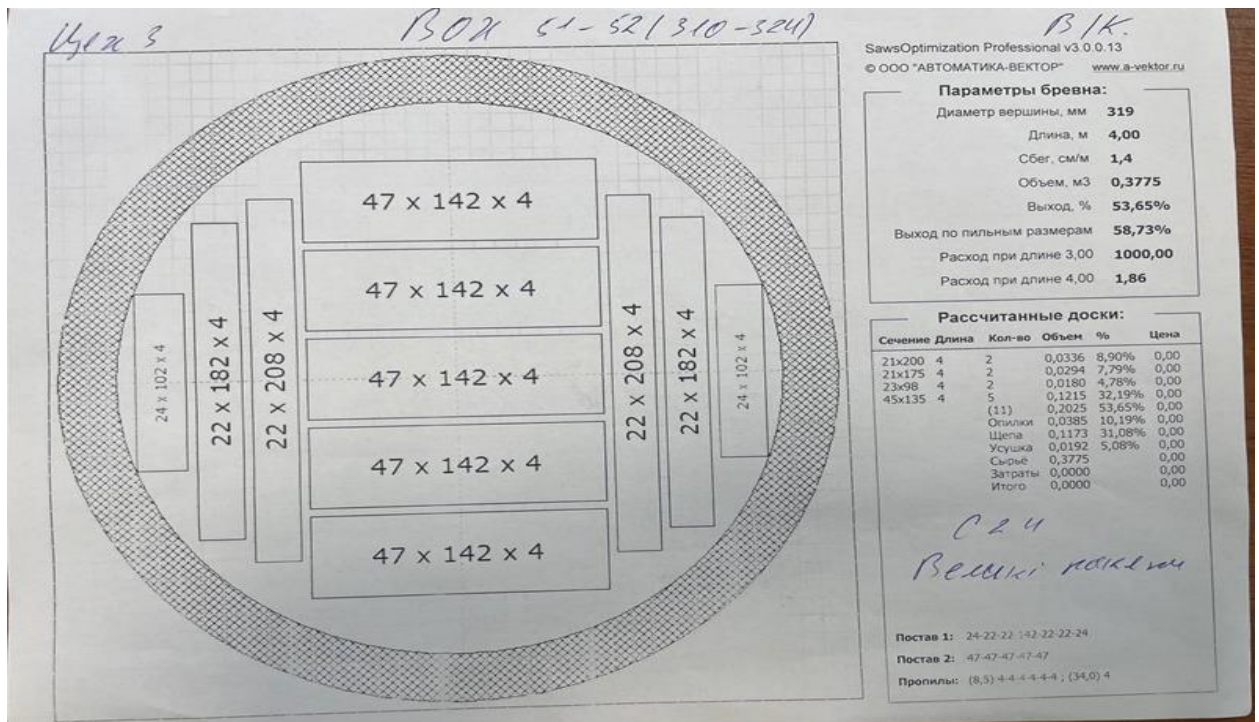


Рис. 3.10. Типова схема розкрою колоди на пилопродукцію

За вищезазначеною схемою розкрою, лісоматеріали круглі розпилюються на пилопродукцію на фрезерно-брусувальній лінії. Принцип роботи верстату полягає в обробці деревини шляхом фрезерування та брусування для досягнення точних геометричних параметрів пиломатеріалів. Такого типу обладнання дозволяє проводити операції по зменшенню товщини та коригуванню форми колод чи пиломатеріалів. Окрім цього, верстат оснащений фрезами та ножами, які здійснюють обробку деревини, знімаючи незначні шари матеріалу для досягнення потрібної товщини або рівності поверхні (рис. 3.11 та 3.12).

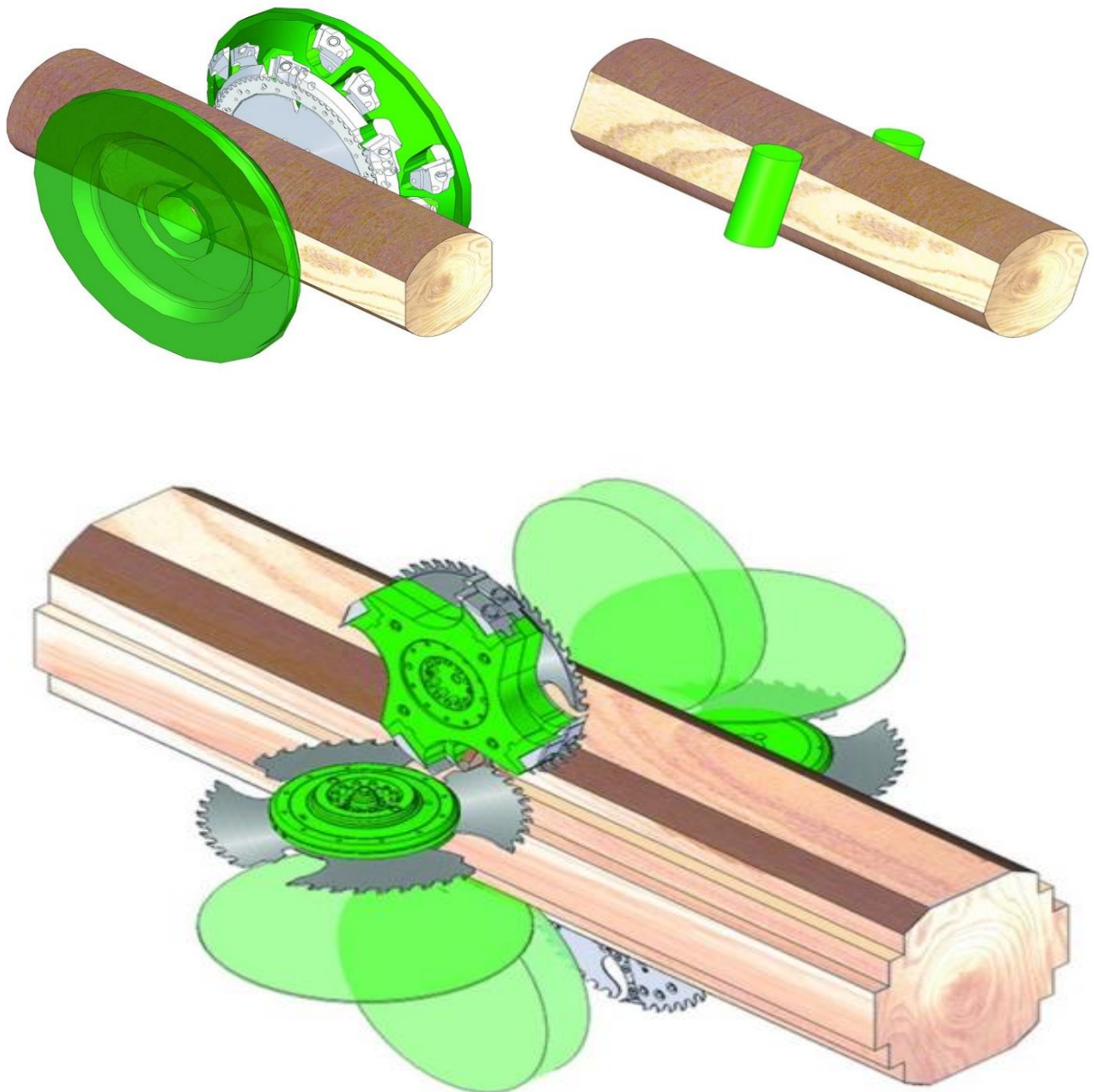


Рис. 3.11. Схема випилювання пилопродукції на брусувальній лінії

Слід зазначити, що фрезерно-брусувальна лінія забезпечує високу точність обробки, дозволяючи виготовляти пиломатеріали з чіткими розмірами та гладкими поверхнями (рис. 3.13). Операція брусуння полягає в обробці більшої площі матеріалу для досягнення рівності і усунення дефектів, таких як нерівності або зазубреності, що виникають під час попередніх етапів обробки.



Рис. 3.12. Загальний вигляд фрезерно-брусувальної лінії

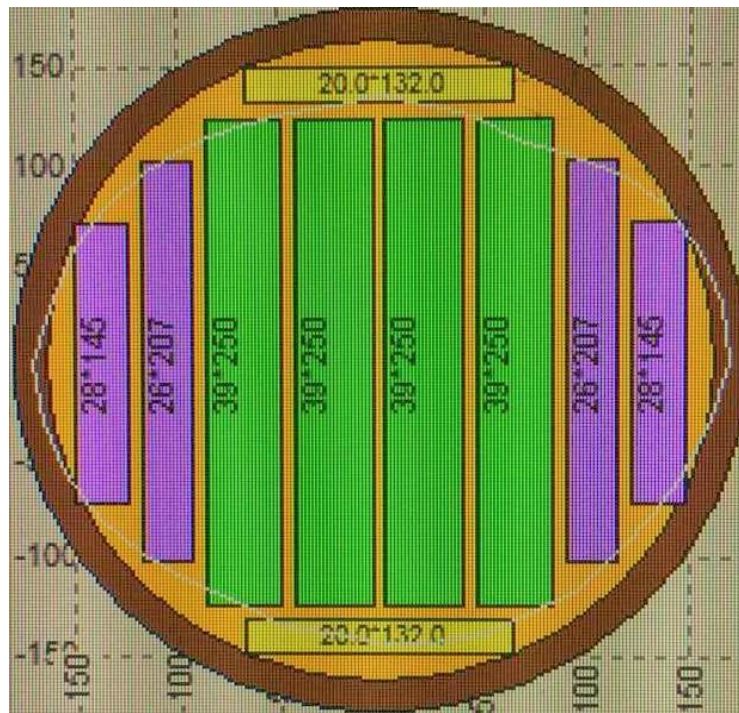


Рис. 3.13. Схема випилювання пиломатеріалів

Таким чином, технологічний процес розпилювання колод на лінії розпилу Linck свідчить про високий рівень автоматизації та ефективності цього процесу. Використання сучасних технологій, таких як сканування колод для виявлення дефектів і оптимізація параметрів розпилу, забезпечує точність та мінімізацію відходів при переробці деревини. Лінія Linck дозволяє досягти високої продуктивності при одночасному забезпеченні якості пиломатеріалів, що відповідають вимогам ринку. Це дозволяє підприємству не тільки знижувати витрати на сировину, а й покращувати економічні показники виробництва.

3.2. Розрахунок продуктивності технологічного обладнання дільниці розкрою лісоматеріалі круглих

Розрахунок продуктивності технологічного обладнання на дільниці розкрою круглих лісоматеріалів полягає в визначенні кількості розпиленої лісосировини за певний період, з урахуванням таких параметрів, як швидкість обробки, розміри та якісні характеристики деревини. Це дозволяє

оптимізувати виробничі процеси та забезпечити ефективне використання обладнання для досягнення високих результатів при мінімальних витратах.

Специфікація сировини, розрахована на 1000 м³, представлена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Специфікація лісосировини

Діаметр колоди d, см	Об'єм колоди q, м ³	Довжина колоди, l, м	Об'єм на 1000 м ³		
			%	м ³	шт.
16	0,110	4,5	22	220	2000
26	0,320	5	58	580	1813
36	0,480	4	20	200	417
			100	1000	4230

Розрахунок виробничої потужності лісопильної ділянки, транспортних засобів та продуктивності механізмів для навантажувальних і розвантажувальних робіт проводять за середніми розмірними характеристиками сировини.

Середня довжина лісоматеріалів круглих обчислюється за формулою (2.1):

$$L_{\text{ср}} = \frac{2000 * 4,5 + 1813 * 5 + 417 * 4}{4230} = 4,6 \text{ м.}$$

Стандартна довжина 4,5 м.

Середній об'єм лісоматеріалів круглих обчислюється за формулою (2.2):

$$q_{\text{ср}} = \frac{1000}{4230} = 0,236 \text{ м}^3.$$

Середній діаметр лісоматеріалів круглих визначаємо за середніми довжиною та об'ємом колоди згідно з таблицею об'ємів (ДСТУ 4020-2-2001) [12], що становить: $d_{\text{ср}} = 24 \text{ см.}$

Складаємо специфікацію сировини на річну програму для обрізних пиломатеріалів. Дані заносимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Специфікація сировини на річну програму

Діаметр колоди d, см	Об'єм колоди q, м ³	Довжина колоди, l, м	Об'єм на річну програму		
			%	м ³	шт.
16	0,110	4,5	22	3960	36000
26	0,320	5	58	10440	32625
36	0,480	4	20	3600	7500
			100	18000	76125

Після чого проводимо розрахунок нормативного виходу пиломатеріалів та зводимо результати у табл. 3.4. Специфікацію обрізних пиломатеріалів наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.4

Нормативний вихід на пиломатеріали обрізні

Діаметр колоди d, см	Перероблено за рік, м ³	Нормативний вихід, %	Нормативний вихід, м ³
16	3960	59	2336,4
26	10440	63,6	6639,8
36	3600	63,6	2289,6
			11265,8

Таблиця 3.5

Специфікація обрізних пиломатеріалів

Товщина дощок, мм	44	32	25	19	Всього
Кількість, м ³	4506,3	3830,3	1915,1	1013,9	11265,8
% співвідношення	40	34	17	9	100

Після того, як було розраховано специфікацію сировини згідно з виробничою програмою, наступним етапом є складання плану розкрою лісосировини та його розрахунків.

Далі проводимо складання та розрахунок поставів на розпилювання колод. А саме, виконуємо типовий розрахунок поставу для розпилювання колод з хвойної породи деревини (сосна, модрина), діаметром 16 см і довжиною 4 м (Агр.= 87,5 мм; Акр.= 65,9 мм).

Висота бруса: $160 \cdot 0,7 = 112$ мм. Звідси, приймаємо стандартну висоту бруса – 100 мм.

Після чого проводимо складання поставу (рис. 3.14 та 3.15):

I прохід: 25-100-25

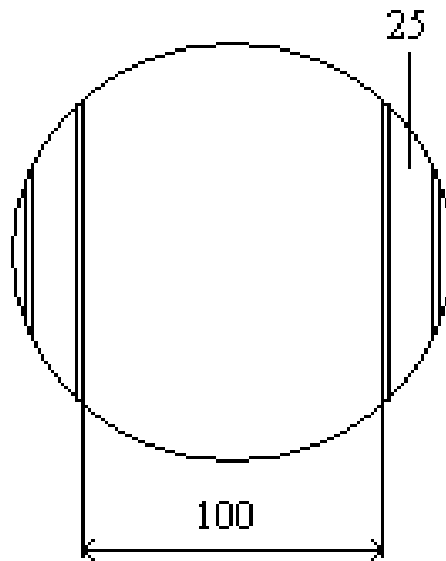


Рис. 3.14. Схема розкрою лісоматеріалу круглого на необрізні пиломатеріали та брус (I прохід)

II прохід: 25-32-32-32-25

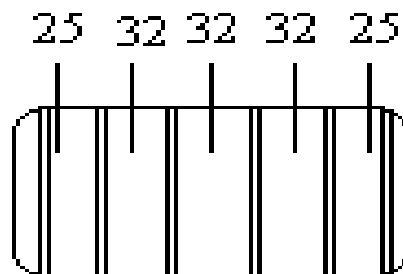


Рис. 3.15. Схема розкрою двокантного бруса на обрізні та необрізні пиломатеріали

Після чого отримані результати заносимо в табл. 3.6.

**Розрахунок постава для розпилювання колод на обрізні пиломатеріали
(d = 16 см)**

Постав		Витрата ширини напівпоставу, мм.	Відстань від осі колоди до зовнішньої пласті дошки, мм.	Стандартна ширина дошки, мм	Номінальна довжина дошки, м	Об'єм однієї дошки, м	Об'ємний вихід з колоди		Загальний об'єм дошок за специфікацією сировини, м ³
Товщина дошок, мм.	Кількість дошок, шт.						м ³	%	
Модрина, d = 16 см (A _{гр.} = 87,5 мм; A _{кр.} = 65,9 мм), L = 4,5 м, q = 0,11 м ³ , n = 36000 шт.									
Перший прохід:									
100	1	51,4	51,4	-	-	-	-	-	-
25	2	29,4	80,8	75	2,5	0,0047	0,0094	8,52	338,4
Другий прохід:									
32	1	16,5	16,5	100	4,5	0,0144	0,0144	13,09	518,4
32	2	36,6	53,1	100	4,5	0,0144	0,0288	26,18	1036,8
25	2	29,4	82,5	75	2	0,0038	0,0075	6,82	270
Разом							0,0601	54,61	3988,8

Виконуємо розрахунок постачання для розпилювання колод з деревини модрина, діаметром 26 см і довжиною 5 м (A_{гр.} = 143 мм; A_{кр.} = 115,5 мм).

Висота бруса: $260 \cdot 0,7 = 182$ мм. Звідси, приймаємо стандартну висоту бруса – 175 мм.

Після чого проводимо складання поставу (рис. 3.16 та 3.17):

I прохід: 19-25-175-25-19

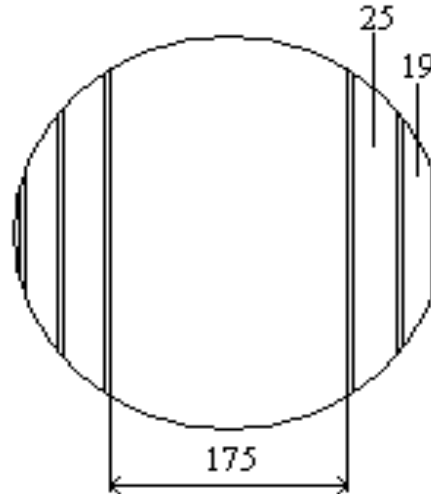


Рис. 3.16. Схема розкрою лісоматеріалу круглого на необрізні пиломатеріали та брус (I прохід)

II прохід: 32-44-44-44-44-32

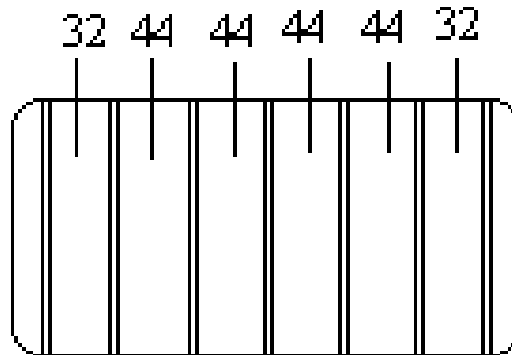


Рис. 3.17. Схема розкрою двокантного бруса на обрізні та необрізні пиломатеріали

Після чого отримані результати заносимо в табл. 3.7.

**Розрахунок постави для розпилювання колод на обрізні пиломатеріали
(d = 26 см)**

Постав		Витрата ширини напівпоставу, мм.	Відстань від осі колоди до зовнішньої пласті дошки, мм.	Стандартна ширина дошки, м	Номинальна довжина дошки, м	Об'єм однієї дошки, м	Об'ємний вихід з колоди		Загальний об'єм дошок за специфікацією сировини., м ³
Товщина дошок, мм.	Кількість дошок, шт.						м ³	%	
Модрина, d = 26 см (A _{гр.} = 143,0 мм; A _{кр.} = 115,5 мм), L = 5 м, q = 0,32 м ³ , n = 32625 шт.									
Перший прохід:									
175	1	89,7	89,7		-	-	-	-	-
25	2	29,4	119,1	100	5	0,0125	0,025	7,81	815,62
19	2	23,2	142,3	75	1,5	0,0021	0,0043	1,34	140,3
Другий прохід:									
44	2	47,2	47,2	175	5	0,0385	0,0770	24,06	2512,1
44	2	47,5	94,7	175	5	0,0385	0,0770	24,06	2512,1
32	2	36,6	131,3	100	3,5	0,0112	0,0224	7,00	730,8
Разом							0,2014	64,27	6710,9

Виконуємо розрахунок постачання для розпилювання колод з деревини модрина, діаметром 36 см і довжиною 4 м (A_{гр.}= 209,5 мм; A_{кр.}= 169,1 мм).

Висота бруса: $360 \cdot 0,7 = 252$ мм. Звідси, приймаємо стандартну висоту бруса – 250 мм.

Після чого проводимо складання поставу (рис. 3.18 та 3.19):

I прохід: 19-32-250-32-19

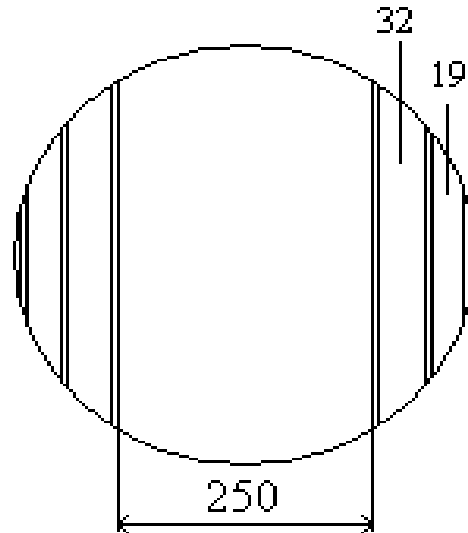


Рис. 3.18. Схема розкрою лісоматеріалу круглого на необрізні пиломатеріали та брус (I прохід)

II прохід: 19-19-25-32-44-44-44-32-25-19-19

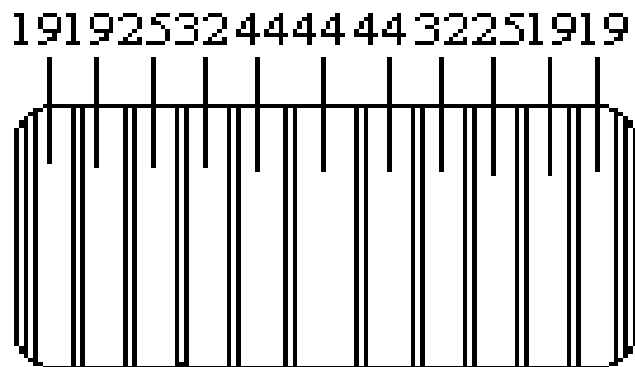


Рис. 3.19. Схема розкрою двокантного бруса на обрізні та необрізні пиломатеріали

Після чого отримані результати заносимо в табл. 3.8.

**Розрахунок постави для розпилювання колод на обрізні пиломатеріали
(d = 36 см)**

Постав		Витрага ширини напівпоставу, мм.	Відстань від осі колоди до зовнішньої пласті дошки, мм.	Стандартна ширина дошки, м	Номінальна довжина дошки, м	Об'єм однієї дошки, м	Об'ємний вихід з колоди		Загальний об'єм дощок за спеціфікацією сировини, м ³
Товщина дощок, мм.	Кількість дощок, шт.						м ³	%	
Модрина, d = 36 см (A _{гр.} = 189,0 мм; A _{кр.} = 169,1 мм), L = 4 м, q = 0,48 м ³ , n = 7500 шт.									
Перший прохід:									
250	1	128,1	128,1	-	-	-	-	-	-
32	2	36,6	164,7	125	4	0,0160	0,032	6,67	240
19	2	23,2	187,9	75	1,5	0,0021	0,0043	0,89	32,2
Другий прохід:									
44	1	22,7	22,7	250	4	0,0440	0,0440	9,17	330
44	2	47,5	70,2	250	4	0,0440	0,0880	18,33	660
32	2	36,6	106,8	250	4	0,0320	0,0640	13,33	480
25	2	29,4	136,2	225	4	0,0225	0,0450	9,38	337,5
19	2	23,2	159,4	150	4	0,0114	0,0228	4,75	171
19	2	23,2	182,6	75	2,5	0,0036	0,0071	1,48	53,2
Разом							0,3072	64,00	2303,9

Після розрахунків поставів проводимо перевірку відповідності до заданого співвідношення пиломатеріалів. Так, об'єм пиломатеріалів товщиною 44, 32, 25, 19 мм випиляних з колод 16, 26, і 36 см відповідно складає 6014,2; 3006; 1761,5; 396,7 м³, що становить від загального об'єму відповідно 53,8 %; 26,8 %; 15,75 %; 3,54 %.

Об'ємний вихід пилопродукції (%) для діаметрів становить:
 $d = 16 \text{ см} - 54,61 \%$; $d = 26 \text{ см} - 64,27 \%$; $d = 36 \text{ см} - 64,00 \%$.

Складання плану розкрою пиловочної сировини для обрізних пиломатеріалів, результати зводимо до табл. 3.9.

Таблиця 3.9

План розкрою лісоматеріалів круглих на обрізні дошки

Діаметр колод, см.	Кількість колод, шт.	Постав	Розміри пиломатеріалів, мм.									
			44x 175	44x 250	32x 100	32x 125	32x 250	25x 75	25x 100	25x 225	19x 75	19x 150
			Кількість пиломатеріалів за специфікацією, м ³ .									
			4506,3		3830,3			1915,1			1013,9	
16	36000	25- 100-25						338,4				
		25-32- 32-32- 25			1555,2			270				
26	32625	25- 200-25						815,62			140,3	
		25-32- 50-50- 50-32- 25-	5024,2		730,8							
36	7500	25-32- 250- 32-25				240					32,2	
		16-16- 25-50- 50-50- 50-25- 16-16		990			480			337,5	171	53,2
Всього виконано, м ³			5024,2	990	2286	240	480	608,4	815,62	337,5	343,5	53,2
Разом даної товщини, м ³			6014,2		3006			1761,5			396,7	
Недовиконано, м ³ (%)			-		824,3 (21,5)			153,6 (8,02)			617,2 (60,8)	
Перевиконано, м ³ (%)			1507,9 (33,4)		-			-			-	

Таким чином, недовиконано план по пиломатеріалах:

19 мм – на 60,8 %;

25 мм – на 8,02 %;

32 мм – на 21,5 %.

Перевиконано план по пиломатеріалах:

44 мм – на 33,4 %

Середній відсоток об'ємного виходу пиломатеріалів складає:

$$P = \frac{13003,6}{18000} * 100 = 72,24 \% .$$

Нормативний вихід пиломатеріалів становить 63,6 %.

За отриманим виходом на 1 м³ пиломатеріалів потрібно затратити таку кількість сировини:

$$100/72,24 = 1,38 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм пиловочної сировини для випилювання нормативного об'єму пиломатеріалів складає:

$$11265,8 * 1,38 = 15546,8 \text{ м}^3.$$

Різниця складає: 18000 – 15546,8 = 2453,2 м³.

На 2453,2 м³ недовитрачено лісосировини. Тобто досягнуто більшого відсоткового виходу пиломатеріалів, ніж за нормативом. Але відсоткове співвідношення по пиломатеріалах не співпадає з заданим.

Таким чином, відсоткове співвідношення по пиломатеріалах наступне:

- 19 мм = 3,54 % (9 %);
- 25 мм = 15,75 % (17 %);
- 32 мм = 26,8 % (34 %);
- 44 мм = 53,8 % (40 %).

Аналізуючи розрахунок поставу, можна зробити висновок, що постав для розкрою обрізних пиломатеріалів повністю завантажений.

Змінивши постав на розпилювання лісоматеріалів круглих можна збільшити кількість пиломатеріалів товщиною 32 і 19 мм. При цьому

зменшиться кількість пиломатеріалів товщиною 44 мм, а загальний відсоток об'ємного виходу залишиться таким же.

Складання та розрахунок балансу деревини. Баланс деревини – це процес розподілу деревини за різними видами пилопродукції, відходів та втрат. Він розраховується на основі прийнятих поставів і значною мірою залежить від розмірів колод та пиломатеріалів, їх якості, методів розпилювання, товщини пилок та інших факторів. Позабалансовими відходами є кора, яка складає приблизно 10...15 % об'єму колоди, а також припуски деревини за довжиною колоди, що становлять 0,5...1,0 %.

Баланс деревини, що розрахований за формулою (2.4) приведений у табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Баланс розкрою лісосировини на обрізні пиломатеріали

Назва продукції, відходів	Процент від об'єму сировини, %	Об'єм річної програми з розпилювання сировини, м ³
Пиломатеріали	72,24	13003,6
Тирса	15	2700
Усушка	5	900
Втрати на розпил	2	360
Кускові відходи	5,76	1036,4
Разом	100	18000

$$V_{\text{кв}} = 18000 - (13003,6 + 2700 + 900 + 360) = 1036,4 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{тт}} = 4665 * 0,8 = 829,12 \text{ м}^3.$$

Згідно з результатами розрахунків, при комплексному використанні сировини обсяг технологічних втрат під час розкрою на обрізні пиломатеріали становив 829,12 м³ при річному обсязі сировини 18000 м³.

Розрахунок завантаження лінії з розкрою лісоматеріалів круглих. Типовий розрахунок продуктивності брусувального верстату (лінія Linck) за формулою (2.7) зведено у табл. 3.11.

Приклад розрахунку:

$$ПЗМ = \frac{480 * 10 * 0,8 * 0,7}{4,5} = 597 \text{ шт/зм.}$$

$$Нч. в = \frac{T_{ЗМ}}{ПЗМ} = \frac{480}{597} = 0,80 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{Нч. в * 1000}{60} = \frac{0,80 * 1000}{60} = 13,33 \text{ год.}$$

Таблиця 3.11

Продуктивність брусувального верстату (лінія Linck)

Найменування одиниця, що обробляють	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт.	Час, хв	Час на 1000 розпилів, Ті
	L	d	-		Етап	
Повздовжній розкрій						
П/М Модрина (сосна)	4500	≈240	-	597	0,80	13,33
Разом						13,33

Розрахунок продуктивності повздовжньо-обрізного верстату за формулою (2.8) зведено у табл. 3.12.

Приклад розрахунку:

$$ПЗМ = \frac{480 * 12 * 0,8 * 0,7}{4,5} = 717 \text{ шт/зм.}$$

$$Нч. в = \frac{T_{ЗМ}}{ПЗМ} = \frac{480}{717} = 0,67 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{Нч. в * 1000}{60} = \frac{0,67 * 1000}{60} = 11,17 \text{ год.}$$

Продуктивність повздовжньо-обрізного верстату

Найменування одиниця, що обробляють	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв	Час на 1000 розпилів, Ті
	Д	Ш	Т		Етап	
Повздовжній розкрій						
П/М Сосна	4500	≈240	44	717	0,67	11,17
Разом						11,17

Розрахунок продуктивності багатопильного двухвального верстату за формулою (2.9) зведено у табл. 3.13.

$$П_{зм} = \frac{480 * 7 * 0,8 * 0,7}{4,5} = 418 \text{ шт/зм.}$$

$$Н_{ч.в} = \frac{T_{зм}}{П_{зм}} = \frac{480}{418} = 1,15 \text{ хв.}$$

$$T_{1000} = \frac{Н_{ч.в} * 1000}{60} = \frac{1,15 * 1000}{60} = 19,16 \text{ год.}$$

Таблиця 3.13

Продуктивність багатопильного верстату

Найменування одиниця, що обробляють	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв	Час на 1000 розпилів, Ті
	Д	Ш	Т		Етап	
Повздовжній розкрій						
П/М Сосна	4500	≈240	44	418	1,15	19,16
Разом						19,16

Техніко-економічні показники підприємства ТОВ «УХЛК» для виробництва обрізних пиломатеріалів представлені в табл. 3.14.

**Основні техніко-економічні показники лісопильної дільниці для
обрізнних пиломатеріалів (розрахункові)**

Найменування показників	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Кількість встановлених розкрійних ліній		шт.	1
Продуктивність дільниці з розпилювання сировини	$Q_{річ}$	$м^3$	18000
Відсоток корисного виходу	O	%	72,24
Продуктивність дільниці щодо виробництва пиломатеріалів	$Q_1 = Q_{річ} * O / 100$	$м^3$	13003,2
Відсоток брусування сировини	$V_{обр} = Q_{бр} * 100 / Q$	%	100
Потрібна кількість рамо-змін щодо розкрою колод	$M = Q_{річ} / Q_{зм}$	р. зм	309,02

Основним видом пилопродукції, що виготовляється на підприємстві ТОВ «УХЛК», є обрізні та необрізні пиломатеріали, а також бруси та заготовки. Окрім того, підприємство має в своєму складі паркетну дільницю. Для розкрою лісоматеріалів круглих на необрізні пиломатеріали використовується лінія розпилу Linck. Так, за результатами розрахунків встановлено: нормативний вихід необрізних пиломатеріалів складає 72,24 %, а норма витрат сировини на виготовлення 1 $м^3$ пиломатеріалів становить 1,38.

РОЗДІЛ IV

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ

ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

4.1. Системи контролю якості лісо-пилопродукції

Контроль якості лісо-пилопродукції є важливим аспектом лісопильного виробництва. Від ефективності системи контролю якості залежить не лише кінцевий продукт, але й економічна ефективність підприємства, оскільки він безпосередньо впливає на відходи, витрати та конкурентоспроможність на ринку. Під лісо-пилопродукцією розуміються різні види обробленої деревини, серед яких можна виокремити обрізні та необрізні пиломатеріали, бруси, заготовки та інші варіанти продукції, що використовуються в будівництві, меблевому виробництві, а також у виготовленні інших товарів.

Основні принципи контролю якості. Система контролю якості лісо-пилопродукції передбачає використання різноманітних методів та інструментів для забезпечення відповідності кінцевої продукції встановленим стандартам і вимогам. До основних принципів контролю можна віднести напрямки, що зазначені нище.

➤ Стандартизація та нормативи – основою для контролю якості є державні та міжнародні стандарти (ДСТУ, ТУУ, ISO), які визначають вимоги до характеристик пиломатеріалів, зокрема до їх розмірів, форми, вологості, наявності дефектів і механічних пошкоджень [13-26].

➤ Перевірка сировини на всіх етапах виробництва – контроль якості має бути інтегрованим на кожному етапі виробництва. Це включає перевірку якості початкової деревини, її обробки на окремих етапах (окорювання, розпилювання, фрезерування), а також дослідження готової продукції.

➤ Автоматизація та використання сучасних технологій – для підвищення точності та швидкості контролю якості застосовуються автоматизовані системи, включаючи металодетектори, сканери та

комп'ютеризовані системи для визначення дефектів деревини, таких як тріщини, сучки, зміни текстури.

Методи контролю якості. Система контролю якості на підприємствах лісопереробної галузі використовує різноманітні методи [27].

➤ Візуальна перевірка – це базовий метод контролю, який включає огляд деревини на наявність дефектів, таких як тріщини, сучки, пошкодження, зміна кольору. Візуальний контроль зазвичай проводиться на кожному етапі обробки сировини, від приймання лісоматеріалів до отримання готових пиломатеріалів.

➤ Фізико-механічні дослідження – до таких досліджень належать випробування на міцність, гнучкість, твердість та інші механічні характеристики матеріалу. Ці випробування необхідні для забезпечення відповідності продукції вимогам будівельних стандартів.

➤ Вимірювання геометричних параметрів – контролюється точність розмірів пиломатеріалів, що включає товщину, довжину, ширину, а також рівність кутів. Це забезпечує виготовлення продукції, що відповідає технічним вимогам, з мінімальними відходами і браком.

➤ Контроль вологості – оскільки вологість деревини суттєво впливає на її властивості та довговічність, важливо контролювати цей показник. Для цього використовуються спеціальні пристрої (вологоміри) та гігрометри.

➤ Контроль на наявність металевих включень – метали можуть бути знайдені у лісоматеріалах, якщо деревина постраждала від людської діяльності чи надходила з забруднених лісосічних зон. Для їх виявлення використовуються спеціальні металодетектори, що автоматично реагують на присутність металів в деревині [28].

Інновації у системах контролю якості. З розвитком технологій лісопереробної промисловості впроваджуються нові інноваційні методи контролю якості, що значно покращують ефективність виробництва та знижують кількість браку. Одним з таких досягнень є використання

автоматизованих систем контролю, зокрема сканерів і датчиків для виявлення дефектів, таких як тріщини або несанкціоновані включення. Окрім цього, у лісопильних підприємствах активно впроваджуються системи моніторингу за допомогою комп'ютеризованих програм для збору і обробки даних про якість продукції, що дозволяє проводити аналіз і контроль в реальному часі. Це також сприяє своєчасному виявленню відхилень від нормативів і швидкому прийняттю необхідних коригувальних заходів [29].

Важливість сертифікації та стандартизації. Система сертифікації та стандартизації продукції є важливим інструментом забезпечення її високої якості. На сьогоднішній день на підприємствах лісопереробної галузі активно застосовуються стандарти якості ISO 9001, а також екологічні сертифікати ISO 14001, що підтверджують високі стандарти виробництва та відповідають міжнародним вимогам. Важливим аспектом є також сертифікація продуктів на відповідність екологічним нормам і стандартам, що стає необхідністю на сучасному ринку [30].

Роль контролю якості в зниженні витрат. Високоякісні системи контролю якості дозволяють значно зменшити виробничі витрати, оскільки завдяки точному виявленню дефектів на ранніх етапах виробництва можна знизити кількість браку і зменшити відходи. Це дозволяє підприємствам лісопереробної галузі не тільки підвищувати продуктивність, але й знижувати собівартість продукції, що є важливим фактором для підтримки конкурентоспроможності на ринку.

Таким чином, системи контролю якості лісо-пилопродукції є основою для забезпечення високого рівня конкурентоспроможності підприємств лісопереробної галузі. Вони дозволяють контролювати всі етапи виробництва, від заготівлі деревини до виготовлення готових пиломатеріалів. Інноваційні технології автоматизації та інструменти для моніторингу якості значно покращують точність та ефективність цього процесу. Застосування таких систем дає можливість знижувати витрати, підвищувати

продуктивність та отримувати високоякісну продукцію, що відповідає вимогам ринку та міжнародним стандартам.

4.2. Застосування металодетекторів для виявлення металічних включень у лісоматеріалах круглих

Для виявлення металічних включень у круглому лісі на підприємстві ТОВ «УХЛК» використовуються сучасні металодетектори, зокрема Cassel METAL SHARK BIG RD та Mesutronic TRANSTRON HL. Ці детектори встановлені на лінії окорювання HOLTEC та лінії розпилу LINCK відповідно. Виявлення металевих об'єктів у деревині стало невід'ємною частиною технологічного процесу, особливо після початку повномасштабного вторгнення росії на територію України. Поява таких іногородніх включень як кулі, уламки, цвяхи та інші металеві предмети в лісоматеріалах, обумовила необхідність додаткової перевірки сировини для запобігання пошкодження технологічного обладнання, зокрема ліній, ножів, фрез тощо.

Виробничий технологічний процес починається з вивантаження лісоматеріалів на естакаду, які спочатку проходять поверхневу перевірку та сортуються за діаметром. Потім колоди завантажуються на лінію окорювання HOLTEC, де встановлений металодетектор Cassel METAL SHARK BIG RD (рис. 4.1а), що здійснює первинне виявлення металевих включень. Після окорювання деревина потрапляє в спеціальний карман, звідки транспортується до лінії розпилу LINCK, де встановлений металодетектор Mesutronic TRANSTRON HL (рис. 4.1б), що забезпечує додаткову перевірку і гарантує відсутність металевих включень перед подальшою обробкою.

Виявлення металевих об'єктів на цьому етапі є важливим для забезпечення високої якості кінцевої продукції та продовження терміну служби технологічного обладнання. Оскільки лінії розпилу та окорювання працюють на високих швидкостях, будь-які металеві включення можуть привести до численних поломок або зниження продуктивності. Завдяки використанню цих високотехнологічних металодетекторів, підприємство

ТОВ «УХЛК» значно знижує ризик пошкодження своїх машин, що дозволяє забезпечити безперервний процес виробництва та економити ресурси на ремонт. Система металодетекторів також сприяє підвищенню безпеки виробничого процесу, оскільки знижує ризик аварій та травмування персоналу, яке може статися через контакти з металевими предметами.



а



б

Рис. 4.1. Типи металодетекторів для виявлення іногородніх включень в деревині: а – Cassel METAL SHARK BIG RD, б – Mesutronic TRANSTRON HL

Під час роботи лінії розпилу, металодетектор виявляє металеві включення у круглому сортименті та автоматично скидає колоди в спеціальний відсік, призначений для матеріалів із металевими частинами. Цей процес є критично важливим для забезпечення безперебійної роботи основного технологічного обладнання та запобігання його пошкодженню. Щоб підтримати ефективність автоматизованої лінії розпилу та мінімізувати кількість відбракованих колод, кожні 14 змін проводиться пересортування накопичених у карманах лісоматеріалів, що містять металічні включення. Цей процес дозволяє постійно підтримувати високу продуктивність лінії, зменшуючи час простоїв і витрати на ремонт обладнання.

Під час проходження виробничої практики я був залучений до розробки системи маркування металічних включень на базі металодетектора Mesutronic TRANSTRON HL (рис. 4.2). Ця система дозволяє не лише виявляти металеві предмети в деревині, а й ефективно маркувати ці колоди для подальшого сортування та обробки, що сприяє зниженню помилок і підвищенню точності в управлінні виробничим процесом. Завдяки впровадженню такої системи, підприємство отримує можливість більш чітко контролювати якість продукції та забезпечувати стабільну роботу обладнання, що важливо для досягнення оптимальних результатів у виробництві пиломатеріалів.



Рис.4.2. Місце розміщення металодетектора Mesutronic TRANSTRON HL

Окрім цього, під час проходження виробничої практики було вирішено застосувати алгоритм металодетектора та встановлену швидкість ланцюгової подачі круглого лісу в 30 м/с. Встановлено релейний вихід, який спрацьовував при отриманні сигналу від металодетектора, цей сигнал зчитувався контролером Simens (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Шафа контролю процесу сканування лісосировини металодетектором

Контролер було налаштовано таким чином, щоб забезпечити затримку часу відносно швидкості ланцюгової подачі лісоматеріалу. Для маркування колод були розглянуті кілька варіантів технології, серед яких було запропоновано наступні рішення:

➤ маркування за допомогою фарбопульту: при виявленні металевих включень металодетектор дає сигнал на реле, яке передає його на фарбувальний пристрій, що ставить на колоді маркувальну пляму;

- механічне маркування: детектор спрацьовує, передаючи сигнал на механічний штифт, який вдаряє по деревині, залишаючи на ній відмітку;
- лазерне маркування: у разі виявлення металевого включення сигнал від детектора передається на лазерну установку, яка випалює точку з металевим предметом.

Так, для реалізації процесу маркування на підприємстві було обрано перший варіант – маркування фарбопультом (рис. 4.4). Це рішення виявилось оптимальним через свою економічність, простоту в установці та використанні. Крім того, для уникнення пошкодження деревини застосовувалась акрилова водоемульсійна фарба, яка не тільки забезпечує чітке маркування, але й є безпечною для поверхні лісоматеріалу. Вибір цього методу дозволяє здійснювати ефективне маркування без ризику порушення якості пиломатеріалів, що суттєво підвищує точність подальшої обробки.



Рис. 4.4. Встановлений фарбопульт з електроклапаном

Таким чином, для подальших досліджень планується використовувати деревину, що вже пройшла маркування, і на основі цієї маркованої деревини здійснити додаткові етапи перевірки. А саме, передбачається вирізати з деревини саме ті зони, які були відмічені фарбопультом, щоб детально оцінити точність роботи запровадженого маркувального обладнання. Такий підхід дозволить нам порівняти фактичні місця металевих включень з відмітками, що були поставлені маркувальним пристроєм, і визначити, наскільки точно система виявляє металеві об'єкти в деревині. Це дозволить оцінити ефективність роботи всього комплексу обладнання та здійснити коригування, якщо буде необхідно для підвищення точності процесу маркування. Збір даних про точність виявлення металу допоможе в подальшому оптимізувати технологічний процес та зменшити ймовірність пошкодження обладнання.

4.3. Техніка безпеки на лісопилній ділянці

Технологічні процеси, що здійснюються в деревообробній галузі, повинні бути організовані відповідно до вимог чинних стандартів, санітарних норм і гігієнічних вимог щодо виробничого обладнання, які затверджуються органами охорони здоров'я. Окрім того, необхідно враховувати вимоги природоохоронного законодавства. Для кожного технологічного процесу має бути розроблена спеціальна технологічна карта, яка відповідає конкретним умовам виробництва [31]. Всі використовувані машини та обладнання повинні відповідати вимогам стандартів, що діють для конкретних типів устаткування, а також для їх безпечної експлуатації. Допоміжні роботи, що здійснюються для організації технологічного процесу, повинні виконуватися згідно з затвердженими регламентами, інструкціями, технологічними картами чи проектами, в яких мають бути передбачені заходи, що мінімізують вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників на працівників. Транспортування та завантаження круглих лісоматеріалів,

пиломатеріалів, фанери, плит і інших деревних виробів повинно виконуватись згідно з чинними правилами, інструкціями та технічними умовами, що стосуються транспорту, який використовується для цих перевезень. Процеси деревообробки повинні організовуватись так, щоб забруднення ґрунту деревними відходами, водою стічними водами та повітря шкідливими викидами не перевищувало встановлені гранично допустимі концентрації. Місця, де виділяються небезпечні, пожежонебезпечні або вибухонебезпечні речовини, повинні бути обладнані укриттями [31].

Переробка сировини та матеріалів повинна проводитись тільки на спеціально призначеному для цього технологічному обладнанні, і в процесі цієї роботи повинно забезпечуватись вільне переміщення, зручне і безпечне обслуговування машин. Необхідно підтримувати справність захисних, блокувальних, гальмівних пристроїв та заземлення, яке має здійснюватися відповідальними особами, що забезпечують безпеку роботи та технічний стан обладнання. Виготовлення продукції має бути організовано таким чином, щоб унеможливити контакт працюючих з матеріалами та заготовками, які переміщуються зі швидкістю понад 0,3 м/с. Окрім цього, робота устаткування в технологічній лінії повинна здійснюватися у чітко визначеній послідовності, з наявністю системи блокувань для забезпечення дотримання цієї послідовності. Управління конвеєрними лініями повинно бути таким, щоб пуск приймальних конвеєрів відбувався до запуску подаючих конвеєрів, а зупинка – в зворотному порядку. У випадку зупинки одного верстата на потокових та автоматичних лініях має бути передбачена зупинка всього попереднього обладнання, якщо в лінії не є встановлені накопичувачі чи буферні майданчики. Всі зупинки автоматичних сортувальних, торцювальних і пакетуючих ліній повинні здійснюватися з будь-якого робочого місця [31]. Видалення відходів деревини від верстатів повинно бути механізованим. Налагодження устаткування, зміна інструментів і подібні роботи повинні виконуватись лише після відключення

обладнання від електроживлення з дотриманням безпечних процедур. Окрім цього, будь-які зміни в технологічному процесі, заміна або перестановка обладнання, конструктивні зміни або зміни в електричній схемі повинні бути оформлені актом, який має бути затверджений технічним керівником підприємства. Ріжучі інструменти деревообробних верстатів повинні підготовлюватись до роботи та експлуатуватись відповідно до встановлених технологічних норм підготовки інструментів. Переміщення інструментів має відбуватись безпечно, з використанням футлярів, ящиків або іншої відповідної тари [31].

При використанні круглопильних верстатів із механічною подачею довжина оброблюваних матеріалів має бути більшою, ніж відстань між подаючими вальцями на 100 мм. Круглопильні верстати з ручною подачею повинні бути оснащені спеціальними пристосуваннями для утримання матеріалів, що мають бути не менше 400 мм в довжину та не менше 30 мм в ширину. Подача колод на сортувальні конвеєри та в сортувальні кишені повинна бути механізованою. Робочі місця операторів автоматизованих сортувальних установок повинні бути облаштовані в кабінах для забезпечення безпеки. Для вивантаження колод із сортувальних конвеєрів та формування штабелів необхідно використовувати підйомні транспортні машини, що дозволяють уникнути знаходження працівників у небезпечних зонах. Поправка колод на розворотах та розбірних пристроях має здійснюватись за допомогою маніпуляторів, при цьому в зоні їх роботи не повинні перебувати працівники. Зона переміщення візків та конвеєрів на головному лісопильному устаткуванні повинна бути захищена, а входні двері в цю зону – блокуватись з пусковим пристроєм обладнання. Зона електрошаф і приводів вузлів різання на лінії переробки колод повинна бути захищена сітчастими бар'єрами. Рейки рамних візків повинні бути на рівні з підлогою, а отвори для видалення ошурків, кори та сміття – закриті ґратами. Конвеєри, що подають сировину, повинні бути оснащені суцільним бар'єром висотою не менше 0,5 м з боку скидача [31].

Розпилювання колод на лісопильному обладнанні (лініях) повинно здійснюватися із застосуванням пристроїв для утримання дошок і обаполів, а робочі місця на лініях повинні бути огорожені для захисту від летючих частинок деревини. При ремонті лісопильних верстатів та обслуговуванні робочих зон на конвеєрах не повинно бути колод чи інших предметів, які можуть створити небезпеку. Для проходу працівників у лісопильних цехах мають бути обладнані спеціальні переходи. Працівники, що обслуговують основне лісопильне обладнання поза кабіною, повинні використовувати засоби індивідуального захисту голови. Зона навколо круглопильного верстата повинна бути захищена від доступу обслуговуючого персоналу під час роботи верстата.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена аналізу технологічних процесів виготовлення пилопродукції на базі автоматизованої лінії розпилу круглого лісу Linck. Так, в роботі проведено аналіз складу підприємства та напрямків його діяльності.

Згідно поставлених завдань були зроблені наступні висновки:

1. Ринок пиломатеріалів перебуває на етапі значних змін, обумовлених економічними, екологічними та технологічними факторами, що впливає на попит і пропозицію продукції на глобальному рівні. Зростання попиту на пиломатеріали в країнах, що розвиваються, зокрема в Азії, надає можливість компенсувати уповільнення попиту в розвинених економіках. Водночас обмеження лісових ресурсів та високі витрати на транспортування та електроенергію продовжують впливати на ціни на пиломатеріали. Технологічні інновації, автоматизація та екологічно чисте виробництво стали важливими аспектами для покращення якості продукції та зниження витрат у виробничих процесах.

2. Проаналізовано основні напрямки діяльності базового підприємства. Встановлено, що основною метою компанії є виготовлення високоякісних пиломатеріалів, які використовуються в різних сферах, таких як будівництво і меблева промисловість. Завдяки впровадженню інноваційних технологій, автоматизації виробничих процесів і постійним інвестиціям в модернізацію, ТОВ «УХЛК» зміцнює свої позиції на внутрішньому і міжнародному ринках.

3. Описано технологічний процес виготовлення пилопродукції на балі лісопильної лінії Linck. Проведено технологічні розрахунки продуктивності основного обладнання, складено та розраховано типові поставки розкрою лісосировини. Це дозволяє ефективно планувати виробничі процеси та зменшувати втрати матеріалів. Визначення нормативного виходу необрізних пиломатеріалів на рівні 72,24 % є важливим показником, що

характеризує ефективність використання сировини. Це означає, що з кожної одиниці лісосировини отримується 72,24% пиломатеріалів, що підлягають подальшій обробці чи реалізації. Іншими словами, цієї кількості матеріалу достатньо для виготовлення готової продукції, тоді як решта йде на відходи або використовується для інших технологічних потреб, таких як виробництво пелет та/або плитних матеріалів. Окрім цього, визначена норма витрат сировини на виготовлення 1 м³ пиломатеріалів, що становить 1,38 м³, також є важливим показником, оскільки вона визначає кількість лісосировини, необхідну для виготовлення одного кубічного метра готової продукції. Цей показник свідчить про ефективність лінії переробки лісосировини.

Загалом, проведений аналіз технологічного процесу виготовлення пилопродукції на лінії Linck дозволяє зробити висновок, що цей процес є добре оптимізованим, з високою продуктивністю та мінімальними втратами сировини. Визначені нормативи виходу пиломатеріалів та норми витрат сировини дають можливість ефективно планувати виробничі процеси, а також оптимізувати витрати на сировину та матеріали. Це є важливим для підвищення рентабельності підприємства та забезпечення стабільного випуску високоякісної продукції.

4. Викладено основні пропозиції щодо покращення ефективності системи контролю якості лісо- пилопродукції на підприємстві. Проаналізовано сучасні автоматизовані систем моніторингу та аналізу якості лісо- пилопродукції на всіх етапах виробництва. Запропоновано впровадження металодетекторів на етапі обробки лісоматеріалів круглих для ефективного виявлення металевих включень, що можуть пошкодити обладнання або знизити якість готової продукції. Це дозволить значно зменшити ризики, пов'язані з несанкціонованим потраплянням металевих предметів у лісоматеріали та покращити безпеку виробничого процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Forestry Industry 2025. *REPORTLINKER* : веб-сайт. URL: <https://surl.lu/cqamht> (дата звернення 20.03.2025 р.).
2. Wood Industry 2025. *REPORTLINKER* : веб-сайт. URL: <https://surl.li/ebifqs> (дата звернення 25.03.2025 р.).
3. Sustainable forest management. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* : веб-сайт. URL: <https://www.fao.org/forestry/sfm/en> (дата звернення 28.03.2025 р.).
4. Forest Futures Asia Pacific Forest Sector Outlook Study III. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* : веб-сайт. URL: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2adfe446-9b45-414b-9d82-338a0d022c96/content> (дата звернення 02.04.2025 р.).
5. Innovations in the forestry and timber industry: literature analysis in scopus and web of science. *RESEARCHGATE* : веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/369904885_Innovations_in_the_forestry_and_timber_industry_literature_analysis_in_scopus_and_web_of_science (дата звернення 08.04.2025 р.).
6. Лісозаготівля: методи, етапи та реалізація процесу. *EOS DATA ANALYTICS*: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/lisozahotivlia/> (дата звернення 10.04.2025 р.).
7. Коваль В.С., Пінчевська О.О. Виробництво пиломатеріалів. К. : Аграр Медіа Груп, 2011. 184 с.
8. Екологічна безпека технологічних процесів у галузі: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.М. Павленко, В.Ю. Тобілко – Електронні текстові данні (1 файл: 0,293 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 145 с.

9. Лісопильна компанія. *REZULT* : веб-сайт. URL: <https://result.pro/ua/lumber-factory/> (дата звернення 14.04.2025 р.).
10. Коваль В.С., Пінчевська О.О. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія пиломатеріалів». К. : Видавничий центр НАУ, 2005. 36 с.
11. 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.
12. 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).
13. 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).
14. 22. 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).
15. 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).
16. 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).
17. 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).

18. 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).
19. 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).
20. 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).
22. 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).
23. 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).
24. 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).
25. 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).
26. ДСТУ 2034-92.ДСТУ 2034-92. Відходи деревинні. Загальні технічні умови.[Чинний від 01.07.1993]. Київ, 1995. 3 с. (Інформація та документація).

27. Бондаренко С.М., Копа А.В. Управління якістю, стандартизація та сертифікація лісів в Україні. ЕКОНОМІКА І СУСПІЛЬСТВО. Випуск 12, 2017. 185-192 с.
28. Alfred Teischinger. The development of wood technology and technology developments in the wood industries – from history to future. European Journal of Wood and Wood Products 68(3): 2010. P.281-287 DOI:10.1007/s00107-010-0458-2.
29. Roaa Salim, Mwanza Mapulanga, Praveen Saladi, Anette Karlun. Automation in the wood product industry: challenges and opportunities. The 7th Swedish Production Symposium 25th to 27th October 2016, Lund, Sweden.
30. Сертифікація систем управління якістю ISO, атестація виробництв. *Центр сертифікації «ЄВРОСТАНДАРТ»* : веб-сайт. URL: <https://surli.cc/gnergw> (дата звернення 28.04.2025 р.).
31. Апостолюк С.О. та інші. Охорона праці в деревообробній промисловості. Видавництво «Основа», 2003. 488 с.