

**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
підпис

« _____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Аналіз можливості виготовлення комоду на базі Столярного
цеху НУБіП України»**

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Гарант освітньої програми

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

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ PhD _____ Денис ЗАВ'ЯЛОВ
підпис

Виконав

_____ Денис ЯРОЩУК
підпис

Київ – 2026

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технологій та
дизайну виробів з деревини
к.т.н, доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН
« _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

_____ Ярошуку Денису Григорович _____

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Аналіз можливості виготовлення
комоду на базі Столярного цеху НУБіП України» затверджена наказом
ректора НУБіП України від « _____ » _____ р. № _____ « _____ »

Термін подання завершеної роботи на кафедру: _____ 2026 року
Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи звіти роботи базового
підприємства, звіти з виробничої, практики, державні, міждержавні стандарти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати стилі меблевих виробів, та визначити доцільність
впровадження нового виду об'єкту виробництва на підприємстві.
2. Проаналізувати сучасний стан ринку меблевих виробів та перспективи
виготовлення меблевих виробів з деревини та деревинних матеріалів.
3. Розглянути та підібрати матеріали для виготовлення запропонованого
виробу
4. Розробити конструкцію, її аналіз та технологічний процес виготовлення
комоду, а також розрахувати продуктивність основного обладнання, витрату
основних матеріалів.
5. Надати пропозиції підприємству щодо конструкції комоду з підбором
обладнання відповідно до запропонованого технологічного процесу
виготовлення виробу.
6. Розрахувати економічну ефективність запропонованих рішень, та
надати рекомендації з умов безпечної праці на виробництві.

Дата видачі завдання « _____ » _____

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Денис ЗАВ'ЯЛОВ
Завдання прийняв до виконання _____ Денис Ярошук

Зміст

Вступ	4
Розділ 1 Аналітичний огляд	7
1.1 Стили меблів	7
1.2 Аналіз ринку меблевих виробів	10
1.3 Пропозиції щодо впровадження технології виготовлення нового виробу на підприємстві.	12
Розділ 2 Методика та розроблення технології виготовлення комоду	15
2.1 Розробка технологічного процесу виготовлення комоду	15
2.2 Методика розрахунку продуктивності обладнання	21
Розділ 3 Технологічна частина	24
3.1 Обґрунтування конструктивних особливостей комоду	24
3.2 Ергономічні вимоги до конструкції сучасних комодів	29
3.3 Розробка технологічних карт	33
3.4 Розрахунок витрат матеріалів на виготовлення одного виробу	37
3.5 Розрахунок виробничої програми та навантаження персоналу	38
3.6 Розрахунок витрат матеріалів на виготовлення одного виробу	40
3.7 Пропозиції щодо вдосконалення конструкції комоду	45
Розділ 4 Економічна ефективність та безпека праці	50
4.1 Економічна ефективність та оцінка рентабельності	50
4.2 Аналіз небезпек та заходи з охорони праці у деревообробному виробництві	52
Висновки	60
Список використаних джерел	62

ВСТУП

Сучасний стан деревообробної промисловості України характеризується високим рівнем адаптивності, попри складні макроекономічні умови, спричинені воєнним станом, руйнуванням логістичних ланцюгів та дефіцитом сировинних і особливо людських ресурсів. Вітчизняні деревообробні підприємства змушені функціонувати в умовах високої невизначеності, жорсткої конкуренції з боку європейських виробників та стрімкої зміни споживчого попиту. За таких обставин традиційні підходи до організації виробництва втрачають свою ефективність, а виживання та розвиток компаній безпосередньо залежать від їхньої здатності оперативно реагувати на ринкові трансформації.

Ключовим інструментом підвищення конкурентоспроможності підприємств стає впровадження гнучких технологічних процесів. Гнучкість виробництва дозволяє мінімізувати час на переналагодження обладнання, оптимізувати використання матеріальних ресурсів і забезпечити високу якість продукції за відносно низької її собівартості. Водночас на сучасному етапі розвитку ринку спостерігається чітка тенденція: попит на унікальні, але дорогі індивідуальні замовлення звужується, тоді як сегмент якісних, функціональних та доступних серійних меблів демонструє стабільне зростання.

У зв'язку з цим виникає гостра потреба в реорганізації та технічному переоснащенні діючих потужностей. Перехід від дрібносерійного або одиничного випуску індивідуальних столярних виробів до промислового виготовлення серійної меблевої продукції вимагає кардинальної зміни підходу до виробництва. Це передбачає впровадження сучасного високопродуктивного обладнання (зокрема, оброблювальних центрів із ЧПК та автоматизованих ліній), стандартизацію та уніфікацію конструктивних елементів меблів, а також мінімізацію частки ручної праці за рахунок автоматизації допоміжних операцій.

Таким чином, переобладнання існуючого деревообробного виробництва з орієнтацією на випуск гнучких серійних меблевих виробів є раціональним кроком, що дозволить підприємству масштабувати бізнес, знизити витрати та зайняти стійку нішу на внутрішньому й зовнішньому ринках

Успішний запуск данної моделі у виробництво - є не просто розв'язання поточного інженерного завдання, а й важливий трамплін для подальшого розвитку. У майбутньому часі даний досвід започатковує міцне підґрунтя для природного масштабування та збільшення діяльності всього підприємства. Оптимізація стабільного випуску та фіксування позицій на ринку показують перед цехом перспективи для подальшого збільшення обсягів випуску, удосконалення ліній та виходу на великі масштаби роботи. Таким чином, дана кваліфікаційна робота висуває реальне практичне рішення, яке показує чіткий вектор для подальшого росту та підвищення конкурентоспроможності цеху.

Отже, мета цієї роботи – оцінити можливість впровадження технологічного процесу виготовлення комоду, розробити технологію та запропонувати рішення які дозволять її реалізацію на даному підприємстві.

Задля реалізації цієї мети було передбачено виконання наступних завдань:

- провести дослідження сучасного ринку меблів;
- проаналізувати стилі меблів представлених на ринку;
- розробити конструкцію комоду;
- проаналізувати та підібрати матеріали для виготовлення виробу;
- запропонувати технологічний процес та виконати підбір обладнання для запропоованої конструкції;
- розрахувати продуктивність праці, витрату сировини та відсоток виходу з неї продукції згідно технологічного процесу;
- провести оцінку економічної ефективності виробництва;
- надати рекомендації безпеки праці із можливим подальшим впровадженням на виробництві.

Об'єктом дослідження є комод виготовлений із деревинних матеріалів та масиву деревини.

Предметом дослідження виступають конструктивні, технологічні та економічні аспекти виробництва, включно із доцільністю впровадження зміни технологічного процесу.

Методи дослідження у цій роботі використані аналітичний, спрямований на дослідження ринку меблів, конструктивних особливостей меблів для сидіння. Розрахунковий та графічний методи для проектування та конструювання виробу. Економічний метод використався для знаходження необхідних показників і розрахунку витрат, та собівартості, оцінки рентабельності виробництва.

Практичне значення роботи. Результати даного дослідження в рамках бакалаврської кваліфікаційної роботи можуть бути використані на деревообробних підприємствах для впровадження конкурентоспроможної конструкції комоду. Представлена конструкція комоду забезпечить відповідність сучасним вимогам до якості та ергономічності меблевих виробів.

Бакалаврська кваліфікаційна робота включає 65 сторінок, 10 рисунків, 12 таблиць, 35 використаних джерел інформації. Послідовність розділів наступна: вступ, у якому обумовлено зміни на підприємстві та окреслені задачі; аналітичний розділ, де виконано аналіз стилів, та ринкової кон'юнктури, обґрунтовано технологію; методика розрахунків, та опис технології подано у другому розділі, технологічний розділ, де розроблено технологію, економічний розділ з аспектами умов безпечної праці, а також висновки і список використаних джерел. Дана робота охоплює питання пов'язані із аналізом стилів та конструкції меблів, розроблення конструкції комоду, та розрахунок технологічного процесу, а також розрахунок економічних показників у поєднанні з аспектами техніки безпеки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Стили меблів

Сучасний дизайн меблевих виробів це є динамічна сфера, яка завжди адаптується до будь-яких змін у соціокультурних інтересах суспільства та розвитку нових матеріалів. У нинішньому меблевому виробництві вибір стилістичної сторони на етапі проектування є стратегічним кроком. Він диригує не тільки естетичний вигляд фасаду, а також визначає конструктивні особливості виробу, раціональність використання конкретних матеріалів та особливості технологічного процесу.

На сьогоднішній день на ринку корпусних меблів перевагу мають стилі, які ставлять насамперед функціональність, лаконічність та природність [1]. Найбільш популярними серед споживачів є такі стилі, як: мінімалізм, скандинавський стиль, лофт та еко-дизайн. Саме ці напрямки характеризуються відхиленням від надмірної декоративності, властивої класицизму чи бароко, на руку чистих ліній, точної геометрії та практичності у повсякденному використанні.

Стиль мінімалізм (рис. 1.1) ставить жорсткі вимоги саме до геометрії меблевих виробів. Він передбачає присутність ідеально рівних площин, прямих кутів та відсутність видозмін корпусу під час її експлуатації. Такі суворі критерії до просторової жорсткості створюють використання тільки масиву деревини для великогабаритних деталей небезпечним через її здатність до жолоблення під час зміни температурно-вологісних режимів [2]. Для гарантування бездоганної стабільності поверхонь, властивої для мінімалізму та сучасного модерну, виготовлювач все частіше застосовують деревинно-волокнисті плити середньої щільності (MDF).



Рис. 1.1. Стиль – мінімалізм [3]

Завдяки своїй однорідній структурі та щільності, MDF це база для виготовлення великогабаритних деталей корпусу комоду, які гарантують повне збереження чітких форм виробу впродовж усього терміну служби.

На відміну від строгої лаконічності мінімалізму, скандинавський (рис. 1.2) та еко-стилі підкреслюють увагу на природності, затишку та екологічності [4]. Їхньою головною характерною ознакою є застосування натуральних текстур, світлих відтінків дерева та найбільше наближення до природи.



Рис. 1.2. Стиль – скандинавський [5]

У цих стилях високо цінується видимий малюнок волокон, який додає меблям теплоти та індивідуальності.

Деревина ясеня бездоганно відповідає всім вимогам еко-стилю (рис. 1.3) та скандинавського напрямку [6]. Її виразна текстура та світлий природний відтінок чудово вписуються в сучасні інтер'єри. Окрім високих естетичних показників,

масив ясеня виділяється значною твердістю та зносостійкістю, завдяки цьому робить його найкращим вибором для створення опорних ніжок та фасадних елементів комоду, які підлягають найбільшому навантаженню.



Рис. 1.3. Еко-стиль [7]

Сучасне деревообробне виробництво потребує комбінованого методу до матеріалів для здобуття балансу між різними дизайнерськими вимогами [8]. Інтеграція міцної MDF-основи з елементами з справжнього масиву ясеня дозволяє з'єднати конструкційну надійність мінімалізму з екологічним шармом еко-стилю. Такий синтез ресурсів робить виріб універсальним та затребуваним на ринку.

Технологія личкування грає ключову роль у створенні зовнішнього вигляду комбінованих виробів. Застосування натурального струганого шпону ясеня для оздоблення пластей деталей з MDF способом гарячого пресування дає змогу досягти візуального результату монолітного дерева. Це цілком задовольняє високі естетичні вимоги преміального сегменту, ховаючи штучне походження основи.

Значущим аспектом збереження чистоти ліній, яку потребують сучасні стилі, є застосування правильної фурнітури. Відсутність помітних наскрізних отворів, заглушок чи великих ручок є обов'язковою вимогою для мінімалізму. Запровадження систем прихованої присадки, головно ексцентрикових стяжок у комбінації зі шкантами, дає змогу уберегти бездоганний вигляд фасаду та бокових стінок комоду.

1.2 Аналіз ринку меблевих виробів

Сучасний стан сектору меблевих виробів в Україні характеризується швидким розвитком та значним рівнем конкуренції. Вітчизняні підприємства змушені діяти в умовах активного розширення відомих міжнародних брендів, що вимагає негайної зміни на оптимізацію внутрішніх виготовлювальних процесів. Основним завданням для українських виробників стає застосування дієвих методів господарювання та значне підвищення стандарту готової продукції задля утримання стійких конкурентних позицій.

Теперішній ринок висуває дедалі суворіші умови до ергономіки, конструктивної стійкості та довговічності модульних меблів, особливо у вищому сегменті [9]. Оскільки меблеві вироби виконують визначальну роль у гарантуванні комфорту житлових приміщень, споживчий інтерес фокусується довкола надійних та функціональних видів. Це зумовлює потребу детально аналізувати стан ринку для обґрунтування запуску нових об'єктів виробництва з покращеними технічними властивостями.

У структурі матеріаломісткості сучасних меблів чітко проявляється тенденція до зміни базових конструкційних деталей. Традиційне використання деревинно-стружкових плит (ДСП) для створення внутрішніх елементів корпусу поступово губить актуальність [10]. Цей процес зумовлений із прагненням виробників і споживачів покращити загальну просторову жорсткість та натуральність виробів, відмовляючись від старих матеріалів на користь більш надійних варіантів.

Сучасні ринкові процеси демонструють поступовий перехід до використання середньощільної деревинно-волокнистої плити (MDF) (рис. 1.4). За допомогою високій щільності, яка знаходиться в межах $700\text{--}800\text{ кг/м}^3$, та однорідній структурі, даний матеріал забезпечує кращий опір деформаціям. Крім того, застосування MDF гарантує надійне забезпечення кріпильної фурнітури під час активних динамічних навантажень.



Рис. 1.4. Матеріал – MDF [11]

Поряд із плитними матеріалами, ринок відображає стабільно високий запит на використання нештучної деревини твердих порід. Невід’ємне місце у преміальному сегменті посідає масив ясеня, який високо оцінюється за природну твердість та міцність на стискання в напрямку волокон [12]. Застосування цієї породи гарантує відмінну стійкість готових меблів до фізичних пошкоджень, таких як подряпини чи удари.

З метою оптимізації матеріаломісткості виготовлення та зниження витрат цінного масиву, дієво застосовується метод гарячого пресування натурального струганого шпону ясеня діаметром 0,7 мм на стабільну MDF-основу. Це технологічне рішення дозволяє сформувати бездоганного візуального ефекту цілісної деревини. Такий метод гарантує значну економію матеріальних активів підприємства без втрати преміальних естетичних характеристик продукту.

Економічні показники меблевого ринку України станом на 2024-2025 роки дозволяють визначити чіткі вартісні орієнтири для основної промислової сировини [13]. Середньоринкова вартість MDF товщиною 18 мм становить близько 12 500 грн/м³. У той же час, ринкова вартість на масив ясеня сорту "А" досягає 25 000 грн/м³, а натуральний струганий шпон ясеня надходить у продаж за ціною 180 грн/м². Ці параметри є базовими для моніторингу ринку, формування повної собівартості а також розрахунку відпускної ціни.

Ринкові вимоги до ідеальної геометричної стійкості конструкцій змушують підприємства постійно осучаснювати свою технологічну базу. Конкурентна боротьба вимагає обов'язкової впровадження CAD/CAM-систем та верстатів з числовим цифровим керуванням. Застосування високотехнологічного

обладнання виробничого класу від брендів рівня Homag, Biesse, SCM чи Paoloni стає базовою вимогою для забезпечення стабільного прохідного виробничого процесу та високої інтенсивності роботи.

1.3 Пропозиції щодо впровадження технології виготовлення нового виробу на підприємстві

Впровадження технології виробництва нового виробу на базі Столярного цеху НУБіП України вимагає цілісного підходу до оптимізації існуючих виробничих потужностей. Головною метою представлених рішень є удосконалення інженерних підходів, скорочення виробничого браку та раціональне використання сировини без послаблення якісних характеристик кінцевого продукту. Перехід від стандартних методів конструювання до сучасних технологічних рішень дозволить суттєво збільшити загальну конкурентоспроможність продукції на ринку.

Основна конструктивна рекомендація стосується зміни базових матеріалів корпусу, що без проміжних чинників впливає на його просторову жорсткість та довговічність. Для посилення опору деформаціям та покращення експлуатаційних показників доцільно повністю відмовитися від традиційних деревинно-стружкових плит (ДСП) [14]. Ключове інженерне рішення передбачає перехід на використання деревинно-волокнистих плит середньої щільності (MDF).

Вибір MDF обґрунтований її значними фізико-механічними характеристиками порівняно із застарілими плитними виробами. Цей матеріал відзначається абсолютно однорідною будовою та високими показниками опору висмикуванню кріпильних компонентів. Такі властивості є критично важливими для меблів із механізмами висування, де фурнітура піддається інтенсивним динамічним механічним впливам під час експлуатації.

Для досягнення преміальних візуальних характеристик виробу пропонується раціональне комбінування плитних компонентів із масивом

твердих порід деревини [15]. Для лицьових поверхонь та каркасних елементів комоду обґрунтовано доцільність застосування натурального масиву ясеня. Ця порода відзначається високою природною надійністю, що гарантує надійність найбільш навантажених вузлів.

Для облицювання пластей решти деталей корпусу прийнято рішення застосовувати натуральний тонко зрізаний шпон. Технологія личкування шпоном методом термічного пресування дозволяє досягти бездоганного візуального ефекту суцільного масиву деревини. Такий підхід забезпечує значну економію цінної сировини, не втрачаючи при цьому високу декоративну цінність продукту.

Важливою технологічною розробкою є модернізація системи з'єднання деталей для покращення експлуатаційних властивостей та естетики комоду. Для оптимізації міцності варто впровадити комбіновану систему прихованої присадки, що комбінує сучасні ексцентрикові стяжки з класичними дерев'яними шкантами [16]. Це рішення забезпечує якісне з'єднання елементів без видимих наскрізних отворів чи накладок на зовнішніх поверхнях виробу.

Застосування прихованого метода кріплення додатково надає конструкції властивостей збірно-розбірного виробу. Здатність багаторазового складання та розбирання без втрати стабільності з'єднань є значною перевагою для сучасних меблів. Це суттєво удосконалює процеси пакування та логістики, дозволяючи оптимізувати затрати на транспортування готової продукції до кінцевого споживача.

Реалізація оновленого технологічного етапу вимагає відповідного апаратного забезпечення, зокрема на стадії форматної підготовки виникає потреба у використанні індустріального форматно-розкрійного обладнання. Ключовою вимогою до нього є оснащення підрізного вузла, що повністю виключає появу сколів на пласті плити під час пиляння [17]. Розкрій виробів має здійснюватися з обов'язковим технологічним резервом матеріалу для захисту країв від пошкоджень під час подальшого внутрішньоцехового транспортування.

Наступним критичним етапом є попередня обробка поверхні та лічкування пластей. Обов'язковою стає технологічний процес калібрування плит на широкострічкових шліфувально-калібрувальних верстатах, що ліквідує заводську різнотовщинність та забезпечує ідеальну базу для рівномірного нанесення клею. Для самої технології приклеювання шпону доцільно використовувати преси високотемпературного типу, які забезпечують швидку полімеризацію клейового шару та стійку адгезію по всій площі заготовки.

Завершальні етапи механічної обробки включають захист торцевих поверхонь деталей за допомогою автоматизованого крайкооблицювального обладнання прохідного типу. Такі верстати в безперервному циклі виконують нанесення клею, притискання крайки, торцювання та фрезерування, забезпечуючи захист від проникнення вологи та додаючи виробу завершеного вигляду [18]. Загальний комплекс цих рішень формує оптимізовану виробничу лінію, що дозволяє виготовляти сучасні меблі, які відповідають найвищим стандартам якості.

Таким чином можна стверджувати, що на ринку меблевих виробів існує кілька стилів які формують інтер'єр приміщень, проте класичні форми з чіткими лініями будуть залишатись актуальними ще впродовж довгого часу, що й підтверджує кон'юнктура ринку. Сучасний запит споживача фокусується на надійних та довговічних виробах, що може бути задоволений раціональним підбором та чітким дотриманням технології виготовлення виробів.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМОДУ

2.1 Розробка технологічного процесу виготовлення комоду

Розробка та планування доцільного технологічного процесу це умова функціонування будь-якого деревообробного чи меблевого виробництва. Технологічний процес виготовлення комоду комбінованої конструкції це комплексна система поступових операцій, які спрямовані на зміну форми, розмірів та технічних властивостей вихідної сировини задля отримання завершеного виробу заданої якості. Особливістю конструювання цього процесу це потреба синхронізації та погодження технологічних потоків обробки різних за власною структурою сировини - деревоволокнистих плит середньої щільності (MDF), крім того масиву і натурального струганого шпону ясеня.

Промисловий цикл вироблення комбінованого комоду містить декілька ключових фаз, кожна з яких потребує суворого виконання встановлених режимів та параметрів обробки. Починаючи від первинного розкрою пиломатеріалів та форматного розкрою плитної сировини з технологічними припусками, заготовки минають фази первинної механічної обробки, калібрування, личкування пластей методом гарячого пресування, облицювання крайок, а також остаточного формоутворення та багатопозиційного свердління отворів під з'єднувальну фурнітуру. Результативність кожного етапу прямо зумовлюється від технічного стану та технологічних можливостей парку промислового обладнання, яке дає змогу зменшити частку ручної праці та цілком позбутися ризику виникнення дефектів.

Формування прямоугової форми виробництва гарантує безперервність та ритмічність руху заготовок між дільницями, які прибирають появу «вузьких місць» та скопичення напівфабрикатів на перехідних складах цеху. Логічна побудова маршруту обробки деталей дає змогу не лише дійти до бездоганної геометричної точності виробу та його довговічності, а й вдосконалити

застосування сировинних ресурсів і часових витрат на вироблення одиниці продукції. Вузкий зв'язок між конструктивними властивостями комоду та технічними характеристиками верстатів дає змогу з'ясувати раціональну послідовність реалізацію робіт, яка детально наведена нижче:

Первинний розкрій масиву ясена. Процес починається на дільниці розкрою пиломатеріалів, де над необробленою дошкою ясена здійснюється дефектування та обрізання. На даному етапі оператори прибирають сучки, тріщини та інші вади деревини. Торцювання це невід'ємна частина фази первинного розкрою, яка дозволяє одержати заготовки з точними базовими торцями для майбутньої машинної обробки. Використання автоматизованих систем сприяє в отриманні максимального виходу заготовки з пиломатеріалів.

Первинна механічна обробка масиву. Після розкрою чорнові заготовки з ясену прямують на фугувально-рейсмусові верстати. Фугування дає базову площину, а реймусування забезпечує однакову товщину всіх елементів комоду з припуском не більше 0,1 мм. Це важливо для стабільності конструкції та точної посадки фасадних елементів.

Вторинна механічна обробка масиву. Після первинної обробки чорнові заготовки з ясеня прямують на дільницю вторинної машинної обробки, де вони долають дефектовку перед калібруванням. На даному етапі оператори прибирають припуски, деформації та інші дрібні вади деревини. Утворення конструкційних вузлів це невід'ємна частина повторної обробки, яка дає змогу одержати заготовки з точними базовими отворами для подальшого швидкого збирання.

Форматний розкрій плит MDF та ДВП з технологічним припуском. Розкрій повноформатних плит MDF здійснюють на автоматичних розкрійних центрах з ЧПК. Всяка деталь комоду розкроюється з обов'язковим технологічним припуском (запас 10–15 мм по периметру). Цей резерв є необхідним: він повністю захищає краї плити від потенційних мікротріщин під час перевезення дільницею та гарантує «чистий» край після операції личкування шпоном. Такий підхід забезпечує ідеальну геометрію після обрізання в чистовий формат.

Операція розкрою тонких деревоволокнистих плит починається на дільниці організації листових матеріалів, де повноформатна плита ДВП товщиною 4 мм проходить через обов'язкову дефектовку. Застосовується сучасний автоматизований розкрійний центр, який з'єднує пакетний поздовжній та поперечний розкрій заготовок. На даному етапі оператори завдяки спеціальних карт оптимізації цілковито прибирають ризик появи нерівностей країв та деформацій матеріалу. Одержання точного чистового розміру це невід'ємна частина даного процесу, який дає змогу сформувати правильну геометрію задніх стінок та дна шухляд для наступного безпомилкового монтажу конструкції. Використання швидкісних пилкових дисків із дрібним зубом гарантує максимальний вихід чистової деталі без створення сколів та розшарувань по периметру різання.

Після закінчення розкрою деталі передаються на операцію калібрування. Ця фаза здійснюється на широкострічкових шліфувально-калібрувальних верстатах і є кризово важливим для гарантування абсолютно однакової товщини плит по всій їхній площі. Калібрування дає змогу прибрати навіть наймінімальніші різнотовщинності та заводські дефекти поверхні MDF, яка робить ідеальну базу для наступного якісного нанесення клею та рівномірного придавлювання натурального шпону під час гарячого пресування без ризику створення повітряних кишень чи непроклеєних ділянок.

Приготування та зшивання натурального струганого шпону. Листи натурального шпону ясеня обираються за текстурою та кольором для створення гармонійного малюнка. Розкрій шпону проходить на двоножових гільйотинних ножицях, які забезпечують паралельність країв. Обов'язково береться до уваги звис шпону (5-10 мм) відносно заготовки MDF. Компонування в цілісні «сорочки» робиться на ребросклеювальних верстатах з застосуванням клейової нитки, яка робить стики повністю непомітними після лакування.

Личкування пластей методом гарячого пресування. Створення декоративного покриття деталей комоду робиться на новітніх однопролітних гідравлічних пресах гарячого типу. Завдяки чому раціонально обчимленим

технологічним припускам на плитах MDF та листах шпону, заданий клейовий шар стабільно й рівномірно ділиться по всій площині заготовки. Це дає змогу надійно закріплювати краї та кути облицювального матеріалу, повністю усуваючи ризик подальшого відшарування шпону на етапі експлуатації. Правильно підібраний високий тиск в з'єднанні з точним температурним режимом гарантує максимальну глибину адгезії клею, яка забезпечує бездоганну якість та довговічність готового покриття.

Чистове формування та свердління технологічних отворів. Одразу після технологічної витримки личковані деталі проходять через чистове обрізання припусків на форматно-обрізних верстатах, яка робить фінальний габарит виробу. Далі робиться операція свердління технологічних отворів під з'єднувальну фурнітуру (шканти, ексцентрикові стяжки) та системи висування. Застосування свердлильних центрів прохідного типу дає змогу змінити застарілу «присадку» на чітке багатопозиційне свердління, що забезпечує легкість та безпомилковість збору комоду споживачем.

Личкування крайок. Після закінчення операції личкування пластей та чіткого обрізання деталей комоду в чистовий розмір, робиться захисно-декоративне облицювання їхніх торцевих поверхонь. Личкування крайок робиться на автоматичних прохідних крайкооблицювальних верстатах з ЧПК.

Для таких деталей, як пласті, які облицьовані натуральним шпоном, як крайковий матеріал застосовується рулонний або смуговий натуральний шпон згідної породи деревини. Процес робиться з застосуванням високоякісних клей-розплавів, що накладаються безпосередньо на торець плити під дією високої температури.

Для кращого розуміння виробничих потоків пропонуємо наглядну схему технологічного процесу (рис. 2.1) для деталей з масивної деревини, та (рис. 2.2) для личкованих конструкційних елементів.

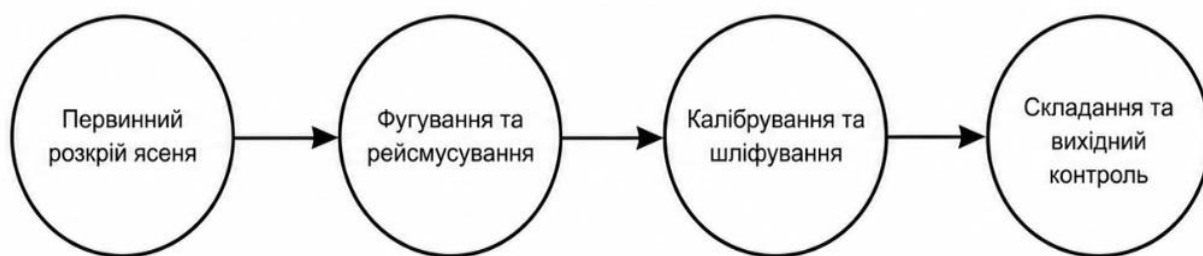


Рис. 2.1. Технологічний процес виготовлення деталей з масивної деревини

Представлена схема відображає основні етапи технологічного процесу виготовлення деталей з масивної деревини. На першому етапі здійснюється первинний розкрій заготовок із ясеня, після чого проводиться їх фугування та рейсмусування для отримання необхідних розмірів і форми. Наступними операціями є калібрування та шліфування, які забезпечують високу якість поверхні деталей. Завершується процес складання виробу та проведенням вихідного контролю якості готової продукції.



Рис. 2.2. Технологічний процес виготовлення личкованих конструкційних елементів

Для виконання наведеного технологічного процесу передбачено використання комплексу сучасного промислового обладнання, яке забезпечує високу продуктивність праці, стабільну якість виготовлення деталей та ефективну організацію виробництва. Склад основного обладнання та розподіл персоналу за операціями наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Склад основного обладнання промислового типу та розподіл персоналу

№	Назва операції	Обладнання (промислова серія)	Кількість осіб	Трудовісткість на виріб, люд-хв
1	Первинний розкрій ясеня	Круглопилковий верстат MJ 2445R	1	12
2	Фугування та рейсмусування	Фугувально-рейсмусовий центр SCM L'invincibile [19]	1	8
3	Форматний розкрій MDF	Розкрійний центр з ЧПК Homag SAWTEQ [20]	1	10
4	Підготовка шпону	Гільйотина Fisher+Rückle, ребросклеювач Kuper FL [21]	2	59,7
5	Гаряче личкування	Вакуумно-мембранний прес WINTER RIBEXVAC [22]	2	69,4
6	Чистове обрізання та свердління	Свердлильний центр прохідного типу Biesse Insider [23]	1	49
7	Личкування крайок	Крайкооблицювальний верстат Homag EDGETEQ S-300	1	4,5
8	Калібрування, шліфування	Широкострічковий верстат Costa Levigatrici	1	4,4
9	Складання та вихідний контроль	Складальні вайми Scm Action, пневмолінія	2	120
10	УСЬОГО		12	337

Аналіз структури та розподілу персоналу за видами робіт (табл. 2.1) показує високу збалансованість і правильну організацію виробничого потоку. Спільна трудовісткість вироблення одного комоду складає 337 людино-хвилин, що при спільній кількості головного персоналу в 12 осіб гарантує ритмічність та дуже високу інтенсивність роботи без створення «вузьких місць» на ділянках.

2.2 Методика розрахунку продуктивності обладнання

Для формування обсягів випуску продукції за одну зміну та обчислення виробничої потужності та програми дільниці, потрібно взяти в увагу загальний фонд часу максимальної зміни (1 осіб) та унормовану трудомісткість одного комоду, яка становить 337 людино-хвилин.

Розрахунок загального фонду робочого часу виконуємо за загальновідомою формулою [16]:

$$F = P \cdot T = 12 \cdot 480 = 5760 \text{ людино} - \text{хвилин}, \quad (2.1)$$

де P – кількість робітників у I зміні (36 чол.);

T – тривалість зміни (480 хв.).

Розрахунок ефективного фонду часу виконуємо за формулою [16]:

$$F_{\text{ефективний}} = \frac{F}{p} = \frac{5760}{1,1} = 5236,36 \text{ людино} - \text{хвилин} \quad (2.2)$$

Розрахунок кількості комодів за одну зміну [16]:

$$N = \frac{F_{\text{ефективний}}}{t_{\text{нор}}} = \frac{5236,36}{337} = 15,53 \approx 15 \text{ шт/зміну}. \quad (2.3)$$

У результаті зробленого аналізу послідовності операцій визначено, що прямотокова форма організації виробництва з виконанням високотехнологічних верстатів промислового класу (Homag, Biesse, SCM) дає змогу здобути точної якості комодів при великій інтенсивності роботи. Точне виконання технологічних режимів на фазах гарячого личкування з припусками та точного свердління технологічних отворів на автоматизованих центрах гарантує досконалу геометричну точність, довговічність та надійність меблів у дії їхньої експлуатації.

З метою доцільного розподілу праці та гарантування рівномірного навантаження працівників було здійснено розрахунок часу, який використовується на кожну операцію технологічного процесу виробництва комоду.

Вихідні дані:

1. Тривалість однієї зміни: $8 \text{ год} \times 60 \text{ хв} = 480 \text{ хв}$.
2. Кількість робочих днів на рік: 252 дні.
3. Кількість працівників у найбільшій зміні: 12 осіб.

Формули розрахунку для загальної тривалості операції на всю програму [16]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{нор}} \cdot N, \quad (2.4)$$

де $t_{\text{нор}}$ – нормативний час на одну операцію, хв;

N – річна кількість виробів (500 шт).

Час на одного працівника за рік [16]:

$$T_{\text{п}} = \frac{T_{\text{заг}}}{P}. \quad (2.5)$$

де P – кількість працівників, задіяних на операції.

Час у годинах [16]:

$$T_{\text{год}} = \frac{T_{\text{п}}}{60}. \quad (2.6)$$

Для оцінки результативності застосування основного технологічного устаткування обчислюємо коефіцієнт навантаження обладнання ($K_{\text{зав}}$), який демонструє, яку частину робочого часу воно частково використовує.

Коефіцієнт завантаження обладнання [16]:

$$K_{\text{зав}} = \frac{T_{\text{заг}}}{F_{\text{зм}}} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

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

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість операції на рік;

$F_{\text{зм}}$ – ефективний річний фонд часу роботи обладнання.

Розрахунок необхідної кількості обладнання та робочих місць. Форматно-розкрійний верстат FDB Maschinen FR32ZS. (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Форматно-розкрійний верстат FDB Maschinen FR32ZS [23]

Для реалізації річної програми повного часу розкрою складає 83,3 годин. При роковому фонді 2080 годин для застосування програми достатньо лише одного верстата. Застосування цього верстата з кареткою великої точності дає змогу гарантувати чудову геометрію деталей комоду з MDF (з врахуванням припусків +10 мм) перед личкуванням.

Операція личкування це є максимально трудомісткою і вимагає 579 годин на рік для повної програми. Беручи до уваги складність процесу праці з натуральним шпоном ясеня, технологічні витрати та очікуване завантаження 27,8 %, вирішено встановлення 1 одиниць обладнання, які забезпечують фактичне завантаження 27,8 %, процес робиться на вакуумно-мембранному пресі WINTER RIBEXVAC (рис. 2.4). Це забезпечує стабільність клейового з'єднання та максимальну якість облицювання фасадних елементів.

Обчислювальний час на свердління технологічних отворів складає 379,2 годин на рік. Для гарантування безперебійності процесу та прибирання похибок при зборі комодів погоджено 1 одиницю обладнання з реальним завантаженням 18,2 %.



Рис. 2.4. Вакуумно-мембранний прес WINTER RIBEXVAC [22]

Застосування обладнання такого класу дає змогу чітко створювати гнізда під фурнітуру, гарантуючи ідеальну підгонку всіх деталей конструкції. Свердлильно-пазувальний верстат Felder FD 250 наведений на рис. 2.5.



Рис. 2.5. Свердлильно-пазувальний верстат Felder FD 250 [24]

Об'єм матеріалу (MDF/деревини) для кожної деталі визначається за формулою [16]:

$$V = a \cdot b \cdot h \cdot n, \quad (2.8)$$

де V – об'єм, м³;

a, b, h – габарити;

n – кількість елементів.

Рівень рентабельності підприємства визначається за формулою [30]:

$$R = \frac{P}{C} 100\%, \quad (2.9)$$

де R – рентабельність;

P – прибуток;

C – повна собівартість.

Витрати на оплату праці для одного виробу (V_1) [16]:

$$V_1 = \frac{t \cdot N \cdot S_{\text{год}}}{W} \quad (2.10)$$

де $S_{\text{год}}$ – погодинна ставка (прийнято в середньому 104,17 грн/год для 4-го розряду).

Сумарна вартість ЗП на один виріб складає 78,12 грн.

Енерговитрати на виріб обчислюються так [30]:

$$E = P_{\{i\}} \cdot t_i \quad (2.11)$$

де E – кількість електроенергії, спожита обладнанням за зміну, кВт·год;

P_i – потужність обладнання, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання протягом зміни, год.

Повна собівартість одного виробу ($C_{\text{повн}}$) з урахуванням накладних витрат ($K=20\%$) [30]:

$$C_{\text{повн}} = V_{\text{мат}} + V_{\text{зарп}} + V_{\text{ен}} + V_{\text{інш}}. \quad (2.12)$$

Плановий прибуток розраховується як частка від повної собівартості:

$$P = 540,38 \times 0,3 = 162,11 \text{ грн.}$$

У результаті виконаного аналізу визначено, що за умови роботи 12 працівників у максимальній зміні та застосування обраного парку машин, підприємство точно гарантує випуск 15 виробів за одну зміну.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування конструктивних особливостей комоду

Розробка та моделювання сучасних корпусних меблів вимагає системного методу до обґрунтування їхніх інженерно-конструкторських параметрів. На фазі створення комоду комбінованої конструкції ключове значення має вибір матеріалів та підходів їхнього з'єднання, оскільки ці фактори безпосередньо визначають надійність, просторову жорсткість та довговічність виробу. Раціональне архітектурно-конструктивний принцип дозволяє досягти оптимального балансу між значною експлуатаційною надійністю та естетичною привабливістю моделі згідно з актуальних вимог ергономіки та клієнтоорієнтованості.

Головним конструктивним підходом при проектуванні несучої частини комоду є повна відмова від класичних деревинно-стружкових плит (ДСП) на користь середньощільних деревинно-волокнистих плит (MDF) товщиною 18 мм. З MDF виготовляються основні щитові складові корпусу, включаючи стільницю, бічні та середні стінки, а також розташоване горизонтально дно виробу [25]. Такий вибір конструкційного матеріалу зумовлений вираженими фізико-механічними характеристиками MDF, яка значно переважає ДСП за показниками міцності на вигин та стабільності геометричних розмірів, а отже буде довговічнішою у виробках.

Вибір між деревноволокнистою плитою середньої щільності (MDF) та деревно-стружковою плитою (ДСП) часто є складним вибором під час замовлення меблів. Обидва матеріали виготовлені з деревини, проте мають кардинально різні фізико-хімічні властивості, екологічність, міцність і, звичайно, ціну. Провівняльну характеристику обраних матеріалів подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика матеріалів корпусів меблевих виробів

№	Характеристика	MDF	ДСП	Критична оцінка
1	Матеріал сировини	Найдрібніший деревне волокно, схоже за консистенцією на борошно.	Деревна тріска та стружка з крупними частками.	MDF однорідніший.
2	Речовини зв'язування	Природний лігнін та в'язуче на основі рослинної сировини. Гарячий прес.	Формальдегідні смоли хімічного походження.	MDF безпечніший для дому.
3	Стійкість до водяної пари	Помірна. Плями води не призводять до деструкції.	Слабка. Деформується у швах за тиждень контакту з парою.	MDF – єдине рішення над раковиною.
4	Гнучкість плити	Можливе гнуття плит, створення круглих або увігнутих рішень.	Тільки рівні плити. Тріска ламається при спробі зігнути.	ДСП ламається під напругою.
5	Товщина заготовки	Спектр від 3 мм до 38 мм (ідеально для фасадів).	Стандарти – 16 мм, 18 мм, 22 мм і 32 мм.	ЛДСП 18мм – стандарт меблевого каркаса.
6	Типи декорування	Ламінування меламіновою плівкою, Глибока ПВХ плівка, фарба чи емаль, натуральний шпон, пластики HPL.	Ламінування меламіновою плівкою (ЛДСП), інколи шпонування, пластики HPL	MDF універсальний матеріал з великим спектром декорування.

Оскільки висуваються високі вимоги стійкості до вологи чи декоративності, ми рекомендуємо скористатися MDF. Це гарантує тривалу службу меблів у місцях з підвищеною вологістю, та кращу міцність кріплення меблевих стяжок. Плити MDF відзначаються значною щільністю в межах 700–800 кг/м³ та абсолютно однорідною будовою без внутрішніх пустот і дефектів. Це забезпечує підвищений витривалість деталей вертикальним та горизонтальним експлуатаційним механічним впливам, запобігаючи прогину великогабаритних елементів, зокрема стільниці довжиною 1800 мм. Окрім цього, рівномірна структура матеріалу за кубиковий об'єм підтверджує високу надійність утримання кріпильної фурнітури та висувних механізмів, що є

критично важливим для корпусних меблів з динамічними рухомими вузлами. Отже для проектування комоду пропонуємо використати саме матеріал MDF.

Для елементів комоду, які перебувають під впливом найбільш інтенсивним динамічним навантаженням та непосредньому механічному впливу в процесі щоденного використання, обґрунтовано вживання натуральної деревини твердих листяних порід [26]. Зокрема, для формування фасадів шухляд та чотирьох основних ніжок висотою 300 мм обрано масив ясеня сорту "А". Ця порода відзначається високою первинною міцністю на стискання вздовж волокон, твердістю та відмінною витривалістю до подряпин, ударів і зношування.

З метою забезпечення гармонійної стилістичної концепції та створення візуального ефекту монолітного виробу з масиву, всі фасадні пласті щитових деталей із MDF проходять двосторонньому личкуванню натуральним струганим шпоном ясеня завтовшки 0,7 мм. Двостороннє покриття шпоном методом гарячого пресування є обов'язковою інженерною умовою, оскільки воно забезпечує симетричне внутрішнє навантаження в структурі плити. Це повністю нівелює ризик жолоблення чи деформації деталей під впливом температурно-вологісних коливань навколишнього середовища.

Внутрішнє просторове побудова комоду розроблене з урахуванням сучасних вимог до ергономіки та міцності. Корпус сегментований на кілька функціональних зон за рахунок вертикальних бічних і середніх стінок. Середня перегородка виконує роль допоміжного ребра жорсткості, що підпирає стільницю по центру, розподіляючи вертикальні зусилля та запобігаючи її деформації. Внутрішня площа комоду обладнується знімними полицями з личкованого MDF для адаптації під функціональні вимоги користувача та шухлядами зі стабільними фасадами з ясеня.

Посилена увага при проектуванні комбінованого комоду надана вибору системи з'єднання деталей, яка має забезпечити найбільш просторову жорсткість корпусу. Для кріплення основних елементів введено комбінову систему прихованої присадки, яка базується на застосуванні ексцентрикових стяжок по типу Minifix у сполученні з дерев'яними шкантами розміром 8×30 мм. Даний

інженерний підхід забезпечує ідеальну точність позиціонування щитів під час компонування та створює дуже надійне кутове з'єднання, яке здатне витримувати довгочасні експлуатаційні навантаження.

Використання комбінації ексцентрикових стяжок та шкантів гарантує високі естетичні результати готового виробу, бо на зовнішніх бічних стінках та стільниці повною мірою відсутні наскрізні отвори, видимі гвинти чи пластикові заглушки [27]. Крім того, це конструктивне рішення дає комоду якостей повноцінної збірно-розбірної конструкції. Це дає змогу здійснювати багаторазове складання без псування посадочних гнізд, що повністю спрощує процеси комплектування, пакування та логістики виробу.

Для вироблення допоміжних елементів конструкції, тобто задньої стінки комоду та дна шухляд, враховано використання тонких деревоволокнистих плит (ДВП) товщиною 4 мм. Застосування ДВП дає змогу значно полегшити загальну вагу комоду, при цьому залишати необхідну діагональну стабільність та просторову міцність усього каркасу. Усі нерозбірні вузли, сполучення та шпоновані поверхні кріпляться за допомогою високоякісних клейових сумішей на базі ПВА з класом вологостійкості D3, яке забезпечує довговічність клейових швів у побутових умовах.

3.2 Ергономічні вимоги до конструкції сучасних комодів

Ергономіка відіграє важливу роль у нинішньому проектуванні корпусних меблів, бо вона спрямована на виготовлення максимально комфортного та безпечного середовища для користувача. Сучасний комод взагалі має бути не лише місцем для зберігання ваших речей, але й всеціло гармонійним доповненням вашого житлового простору, яке не викликає ніякої фізичної втоми під час щоденної експлуатації. Запровадження ергономічних принципів на етапі конструювання дає змогу оминати багатьох проблем, пов'язаних із незручністю доступу до речей або ризиком травмування.

Базові ергономічні умови до комодів виникають на основі антропометричних даних людини. Вони неодмінно включають середній зріст користувачів, їхню довжину рук, радіус досяжності та всю біомеханіку рухів під час використання шухляд. Відповідність виробу до цих фізіологічних параметрів забезпечує, що людині не потрібно надмірно нахилитися, присідати або тягнутися для того, щоб дістати йому необхідну річ із дальніх кутків меблів [28].

Одним із важливих ергономічних параметрів вцілому є загальна висота комода. Висота має відповідати зоні легкого доступу ваших рук, що зазвичай складає від 700 до 900 мм. Розроблений у даному проєкті комод має висоту 700 мм, що включає в себе опорні ніжки. Даний показник підходить для зручного використання верхньої площини, тобто стільниці, як додаткової робочої або демонстраційної поверхні, не потребуючи від користувача підняття рук вище рівня ліктів.

Глибина корпусу повністю впливає на зручність зберігання та оглядовість всього внутрішнього простору. Занадто глибокі шухляди призводять до того, що речі на задньому плані стають важкодоступними, а занадто мілкі – сильно обмежують місткість. У представленій нами конструкції глибина корпусу в чистовому розмірі складає 540 мм. Це найкращий ергономічний розмір, який дає змогу зручно розміщувати складений вами одяг в один або два ряди, зберігаючи при цьому його повний візуальний і фізичний доступ до всього вмісту шухляд.

Довжина виробу також встановлює його повний ергономічний потенціал та раціональне зонування простору кімнати. Спільна довжина спроектованого комоду складає 1800 мм. Завдяки цим солідним габаритам виріб гарантує велику площу для складування речей, яка горизонтально поділена на зручні секції, що дає змогу користувачеві легко класифікувати його речі без необхідності пересуватися всією кімнатою в пошуках потрібного йому відділення.

Ергономіка робочих зон, тобто зон досяжності потребує продуманого розташування його найбільш затребуваних речей. У сучасному комоді дуже часто використовувані предмети повинні бути розташовані у верхніх шухлядах, які перебувають в оптимальній зоні його зору та мануального доступу. Нижні

секції, до яких буде потрібно нахилитися, функціонально призначені для не затребуваних або більш габаритних речей.

Головним аспектом зручності підходу до меблів є присутність місця для вільного простору для стоп. Якщо виріб стоїть дуже щільно на підлозі без цоколя чи ніжок, користувач буде змушений нахилитися вперед, тобто створюючи небезпечну напругу в попереку. Спроектований нами комод обладнаний аж чотирма опорними ніжками з масиву ясеня, які мають висоту 300 мм. Цей доволі вільний простір дає змогу людині вільно підійти впритул до фасаду, зберігаючи рівну та здорову поставу.

Безпека застосування також є невід'ємною частиною ергономіки. Відсутність гострих, виступаючих деталей кріплення на зовнішніх поверхнях унеможливує випадковому зачепленню одягу або подряпинам. Використання системи прихованої присадки на основі ексцентрикових стяжок Minifix у поєднанні зі шкантами 8x30 мм гарантує не тільки високу просторову міцність, але й ще ідеально гладку, безпечну зовнішню поверхню бічних стінок та стільниці.

Ергономіка маніпуляцій з рухомими деталями потребує зменшення фізичних зусиль при відкриванні та закриванні всіх шухляд. Сучасні комоди топ-сегменту мають бути оснащені високоякісними напрямними прихованого монтажу. Це не лише робить його рух безшумним, але й також знімає зайве навантаження з суглобів рук користувача, роблячи цей процес взаємодії з меблями інтуїтивним і фізично легким.

Тактильна ергономіка – це ще один дуже важливий напрямок, який повністю впливає на психофізіологічний комфорт людини в інтер'єрі. Матеріали, з якими кожен день контактує користувач, мають бути приємними на дотик, також не викликати відчуття холоду або надмірної шорсткості. Застосування натурального масиву ясеня для всіх фасадів та ніжок, та також двостороннє личкування пластей MDF натуральним струганим шпоном ясеня товщиною 0,7 мм, буде повністю задовольняти дану вимогу, даруючи відчуття природного тепла [29].

Візуальна ергономіка потребує відсутності будь-якого зайвого візуального шуму та надмірно агресивних кольорів, які можуть спричиняти втому очей та емоційне напруження. Співвідношення розробленого комоду до принципів мінімалізму та еко-стилю, зберігання виразної природної текстури деревини ясеня та його яркого відтінку роблять заспокійливий ефект. Такий доволі стриманий дизайн зменшує психологічне навантаження після робочого дня.

Екологічна та хімічна безпека також в повній мірі відносяться до одних з ключових вимог ергономіки житлового середовища. Застосування середньощільної плити MDF (товщиною 18 мм), яка виділяється значно кращими екологічними показниками беручи в порівняння зі звичайною ДСП, частково зменшує ризики виділення шкідливих речовин. На додаток, використання безпечного вологостійкого клею ПВА класу D3 для личкування шпоном та надійного поліуретанового лаку зумовлює збереження чистоти повітря в кімнаті.

Побутова ергономіка взагалі не обмежується лише безпосереднім використанням комоду, вона безумовно включає і зручність догляду за приміщенням. Відкритий простір з висотою 300 мм під корпусом виробу повністю полегшує процес вологого прибирання підлоги. Це дає змогу безперешкодно застосовувати сучасні роботи-пилососи, які відповідають актуальним потребам споживачів та значно економить їхній час [30].

Важливим чинником комфорту також є статична стійкість та збалансованість всієї конструкції. Загальна вага комоду та раціональний розподіл центру ваги, особливо якщо враховувати наявність масивних деталей із MDF та щільної деревини ясеня, знеможливають випадкове перекидання виробу на його користувача при відкритті одразу кількох навантажених шухляд, що є важливою вимогою безпеки.

3.3 Розробка технологічних карт

Для деталізації технологічного процесу вироблення основних елементів комоду було розроблено технологічну карту вироблення стільниці. У карті наведено черговість виконання технологічних операцій, обладнання, інструмент, способи контролю та регламентовані витрати часу на обробку деталі (табл. 3.2).

Технологічна карта деталі: Стільниця

Кількість на виріб: 1 шт.

Матеріал: MDF 18 мм, шпон ясеня

Розмір в чистоті: Д = 1800 мм; Ш = 540 мм; Т = 18 мм

Таблиця 3.2

Технологічна карта з виготовлення стільниці

№ п/п	Найменування операції	Обладнання	Інструмент	Метод контролю	На деталь, хв
1	Форматний розкрій MDF	FDB Maschinen FR32ZS	Пильний диск	Лінійка	0,80
2	Калібрування поверхні	Costa Levigatrici	Шліфувальна стрічка	Штангенциркуль	0,44
3	Підготовка шпону	Fisher+Rückle	Гільйотинний ніж	Візуально	5,97
4	Зшивання шпону	Kuper FL	Клейова нитка	Візуально	1,20
5	Нанесення клею	Osama MH 6213A	Клейові вальці	Візуально	0,65
6	Гаряче личкування	WINTER RIBEXVAC	Пресові плити	Візуально	6,94
7	Чистове обрізання припусків	FDB Maschinen FR32ZS	Пильний диск	Лінійка	0,80
8	Личкування крайок	Homag EDGETEQ S-300	Крайковий шпон	Візуально	0,45
9	Свердління отворів	Biesse Insider	Свердло	Штангенциркуль	4,55
10	Шліфування	Costa Levigatrici	Шліфувальна стрічка	Візуально	0,44
11	Контроль якості	Робоче місце контролю	Вимірювальний інструмент	Візуально	0,20

Аналіз технологічної карти демонструє, що виготовлення стільниці включає в себе такі операції, як розкрій, торцювання, фугування, рейсмусування,

шліфування, свердління отворів та контроль якості. Спільна трудомісткість виготовлення деталі складає суму регламентованих витрат часу за цими всіма операціями, що береться до уваги при обчисленні виробничої програми та навантаження обладнання.

До головних щитових деталей конструкції комоду належать бічні стінки, дно корпусу та середня перегородка. Всі зазначені тут деталі виробляються з плити MDF завтовшки 18 мм та оздоблюються натуральним шпоном ясеня методом гарячого пресування. Для даних деталей було розроблено єдину технологічну карту, бо в них однакова технологія обробки (табл. 3.3).

Технологічна карта деталей: бічні стінки, дно, перегородка.

Матеріал: MDF 18 мм, шпон ясеня 0,7 мм.

Таблиця 3.3

Технологічна карта: бічні стінки, дно корпусу та середня перегородка

№ п/п	Найменування операції	Обладнання	Інструмент	Метод контролю	На деталь, хв
1	Форматний розкрій MDF з припуском	Homag SAWTEQ	Пильний диск	Лінійка	0,60
2	Калібрування поверхні	Costa Levigatrici	Шліфувальна стрічка	Штангенциркуль	0,30
3	Підготовка шпону	Fisher+Rückle	Гільйотинний ніж	Візуально	1,50
4	Зшивання шпону	Kuper FL	Клейова нитка	Візуально	0,50
5	Нанесення клею	Osama MH 6213A	Клейові вальці	Візуально	0,30
6	Гаряче личкування	WINTER RIBEXVAC	Пресові плити	Візуально	1,50
7	Чистове обрізання припусків	Homag SAWTEQ	Пильний диск	Лінійка	0,50
8	Личкування крайок	Homag EDGETEQ S-300	Крайковий шпон	Візуально	0,40
9	Свердління отворів	Biesse Insider	Свердло	Штангенциркуль	1,20
10	Шліфування	Costa Levigatrici	Шліфувальна стрічка	Візуально	0,30
11	Контроль якості	Робоче місце контролю	Вимірювальний інструмент	Візуально	0,10

Аналіз технологічної карти показує нам, що максимальна трудомісткість перепадають на такі операції, як підготовка шпону та гарячого личкування.

Вироблення єдиної технології для вироблення основних щитових деталей дає змогу полегшити організацію виробництва, мінімізацію витрати часу на переобладнання та гарантувати стабільну якість готових деталей.

Фасади шухляд є найосновнішими декоративними деталями комоду та прямо створюють його зовнішній вигляд. Для їх вироблення застосовується масив ясеня сорту А, який характерний високою міцністю, зносостійкістю та чіткою текстурою деревини. Технологічна карта обумовлює виконання сукупність операцій механічної обробки деревини від первинного розкрою до шліфування та контролю якості готових деталей (табл. 3.4).

Технологічна карта деталей: фасади шухляд.

Матеріал: масив ясеня, сорт А.

Таблиця 3.4

Технологічна карта: фасади шухляд

№ п/п	Найменування операції	Обладнання	Інструмент	Метод контролю	На деталь, хв
1	Первинний розкрій пиломатеріалів	MJ 2445R	Пильний диск	Візуально	1,20
2	Торцювання заготовок	MJ 2445R	Пильний диск	Лінійка	0,60
3	Фугування пластів та кромки	SCM L'invincibile	Ножовий вал	Лінійка	0,80
4	Рейсмусування	SCM L'invincibile	Ножовий вал	Штангенциркуль	0,70
5	Форматне обрізання в розмір	Форматно-розкрійний верстат	Пильний диск	Лінійка	0,50
6	Свердління технологічних отворів	Biesse Insider	Свердло	Штангенциркуль	0,80
7	Шліфування поверхні	Costa Levigatrici	Шліфувальна стрічка	Візуально	0,60
8	Контроль якості	Робоче місце контролю	Вимірювальний інструмент	Візуально	0,20

Аналіз технологічної карти показує нам, що для виготовлення фасадів шухляд нам потрібно виконати операції первинної та вторинної механічної обробки масиву деревини. Найвпливовіший на якість вже готових деталей посідають такі операції, як фугування, рейсмусування та шліфування, що

гарантують точність геометричних розмірів і дуже високу якість поверхні перед наступним опорядженням. Фасади з масиву ясеня гарантують виробу максимальну міцність та оптимізують його декоративні властивості.

До додаткових деталей конструкції комоду відносяться задня стінка та дно шухляд, що виробляються з деревоволокнистої плити (ДВП) завтовшки 4 мм. Застосування ДВП дає змогу знизити масу виробу, гарантувати необхідну жорсткість конструкції та зменшити витрати матеріалів. Для вироблення зазначених деталей було розроблено технологічну карту, яка включає в себе операції розкрою, контролю та комплектування (табл. 3.5).

Технологічна карта деталей: Задня стінка комоду, дно шухляд.

Матеріал: ДВП 4 мм.

Таблиця 3.5

Технологічна карта: додаткові деталі комоду

№ п/п	Найменування операції	Обладнання	Інструмент	Метод контролю	На деталь, хв
1	Розмітка заготовок	Робоче місце	Рулетка, олівець	Візуально	0,20
2	Форматний розкрій ДВП	Форматно-розкрійний верстат	Пильний диск	Лінійка	0,50
3	Контроль геометричних розмірів	Робоче місце контролю	Вимірювальний інструмент	Візуально	0,10
4	Комплектування деталей	Робоче місце	—	Візуально	0,10

Технологічний процес виготовлення деталей із ДВП є мінімально трудомістким порівнюючи з вироблення елементів із MDF та масиву деревини. Головною операцією є чіткий розкрій листового матеріалу згідно з креслень виробу. Додержання встановлених розмірів гарантує правильне складання комоду та потрібну просторову жорсткість конструкції. Використання ДВП для задньої стінки та дна шухляд є економічно правильним і підходить сучасним технологіям виробництва корпусних меблів.

3.4 Розрахунок продуктивності основного обладнання

Результативність функціонування меблевої дільниці визначається від пропорційно до кожної одиниці обладнання. Під час ввиробництва комоду комбінованої конструкції важливо надавати синхронну роботу верстатів для опрацювання плит MDF та масиву ясеня, щоб оминути накопичення напівфабрикатів на проміжних складах.

Базові нормативи часу для основних операцій, одержані в ході проектування технологічного маршруту, отже можна обчислити нормативи часу поопераційно на кожен виріб, розрахунки зводимо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Виробнича потужність та часові витрати основного обладнання

№	Технологічна стадія	Тип застосованого верстата	Функціональне призначення	Норма часу на виріб, хв
1	Первинний розкрій ясеня	MJ 2445R	Поперечне торцювання та поздовжній розкрій дошки	12,0
2	Форматний розкрій MDF	FDB Maschinen FR32ZS	Високоточний поділ плит з технологічним припуском	8,0
3	Механічна обробка масиву	Фугувально-рейсмусовий SCM L'invincible	Створення базової площини та калібрування товщиною	8,0
4	Обробка шпону та формування «рубашок»	Гільйотина Fisher+Rückle / Ребросклеювач Kuper FL	Гільйотинне різання смуг та безшовне зшивання декоративного шару	59,7
5	Нанесення адгезиву	Клейовальці Osama MH 6213A	Рівномірне клейове покриття основи перед пресуванням	6,5
6	Гаряче личкування	WINTER RIBEXVAC	Личкування пластей методом гарячого пресування	69,4
7	Личкування крайок	Homag EDGETEQ S-300	Захисно-декоративне облицювання торцевих поверхонь шпоном	4,5
8	Свердління технологічних отворів	Центр прохідного типу Biesse Insider	Багатопозиційне свердління монтажних гнізд під фурнітуру	45,5
9	Калібрування, шліфування	Широкострічковий верстат Costa Levigatrici	Фінішне шліфування площин та підготовка під опорядження	4,4

Загалом на основі проведених розрахунків можна стверджувати що процес є технологічно виправданим та відповідає сучасним вимогам технологічного виробництва.

3.5 Розрахунок виробничої програми та навантаження персоналу

Особливістю даного технологічного процесу є застосування системи технологічних припусків. Для забезпечення максимальної якості склеювання крайок плита MDF та личківка зі шпону ясеня розкроюються з припуском +10 мм з кожного боку. Наявність такого запасу матеріалу дає можливість компенсувати можливі зміщення заготовок під час складання пакета та пресування, а також забезпечує рівномірне приклеювання шпону по всій площі поверхні.

Після завершення процесу пресування, а також не мало важливого технологічного витримувани заготовок після пресування для нормалізації формостійкості та остаточної полімеризації клеєвого шва, виконується додаткова операція чистового обрізання припусків до проєктних розмірів деталі. Ця операція потребує додаткових витрат робочого часу, використання відповідного обладнання та контролю точності обробки. Водночас застосування технологічних припусків дозволяє знизити ймовірність виникнення дефектів склеювання, покращити якість готової продукції та забезпечити відповідність деталей встановленим розмірам і вимогам до зовнішнього вигляду. Тому витрати часу на обрізання припусків є технологічно обґрунтованими та враховуються при розрахунку загальної трудомісткості процесу облицювання.

Для розуміння чисельності персоналу яка буде достатньою для досягнення максимальної продуктивності та безперервної роботи дільниці упродовж кожної зміни виконуємо розрахунок виробничого навантаження працівників, та зводимо його в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Розрахунок виробничого навантаження працівників

№	Етап технологічного процесу	Норма на 1 виріб, хв	Кількість осіб	Загальний час (Тзаг), хв	Час на 1 працівника, хв	Час на 1 працівника, год
1	Розкрій ясеня (MJ 2445R)	12,0	1	180	180	3
2	Форматний розкрій MDF з припуском (FDB FR32ZS)	10,0	1	150	150	2,5
3	Механічна обробка масиву (SCM)	8,0	1	120	120	2
4	Зшивання шпону (Kuperg / Casati)	59,7	2	895,5	447,8	7,46
5	Личкування в пресі (WINTER RIBEXVAC)	69,4	2	1041	520,5	8,68
6	Чистове обрізання припусків (FDB FR32ZS)	7,9	1	118,5	118,5	1,98
7	Личкування крайок (Homag EDGETEQ S-300) та шліфування (Giantway QSG)	4,5	1	67,5	67,5	1,13
8	Свердління техн. отворів (Felder FD 250)	45,5	1	682,5	682,5	11,38
10	Складання комодів та контроль	120,0	2	1800	900	15
12	УСЬОГО	337,0	12	5055	3186,8	53,13

Проведений розрахунок показує, що взята чисельність персоналу у 12 осіб є достатньою для досягнення максимальної продуктивності та безперервної роботи дільниці упродовж кожної зміни. Загальна трудомісткість у 84,25 люд-год (5055 хв) рівномірно розподілена між дільницями, в яких є ймовірність появи «вузьких місць». Як бачимо трудомісткими етапами є підготовка шпону та складання, на них зосереджені фахівці, це забезпечує необхідну якість комодів та додержання технології роботи з делікатним шпоном, натуральною та опорядженими деталями.

3.6 Розрахунок витрат матеріалів на виготовлення одного виробу

У теперішніх ринкових умовах раціональне застосування сировинних ресурсів це визначальний умова економічної стійкості меблевого підприємства. Точне визначення запитів у матеріалах дає змогу не лише мінімізувати виробничі витрати, але й гарантувати планову собівартість продукції, яка повністю показується на її конкурентоспроможність. Процес вироблення комоду комбінованої конструкції містить застосування широкого спектру матеріалів, тобто від плитних напівфабрикатів до екологічної деревини та складних хімічних елементів для личкування та оздоблення.

Точна кількість матеріалів, яка необхідна для вироблення одиниці виробу, обчислюється на основі точних розмірів деталей, показаних у специфікації до креслень, із необхідним врахуванням технологічних припусків на процеси, так як розкрій, калібрування та шліфування. Аргументований підбір сировини дає змогу дати до балансу між функціональною безпечністю комоду та його естетичними характеристиками. У цьому проекті обчислення спираються на конструкції комоду (рис. 3.9), яка об'єднує стабільність MDF-основи з декоративною цінністю ясеня.

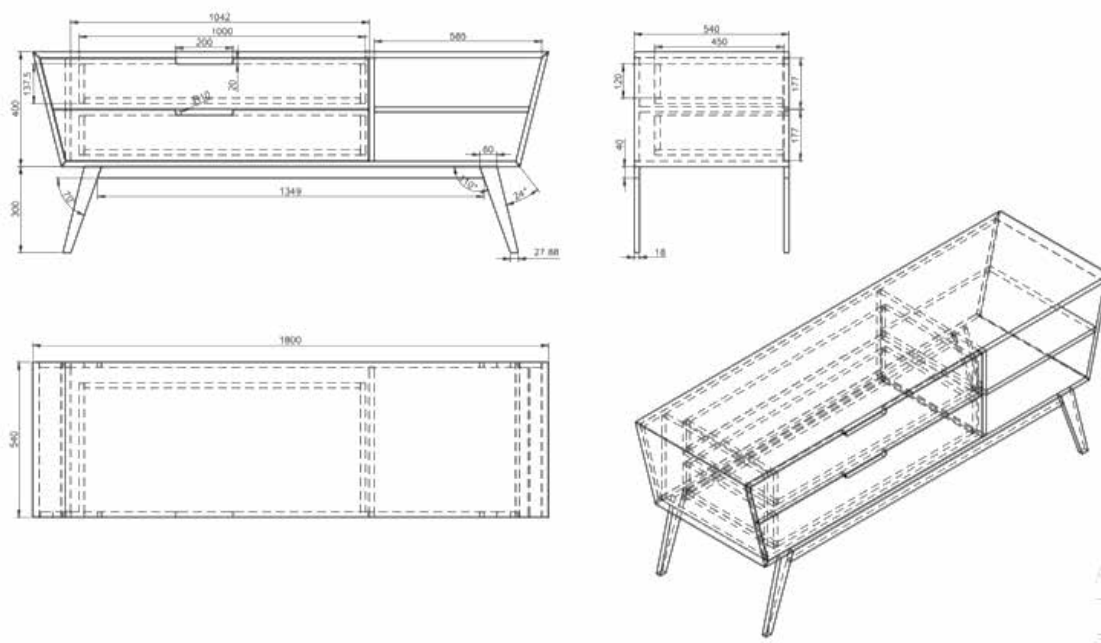


Рис. 3.9. Ескіз комоду

Маючи ескіз з основними розмірами цього виробу можна обчислити габарити всіх деталей.

Нижче наведено габаритні характеристики виробу, що стали основою для подальших обчислень (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Габаритні та конструктивні параметри комоду

№	Назва параметра	Одиниця виміру	Значення
1	Загальна довжина виробу	мм	1800
2	Загальна висота (включаючи ніжки)	мм	700
3	Глибина корпусу (чистовий розмір)	мм	540
4	Товщина основних плитних деталей (MDF)	мм	18
5	Висота опорної конструкції (ніжки)	мм	300
6	Габарити стільниці (Д × Ш)	мм	1800 × 540
7	Розрахункова товщина шпону ясеня	мм	0,7
8	Товщина задньої стінки та дна шухляд	мм	4

Повна характеристика конструктивних елементів виробу. Конструкція комоду створена з врахуванням нових вимог до ергономіки та зручності меблевих виробів. Виріб ділиться на кілька функціональних вузлів, кожен з яких вимагає специфічного підбору матеріалів.

1. Корпус та внутрішня структура: горизонтальні щити (стільниця та дно): це є головні несучі елементи, які беруть на себе вертикальні навантаження. Вони виготовляються з плити MDF стандартною товщиною 18 мм. MDF вибрано завдяки її однорідній будові, яка запобігає деформації при масштабних

габаритах (1800 мм). Ці два елементи підлягають до двостороннього шпонуванню ясенем.

Вертикальні стінки (бічні та середня): гарантують просторову твердість корпусу. Середня стінка робить роль додаткової опори для стільниці, уникаючи її прогину.

Внутрішні полиці: це знімні деталі з личкованого MDF, які дають змогу застосувати внутрішній простір під необхідності користувача.

2. Фасадна частина та система опор: фасади шухляд: виготовляються з натурального масиву або клеєного щита ясеня. Внаслідок природної стійкості та твердості цієї породи, фасадні елементи показують відмінну стійкість до зношення, подряпин та ударів, що забезпечує підтримання естетичного вигляду деталей, що застосовується найінтенсивніше.

Ніжки (4 шт.): виготовляються з цілого масиву ясеня. Ясен має значну щільність та твердість на здавлення вздовж волокон, що забезпечує міцність всієї конструкції під вагою збережених речей.

3. Допоміжні та комплектуючі деталі: задня стінка та дно шухляд: для послаблення виробу використовується ДВП (деревоволокниста плита) завтовшки 4 мм.

Клейові матеріали: застосовується клей на основі ПВА з максимальним класом вологостійкості (D3), що гарантує надійність об'єднань у побутових умовах.

Обчислення об'ємних та площинних показників сировини.

Розраховуємо точний об'єм матеріалів за загальновідомою формулою:

$$V = a \times b \times h \times n \text{ м}^3,$$

де a , b , h – геометричні параметри деталі в метрах;

n – кількість ідентичних деталей у виробі.

1. Потреба у основному плитних матеріалах (MDF 18 мм).

Розрахунок проводиться за кожною позицією специфікації в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Потреба у основному плитних матеріалах (MDF 18 мм):

№	Назва деталі	Довжина а, м	Ширина b, м	Товщина h, м	Кількість п, шт.	Формула розрахунку	Об'єм деталей V, м³
1	Стільниця	1,800	0,540	0,018	1	$1,800 * 0,540 * 0,018 * 1$	0,017496
2	Бічні стінки	0,403	0,540	0,018	2	$0,403 * 0,540 * 0,018 * 2$	0,007834
3	Дно корпусу	1,600	0,540	0,018	1	$1,600 * 0,540 * 0,018 * 1$	0,015552
4	Середня перегородка	0,361	0,540	0,018	1	$0,361 * 0,540 * 0,018 * 1$	0,003509
	УСЬОГО	—	—	—	—	—	0,044391

Табл. 3.3 містить розрахунок потреби в плиті MDF товщиною 18 мм для виготовлення основних деталей виробу. Об'єм кожної деталі визначено за її розмірами та кількістю. Загальна потреба в матеріалі становить 0,044391 м³, що використовується для подальших розрахунків витрат і собівартості виробу.

Тепер можна виконати розрахунки витрат масивної деревини ясена на фасади та ніжки (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Витрати масиву ясеня (Ніжки та фасади)

№	Назва деталі	Довжина а, м	Ширина b, м	Товщина h, м	Кількість п, шт.	Формула розрахунку	Об'єм деталей V, м³
1	Опорні ніжки	0,310	0,028	0,018	4	$0,310 * 0,028 * 0,018 * 4$	0,000625
2	Верхній фасад	1,147	0,177	0,018	1	$1,147 * 0,177 * 0,018 * 1$	0,003654
3	Нижній фасад	1,102	0,177	0,018	1	$1,102 * 0,177 * 0,018 * 1$	0,003511
	УСЬОГО	—	—	—	—	—	0,007790

Площа декоративного личкування (шпон ясеня 0,7 мм).

Личкування пластей плитних деталей здійснюється з обох сторін для формування симетричного напруження та уникання викривленню деталей.

Обчислювальна площа шпону на один виріб стане 6,968 м². Цей показник містить площу всіх пластей MDF-деталей та потрібний технологічний запас на прирізку та вибір текстури личківки.

Зведені результати обчислення витрат матеріалів представлені в узагальнюючій табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Зведена відомість матеріальних витрат на одиницю продукції

№	Матеріал	Призначення	Од. вим.	Кількість
1	Плита MDF (18 мм)	Корпус, полиці, стінки	м ³	0,0444
2	Масив ясеня	Ніжки, фасадні елементи	м ³	0,0078
3	Натуральний шпон (0,7 мм)	Облицювання пластей	м ²	6,9680
4	Плита ДВП (4 мм)	Задні стінки, дно шухляд	м ²	0,7200
5	Клей ПВА (D3)	Склеювання вузлів та шпону	кг	0,3500
6	Лак поліуретановий	Захисне опорядження	кг	0,4200
7	Меблева фурнітура	З'єднання, напрямні	компл.	1

Виходячи з цього, дана технологія вироблення комоду показує застосування високоякісних матеріалів, що гарантують тривалий термін експлуатації виробу. MDF в з'єднанні з натуральним шпоном дає змогу відтворювати дорогі меблі з масиву, оберігаючи при цьому незмінність геометричних форм та зменшуючи загальну матеріаломісткість.

3.7 Пропозиції щодо вдосконалення конструкції комоду

Теперішній ринок меблевих виробів встановлює жорсткі умови до конструктивної стамільності, довговічності та витончених показників корпусних меблів топ сегменту. В межах цього дипломного проекту було зроблено детальний комплексне дослідження базової конструкції комоду та чинного на підприємстві технологічного процесу. На підставі отриманих аналітичних і обчислювальних результатів складено розгорнуті технологічні та конструктивні міркування, спрямовані на максимальне підвищення експлуатаційної безпечності виробу, мінімізація частки ручної праці, зниження виробничого браку, а також удосконалення витрат дорогоцінної деревини ясеня і плитних матеріалів.

Поліпшення конструкції виробу та аргументація матеріаломісткості. Первинний варіант конструкції комоду визначав вироблення внутрішніх перегородок, полиць та дна корпусу з звичних деревинно-стружкових плит (ДСП) з наступним їх личкуванням. З метою покращення загальної жорсткості виробу, оптимізації опору експлуатаційним деформаціям та великого удосконалення екологічних показників меблевого виробу, у проекті рекомендовано повністю стандартизувати конструкційний матеріал корпусу. Основний підхід зводиться у заміні ДСП на середньоцільну деревинно-волокнисту плиту (MDF) товщиною 18 мм.

Плити MDF мають значно вищу щільність (в межах 700-800 кг/м³), цілком суцільною структурою без внутрішніх пустот та поєднуються значно ліпшими показниками опору витягуванню кріпильних елементів. Це є вимогливою важливою обставиною для сучасних корпусних меблів, які облаштовуються складними висувними комплексами прихованого монтажу і підлягають безкінечним динамічним навантаженням.

Для лицьових поверхонь виробу доцільно застосування натурального масиву або стійкого клеєного меблевого щита з ясеня. Рішення вибору цієї деревини спричинений її високими фізико-механічними показниками, особливо підвищеною міцністю, природною довговічністю та опором до механічних

пошкоджень (подряпин, ударів). Це є вирішальним фактором для елементів, які використовується найінтенсивніше. Для облицювання пластей інших деталей з MDF (стілниця, бічні стінки, дно корпусу) вирішено використовувати струганий шпон ясеня товщиною 0,7 мм методом гарячого пресування, що дає змогу здобути чудового візуального ефекту цілісного масиву деревини за значної мінімізації матеріальних ресурсів.

Для покращення міцності з'єднань деталей корпусу введено комбіновану систему присадки: найсучасніші ексцентрикові стяжки, такі як Minifix у комбінації з зробленими вже отворами під дерев'яні шканти (8 * 30 мм). Таке конструктивне рішення дає змогу:

1. гарантувати повністю потаємне з'єднання елементів (без видимих наскрізних отворів, гвинтів чи пластикових заглушок на бічних стінках комоду);
2. здобути високої точності представлення деталей під час кінцевого створення виробу на складальній ділянці меблевого цеху;
3. присудити конструкції комоду ефектів збірно-розбірного виробу, що дуже покращує його пакування, складування та наступне транспортування до кінцевого споживача.

Аргументування та інженерний вибір технологічного обладнання

Згідно з проведеними технологічними обчисленнями та визначеним обсягом випуску, який складає 15 виробів за одну робочу зміну, з'являється гостра необхідність в організації точного прохідного потоку матеріалів із найменшими часовими витратами на переналагоджування верстатів. Внесення нових конструкційних матеріалів потребує відповідного оновлення парку машин. Нижче показано розширене інженерне аргументування та вибір парку обладнання для основних технологічних стадій вироблення комоду.

1. Стадія форматної обробки та розкрою плитних матеріалів.

Для чіткого розкрою повноформатних плит MDF з технологічним припуском (запас 10–15 мм по периметру для захисту країв від сколів та мікротріщин під час внутрішньоцехового транспортування) рекомендовано до застосування форматно-розкрійний верстат Paoloni P3200 (Італія).

Цей верстат стосується класу виробничого обладнання з ручним впровадженням даних і чітким механічним позиціонуванням, що створює його добротним та найекономічнішим ефективним рішенням для спорядження заданого змінного випуску деталей. Будова верстата включає в себе підрізний вузол з окремим електродвигуном, що дає змогу абсолютно прибрати появу сколів та мікротріщин на нижній пласті плити MDF під час пиляння. Довжина великої алюмінієвої каретки (3200 мм) гарантує легке базування, чіткий хід та найкращу точність розкрою повноформатних плит за один раз, забезпечуючи чітку геометрію деталей напередодні їх на наступні етапи обробки.

2. Стадія підготовки поверхні та калібрування.

Беручи до уваги, що елементи комоду прямують через процес личкування натуральним струганим шпоном ясеня, об'єктивно ключовою є операція калібрування MDF після розкрою. Для втілення цієї задачі вибрано широкострічковий шліфувально-калібрувальний верстат Costa Levigatrici.

Калібрування цілком прибирає вірогідність можливої заводської різнотовщинності плит та робить найкращу базову поверхню з найбільшим ступенем площинності та шорсткості. Це робить оптимальні інженерні вимоги для рівномірного накладання клейового розчину вальцевими вузлами та гарантує стабільне, синфазне придавлювання шпону по всій площі заготовки саме під час пресування, цілком прибираючи ризик появи повітряних кишень, заглибин або небезпечних зон непоклеювання.

3. Стадія личкування пластей.

Для накладання струганого шпону ясеня до пластей каліброваних деталей з MDF обумовлено застосування однопролітних гідравлічних пресів гарячого типу.

Теперішній однопролітний прес дає змогу швидко, гнучко та регулярно опрацьовувати сформовані пакети деталей. На відміну від багатопролітних аналогів, він зменшує час присутності клею у відкритому стані до того моменту, як створиться тиск. Точний автоматизований контроль температури нагрівальних плит преса та питомого тиску гідроциліндрів гарантує швидку

полімеризацію клейового шару, глибоку адгезію і монолітність з'єднання «MDF-шпон», що прибирає деформацію шарів шпону в майбутньому.

4. Стадія личкування крайок.

Торці деталей після обрізання в чистовий розмір вимагають чіткого захисту від вологи, ударів та фінішного декорування. Для цього вибрано автоматичний прохідний крайкооблицювальний верстат.

Верстат в автоматичному прохідному режимі робить повний технологічний цикл: високотемпературне накладання клей-розплаву, щільне придавлювання рулонного шпону або крайки системою роликів, чітке торцювання звисів по довжині, двостороннє фрезерування надлишків по товщині, а також кінцеве радіусне циклювання й полірування. Це дає змогу здобути візуального ефекту монолітного масиву деревини та безпечно захищає торці деталей комоду від втручання вологи з навколишнього середовища під час експлуатації.

Особливу увагу приділяють інженерному підбору обладнання, яке стало основним фактором для вдалої реалізації оновленого технологічного процесу згідно з модернізованою конструкції виробу. Застосування сучасного високопродуктивного парку машин дає змогу дійти до бездоганної геометричної точності обробки елементів, досконало ліквідувати появу дефектів плитних матеріалів, частково мінімізувати тривалість виробничого циклу та оптимізувати частку ручної праці. Внаслідок цього збільшується загальна економічна ефективність меблевого цеху, та також гарантується стабільна топ якість готової продукції.

Зроблене покращення конструкції комоду, яке гармонійно вміщує високі естетичні властивості натуральної деревини ясеня, конструкційну стабільність MDF товщиною 18 мм та нинішні функціональні характеристики прихованих систем висування, цілком довело свою технологічну та інженерну доречність. Уніфікація матеріалів корпусу, поліпшення процесу калібрування і гарячого личкування пластей струганим шпоном, а також застосування комбінованої

системи прихованою присадки Minifix допомагає не лише раціональному використанню сировини, а й значній оптимізації експлуатаційної надійності та споживчих властивостей меблів.

Тому, результати, одержані у цьому розділі, переконливо засвідчують, що дана конструктивно-технологічна схема комоду є затребувана на ринку та повністю гарантує плановий обсяг випуску на рівні 15 виробів за зміну з високими показниками виробничої рентабельності.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ

4.1 Економічна ефективність та оцінка рентабельності

У теперішніх умовах активного розвитку меблевого ринку України та підсилення суперництва з боку міжнародних брендів, місцеві підприємства мають розбиратися на запровадження високоефективних способів господарювання. Під час створення та проектування поліпшеного комода комбінованої конструкції основним завданням було не лише формування естетично зважливого виробу, а й гарантування його великої економічної доцільності. Економічна результативність у цьому контексті аналізується як вміння підприємства виробляти продукцію, яка за своїми надійними та ціновими характеристиками переважає аналоги, гарантуючи при цьому постійний прибуток для майбутнього розвитку виробництва.

Зроблений комплексний економічний аналіз опирається на фактичних техніко-технологічних показниках, одержаних на попередніх фазах проектування. Він вміщує детальне обчислення повної собівартості, розгляд структури витрат, формулювання точки беззбитковості та рецензію рентабельності інвестицій у нове обладнання. Прибутковість діє як інтегральний показник, який показує рівень віддачі від будь-якої грошової одиниці, внесеною у сировину, оплату праці та енергоносії.

Обчислення матеріальних витрат. Матеріальні витрати це переважна складова у складі собівартості комода, що спричинено застосуванням дуже якісних плитних матеріалів та натуральної деревини ясеня. Неупередженість розрахунку гарантується застосуванням чистових розмірів деталей беручи до уваги нормативні коефіцієнти застосування матеріалів, визначених у підрозділі 3.1.

1. Деревоволокниста плита середньої щільності (MDF 18 мм)

Цей матеріал було обрано як конструкційну основу завдяки його великій стабільності та чудовій поверхні для шпонування. Обсяг застосування на один виріб складе $0,0444 \text{ м}^3$. При середній на ринку вартості $12\,500 \text{ грн/м}^3$ (станом на 2025-2026 рр.) всі витрати складають:

$$0,0444 \text{ м}^3 * 12,500 \text{ грн/м}^3 = 555,00 \text{ грн}$$

2. Масив ясеня (сорт "А")

Застосовується для вироблення максимально навантажених та декоративних частин, таких як ніжок та фасадних частин. Ясен виділяється високою твердістю та еластичністю. Обсяг: $0,0078 \text{ м}^3$. Ціна за 1 м^3 - $25\,000 \text{ грн}$. Розрахунок:

$$0,0078 \text{ м}^3 * 25,000 \text{ грн/м}^3 = 195,00 \text{ грн.}$$

3. Натуральний шпон ясеня (0,7 мм)

Гарантує преміальний зовнішній образ виробу. Площа личкування враховуючи обидві сторони та припуски складає $6,968 \text{ м}^2$. При ціні 180 грн/м^2 витрати становлять:

$$6,968 \text{ м}^2 * 180 \text{ грн/м}^2 = 1254,24 \text{ грн.}$$

4. Хімічні та допоміжні компоненти

Клей ПВА (клас вологостійкості D3): Потрібний для безпечного з'єднання вузлів та шпонування. Обсяг: $0,35 \text{ кг}$ за ціною 77 грн/кг – $26,95 \text{ грн}$.

Лакофарбові матеріали та фурнітура: Загальні витрати на дуже якісні матеріали, такі як напрямні шухляд, як завіси, як ексцентрикові стяжки та захисний поліуретановий лак складають $955,00 \text{ грн}$.

Спільний підсумок прямих матеріальних витрат ($V_{\text{мат}}$):

$$555,00 + 195,00 + 1254,24 + 26,95 + 955,00 = 2986,19 \text{ грн.}$$

Обчислення витрат на оплату праці. Оплата праці бере до уваги вартість роботи персоналу, який задіяний у виробничому потоці (12 осіб). Обчислення опирається на середній погодинний ставці $104,17 \text{ грн/год}$.

Затрати на оплату праці на один виріб ($V_{\text{зарп}}$): $78,12 \text{ грн}$.

Обчислення енерговитрат. Енерговитрати розраховуються на основі продуктивності промислового обладнання та часу його роботи.

Ціна електроенергії на один комод ($V_{\text{ен}}$): 6,42 грн (при тарифі 4,32 грн/кВт·год).

Обчислення повної собівартості виробу

Повна собівартість ($C_{\text{повн}}$) містить прямі затрати та інші накладні затрати, які визначаються у розмірі 20% від суми прямих витрат ($K=0.2$):

Інші витрати ($V_{\text{інш}}$): $(2986,19 + 78,12 + 6,42) * 0.2 = 614,15$ грн.

Повна собівартість:

$$C_{\text{повн}} = 2986,19 + 78,12 + 6,42 + 614,15 = 3684,88 \text{ грн}$$

Економічне доведення ціни та рентабельності

На основі повної собівартості складеється відпускна ціна, що гарантує плановий прибуток на рівні 30% ($R=0.3$):

Плановий прибуток (P): $3684,88 * 0.3 = 1105,46$ грн.

Ціна реалізації (без ПДВ): $3684,88 + 1105,46 = 4790,34$ грн.

Ціна з ПДВ (20%): $4790,34 * 1.2 = 5748,41$ грн

Фактична рентабельність виробу ($R_{\text{факт}}$):

$$R_{\text{факт}} = \frac{1105,46}{3684,88} \times 100 = 30\%$$

Проведений аналіз показує, що при застосуванні обраного нами парку машин та штату у 12 осіб, підприємство гарантує зроблення програми з великою економічною ефективністю. Саме рівень рентабельності у 30% показує про фінансову стабільність та суперництво виробу на ринку.

4.2 Аналіз небезпек та заходи з охорони праці у деревообробному виробництві

Організація безпечних умов для праці на ділянці з вироблення комодів комбінованої конструкції є найважливішим завданням інженерно-технічного персоналу підприємства. Меблеве виробництво, яке пов'язане з переробкою плит MDF, масиву ясеня та застосуванням синтетичних клеїв і лакофарбових матеріалів (ЛКМ), виділяється наявністю низки небезпечних та дуже шкідливих

виробничих факторів [31]. Ці фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Розгляд небезпечних та шкідливих виробничих факторів. У процесі здійснення запропонованого технологічного процесу вироблення комоду на робітників цеху здатні впливати такі основні фактори:

Фізичні фактори:

- рухомі машини та механізми, рухомі елементи обладнання, такі як незахищені робочі органи верстатів (пилкові диски форматно-розкрійного обладнання, шліфувальні стрічки калібрувальних верстатів, притискні вузли преса та крайкооблицювального верстата) складають загрозу механічного травмування (порізи, затискання);

- посилена запиленість повітря робочої зони: робиться під час форматного розкрою плит MDF та калібрувального шліфування деталей. Пил MDF вміщує в себе дрібнодисперсні фракції та залишки карбамідоформальдегідних смол, які мають такий ефект, як алергени та фіброгени;

- збільшений рівень шуму та вібрації: основними джерелами акустичного навантаження це є високообертові електродвигуни пилкових і фрезерних вузлів, а також системи аспірації;

- збільшена температура поверхонь обладнання: плити гарячого гідравлічного преса (до 120 °C) та клейові вузли крайкооблицювальних верстатів можуть виникати термічні опіки у разі будь-якого порушення правил безпеки;

- загрозливий рівень напруги в електричному ланцюзі: все технологічне обладнання потребує живлення від мережі змінного струму 380 В.

Хімічні фактори:

- токсичні виділення парів та газів: під час гарячого пресування шпону ясеня здійснюється емісія залишків вільного формальдегіду з плит та клею. На ділянці опорядження під час покривання і висихання двокомпонентного поліуретанового лаку та ґрунту в повітря вирізняються пари органічних

розчинників, які мають загальнотоксичну та подразнюючу дію на організм людини.

Дії щодо зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів

Для надання безпеки праці вносять такий комплекс технічних та організаційних заходів:

- колективний захист від пилу та хімічних речовин: усі робочі місця, де створюється стружка та пил (розкрій, калібрування, крайкооблицювання), в обов'язковому порядку встановлюється місцевими відсмоктувачами (ексгаустерними приймачами), які підключені до централізованої системи аспірації цеху. На ділянці гарячого пресування та в малярному відділенні розробляється загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну не менше 6-8 об'ємів за годину для мінімізації концентрації шкідливих парів у повітрі до рівнів, що не досягають гранично допустимі концентрації (ГДК).

- захист від механічного травмування: робочі органи верстатів замикаються захисними кожухами, які згруповані з пусковими пристроями двигунів (верстат не включиться, якщо кожух відкритий). Форматно-розкрійний верстат формується штовхачами заготовок для звільнення знаходження рук робітника в зоні різання. Гідравлічний прес обладнується системою дворучного керування (пуск лише можливий при одночасному натисканні двох кнопок обома руками оператора), що робить неможливим потрапляння рук у зону змикання плит.

- зменшення рівня шуму: фундаменти під масивне обладнання (шліфувально-калібрувальний верстат) робляться із віброізоляційними прошарками. Корпуси верстатів завжди покриваються звукопоглинальними матеріалами. Використовується своєчасне загострення різального інструменту, що зменшує рівень аеродинамічного шуму на 4–6 дБ.

- електробезпека: усе наявне електрообладнання, металеві станини верстатів та корпуси пресових установок підпадають захисному заземленню

(опір заземлювального пристрою не має перевищувати 4 Ом). Застосовується апаратура захисного вимкнення (ПЗВ) на випадок того, якщо відбудеться витік струму або неполадки в ізоляції кабелів.

Пожежна безпека на виробничій ділянці. За вибухопожежною та пожежною небезпекою меблевий цех стосується до категорії В, а за ПУЕ зони цеху групується як пожежонебезпечні класу П-II (зони обробки горючих твердих речовин) та П-I (зони застосування горючих рідин на дільниці ЛКМ).

Основні протипожежні заходи складають:

1. контроль за пиловим режимом: кожен змін прибирання деревного пилу з поверхонь обладнання та будівельних конструкцій таким методом, як вологе очищення або очищення промисловими пилососами для упередження створенню вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей;
2. позбавлення джерел запалювання: застосування електрообладнання та світильників виключно у вибухо- та пожежозахищеному виконанні. Заборона застосування відкритого вогню;
3. початкові засоби пожежогасіння: ділянка укомплектовується сертифікованими вогнегасниками (вуглекислотними ОУ-5 та порошковими ОП-5) з розрахунку, що один вогнегасник припадає на 50 м² площі, пожежними щитами з таким інструментом, як сокири, багри та відра та також ящиками із сухим піском;
4. способи евакуації: евакуаційні проходи та виходи завжди мають бути вільними, напрямки до них показуються світловими покажчиками з автономним живленням згідно вимог ДСТУ ISO 6309:2007 [32].

Особистий захист та виробнича санітарія. Для захисту робітників від залишків шкідливих факторів, що заборонено достовірно ліквідувати технічними засобами, використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- для захисту органів дихання від пилу MDF та ясеня – протипилові респіратори типу «Пелюстка» або Спіро;
- для захисту органів слуху операторів верстатів – протишумові навушники або беруші (гарантують зменшення шуму до нормативних 80 дБА);

- для захисту очей – захисні закриті окуляри під час пиляння, фрезерування та шліфування;
- для захисту шкіри рук (особливо на ділянках склеювання та малярних робіт) – захисні рукавиці, стійкі до дії хімічних речовин та клейових сумішей;
- робітники укомплектовуються спеціальним одягом (костюми бавовняні) та спецвзуттям із жорстким підноском.

На основі ознак технологічного процесу було аргументовано доречність застосування сучасного, високопродуктивного обладнання промислового класу. Його використання гарантує високу точність обробки деталей, зменшує витрати плитних матеріалів та дорогоцінної деревини ясеня, а також допомагає оптимізації всього виробничого циклу. У результаті зроблено успішну виробничу лінію, повністю пристосовану до умов інтенсивного вироблення меблів та яка здатна задовольнити плановий змінний обсяг випуску на рівні 15 комодів.

Серед основних конструктивних рішень - стандартизація матеріалу корпусу на основі стабільної плити MDF завтовшки 18 мм, гаряче личкування пластей натуральним струганим шпоном ясеня та застосування комбінованої системи прихованої присадки на основі ексцентрикових стяжок Minifix [33]. За допомогою технологічних оновлень вийшло значно мінімізувати тривалість окремих операцій, прибрати ризик появи дефектів та гарантувати стабільну топ якість готової продукції.

Інший акцент у роботі виконано на питаннях безпеки праці. Визначено головні ризики, які притаманні нинішньому меблевому виробництву: дрібнодисперсний пил MDF, робота з різальними інструментами на високих обертах, термічні фактори пресового устаткування, шум, вібрації, а також хімічні виділення на ділянках склеювання та спорядження поліуретановими лакофарбовими матеріалами [34]. Аналіз цих ризиків зроблена згідно з теперішніх нормативних вимог.

Важливим вектором вдосконалення умов праці є покращення внутрішньоцехової логістики та зменшення ручного переміщення важких вантажів. Тому що виробнича програма Столярного цеху НУБіП України включає серійний випуск комодів, безперервне мануальне транспортування повноформатних плит MDF та масивних деталей з ясеня робить критичне навантаження на весь опорно-руховий апарат персоналу. Для прибирання ризику професійних захворювань спини та суглобів, робочі місця біля форматно-розкрійних центрів та гідравлічних пресів повністю обладнані вакуумними підіймальними маніпуляторами. Транспортування деталей між дільницями має робитися виключно за допомогою гідравлічних візків (рохлей) та спеціалізованих платформ, які відповідають максимальним європейським стандартам промислової ергономіки.

Окрему увагу приділяють гарантуванню належного світлового середовища, яке є дуже критичним фактором безпеки при роботі з високошвидкісним різальним інструментом. В зонах механічної обробки, де використовуються фрезерні та пилкові вузли, має бути спроектоване потужне комбіноване освітлення із використанням сучасних LED-панелей. Основною вимогою до промислових світильників є повна відсутність пульсації світлового потоку, коефіцієнт пульсації має бути меншим за 5 %, що забезпечує унеможливлення появи небезпечного стробоскопічного ефекту, при якому обертовий пилковий диск може виглядати оператору нерухомим.

Безпека поводження з хімічними компонентами зумовлює суворого регламентування процесів накопичення та транспортування лакофарбових матеріалів (ЛФМ) і клейових сумішей. Поліуретанові лаки, затверджувачі та розчинники мають зберігатися у спеціально виділеному та ізольованому приміщенні з завжди працюючою витяжною вентиляцією у вибухозахищеному виконанні. Для уникнення розливам хімічних речовин на підлогу потрібно застосовувати металеві піддони-уловлювачі. Повний процес підготовки двокомпонентних матеріалів слід максимально автоматизувати, що дасть змогу звести до мінімуму весь контакт працівників з токсичними леткими сполуками.

Утримання оптимального мікроклімату у промислових приміщеннях пропрацьовується не лише як технологічна вимога для стабілізації деревини, але і як базова умова зберігання працездатності колективу. На ділянці гарячого личкування шпоном, де гідравлічні преси роблять значну кількість надлишкового тепла, мають бути встановлені системи локального кондиціонування та припливної вентиляції з повним охолодженням повітря. Це дуже ефективно запобігає тепловим ударам та надмірній втомлюваності операторів у літній період, повністю підтримуючи температуру в межах комфортних нормативних значень.

Комплексне управління деревними відходами показується потужним інструментом зменшення пожежного навантаження та поліпшення санітарного стану цеху. Натомість традиційного накопичування тирси та обрізків MDF у відкритих бункерах, запропоновано внесення автоматизованої системи безперервного брикетування. Пил від всієї централізованої системи аспірації цілком подаватиметься у брикетувальний прес. Це вирішення повністю має усувати ризик вторинного пилоутворення при розвантаженні відходів та протидіє формуванню вибухонебезпечної пилоповітряної суміші в робочій зоні.

Рационалізація режимів праці та відпочинку є дієвим методом боротьби з психофізіологічними небезпеками, по типу, як монотонність праці та зменшення концентрації уваги. Для повної робочої зміни у 12 працівників було розроблено динамічний графік, який вимагає регламентовані перерви по 10–15 хвилин кожні дві години інтенсивної роботи. До сказаного, також рекомендується внести практику ротації робочих місць, коли оператори періодично міняють тип виконуваних операцій. Це сильно знизить ризик розвитку тунельного синдрому та інших захворювань, які пов'язані із постійним повторенням однакових рухів.

Медичне сприяння та їхня готовність до невідкладних дій є останнім, проте є самим критично важливим рубежем охорони праці. На кожній виробничій ділянці потрібно щоб, були розставлені розширені аптечки першої допомоги, повністю укомплектовані новітніми протиопіковими гідрогелевими пов'язками, кровоспинними засобами (турнікетами) та розчинами для промивання очей. Усі

майстри змін та відповідальні особи мають проходити обов'язкові тренінги з надання першої та екстреної долікарської допомоги, що забезпечує швидке та професійне реагування у будь-якому разі механічного травмування чи проникнення хімічних речовин на шкіру.

Відхід від вже застарілих формальних підходів до охорони праці втілюється через створення сучасної, проактивної культури безпеки. Замість повністю сухого зачитування інструкцій, навчання персоналу потрібно проводити у форматі інтерактивних тренінгів із повним розбором реальних виробничих ситуацій. Також важливо внести систему заохочення працівників за знаходження потенційних небезпек на їхніх робочих місцях, що робить кожного члена команди активним учасником процесу створення та сприяння безпечного середовища.

Внесення цього розширеного комплексу інженерних, санітарно-гігієнічних та організаційних заходів на базі Столярного цеху НУБіП України забезпечує надійний захист для повністю всього колективу. Це робить міцний фундамент для ефективної та беззупинної роботи дільниці, уможливаючи впевнено досягати поставлених виробничих завдань з вироблення високоякісних комбінованих комодів, унеможливаючи жодних компромісів у питаннях збереження життя, здоров'я та високої працездатності персоналу.

Для того, щоб їх усунути або мінімізувати було запропоновано комплексний підхід, який включає в себе ефективні технічні засоби колективного захисту (системи аспірації та загальнообмінної вентиляції), організаційні заходи, безпечне захисне заземлення, системні інструктажі персоналу, а також необхідне застосування засобів індивідуального захисту органів дихання, слуху та зору відповідно до чинних стандартів. Узагалі, втілення комплексних заходів, показаних у цьому розділі, дає змогу здобути високого рівня технологічної ефективності, гарантувати конструкційну безпечність виробу, його високу виробничу прибутковість та абсолютно необхідні умови праці для 12 робітників зміни.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі вирішено актуальне завдання щодо розроблення та обґрунтування технологічного процесу виготовлення сучасного комода комбінованої конструкції на базі виробничих потужностей Столярного цеху НУБіП України. За результатами проведеного дослідження та проектування сформовано наступні висновки:

Проаналізовано сучасні стильові напрямки у меблевому дизайні, та визначено високу затребуваність мінімалістичних та екологічних концепцій. Доведено доцільність впровадження у виробничу програму підприємства нового об'єкта, а саме комода в сучасному стилі, що дозволить розширити асортимент продукції та задовольнити актуальні запити споживачів.

Проаналізовано сучасний стан меблевого ринку України та виявлено стійку тенденцію до зростання попиту на якісні, функціональні та доступні серійні меблі з натуральної деревини та сучасних деревинних матеріалів.

Розглянуто номенклатуру, та обґрунтовано підбір матеріалів сучасних конструкційних та личкувальних матеріалів і запропоновано специфікацію для виготовлення комода. Для забезпечення високих експлуатаційних та естетичних показників комода обрано комбінацію конструкційних плитних матеріалів, масиву ясена (для опорних ніжок та фасадних елементів) і натурального струганого шпону ясена завтовшки 0,7 мм для гарячого личкування пластей щитів з основою з волокнистої плити.

Розроблено оригінальну збірно-розбірну конструкцію комода без видимих зовнішніх кріплень завдяки комбінованій системі прихованої присадки на базі ексцентрикових стяжок Minifix та дерев'яних шкантів. Спроектовано раціональний прямоточний технологічний процес, складено технологічні карти на деталі виробу з призначенням обґрунтованих припусків, а також розраховано норми часу на їх виготовлення та норми витрат основних матеріалів. Загалом визначено що на один виріб потрібно $0,0078 \text{ м}^3$ масиву деревини ясена $0,04439 \text{ м}^3$ плитних матеріалів, які личкуються 7 м^2 натуральним шпоном.

Виконано підбір обладнання для запропонованого виробу та технології виготовлення комоду. Сформовано комплексні пропозиції для Столярного цеху НУБіП України щодо технічного переоснащення під випуск запропонованого виробу. Підібрано сучасне високопродуктивне обладнання (зокрема, форматно-розкрійні верстати з підрізними вузлами, широкострічкові калібрувальні-шліфувальні верстати, мембранні преси та автоматичні крайкооблицювальні центри). Розрахунки підтвердили, що організація прямоточного виробництва із залученням 12 робітників гарантує стабільний випуск 15 комодів за одну робочу зміну без утворення «вузьких місць».

Економічна ефективність та безпека праці. Економічний аналіз підтвердив високу доцільність запропонованих рішень: розрахункова повна собівартість одного виробу становить 3684,88 грн, а за планової відпускної ціни 5748,41 грн (з ПДВ) чистий прибуток складає 1105,46 грн на одиницю, що забезпечує рівень рентабельності виробництва на рівні 30 %. Водночас розроблено рекомендації з охорони праці, які гарантують безпечні та нешкідливі умови роботи всього персоналу.

Загалом запропонована конструкція комода та технологія його виготовлення є технологічно обґрунтованими, економічно вигідними і готовими до практичного втілення на виробничих потужностях підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дячун З. Й. Конструювання меблів. Ч. 1. Корпусні вироби : навч. посіб. Львів : Афіша, 2007. 387 с.
2. Громнюк А. Д. Стильовий аналіз архітектури сучасних інтер'єрів підприємств харчування. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2021. Вип. 61. С. 42-56.
3. Мініمالізм: чи актуально у 2024 році? *Frankof* : веб-сайт. URL: <https://frankof.com.ua/blog/minimalizm-chi-aktualno-u-2024-roczii/> (дата звернення: 20.05.2026).
4. Пуцентейло П. Р., Свинтух М. Б. Еколого-економічні аспекти використання відходів деревини. *Інноваційна економіка*. 2013. № 2 (40). С. 135-139.
5. Меблі у скандинавському стилі. *Matras.kiev.ua* : веб-сайт. URL: <https://matras.kiev.ua/articles/mebel-v-skandinavskom-stile> (дата звернення: 20.05.2026).
6. Буйських Н.В. Технологія захисно-декоративних покриттів на деревині та деревинних матеріалах: навч. посібник. К.: Компрінт, 2019. 213 с.
7. Еко-дизайн в інтер'єрі. *Mebelok* : веб-сайт. URL: <https://www.mebelok.com/eko-dizayn-v-interiere/> (дата звернення: 20.05.2026).
8. Дячун З.Й. Основи взаємозамінюваності конструювання меблів. Львів: Афіша, 2002. 134 с.
9. Бехта П. А. Технологія деревних плит і пластиків : підручник. Київ : Основа, 2004. 780 с.
10. ДСТУ EN 12520:2018 Меблі. Міцність, довговічність та безпека. Вимоги до меблів для сидіння для домашнього використання (EN 12520:2015, IDT) [Чинний від 01.01.2020]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
11. MDF і ДСП: у чому різниця, як їх відрізнити та що краще? *Family Comfort* : веб-сайт. URL: <https://familycomfort.in.ua/mdf-i-dsp-u-chomu-riznytsia->

yak-yikh-vidriznyty-ta-shcho-krashche-vse-duzhe-prosto/ (дата звернення: 20.05.2026).

12. Олійник О. П., Гнатюк Л. Р., Чернявський В. Г. Конструювання меблів та обладнання інтер'єру : підручник. Київ : НАУ, 2014. 348 с.

13. Гайда, С.В. Функціональні розміри у меблях для торгових приміщень. Обладнання та інструмент для професіоналів. Харків: Graf-X. 2006. Вип. 9. С. 47-55.

14. Попадинець Н. М. Розвиток внутрішнього ринку продукції лісового сектору економіки України: стан та перспективи. *Регіональна економіка*. 2017. № 1. С. 60-68.

15. Бехта П. А. Технологія деревинних композиційних матеріалів : підручник. Київ : Основа, 2003. 336 с.

16. Войтович І. Г. Основи технології виробів з деревини : підручник. Львів : НЛТУ України, 2010. 305 с.

17. Іванишин, Т. В. Основи автоматики та автоматизація виробничих процесів лісових і деревообробних підприємств : навч. посіб. / Т. В. Іванишин, С. С. Мазепа. Львів : Магнолія 2006, 2010. 354 с.

18. Нікіфорова Л. О. Економіка та організація виробництва : електронний навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2015. 132 с..

19. Official website SCM. *SCM Group* : веб-сайт. URL: https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood (дата звернення: 20.05.2026).

20. Крок за кроком до машини, яку ви шукаєте. *HOMAG Group* : веб-сайт. URL: <https://www.homag.com/en/machines/panel-dividing-cutting/panel-dividing-saws> (дата звернення: 20.05.2026).

21. Official website KUPER. *KUPER GmbH* : веб-сайт. URL: <https://www.kuper.de/> (дата звернення: 20.05.2026).

22. Вакуумний мембранний прес Winter RibexVac PLC. *Промтовари* : веб-сайт. URL: <https://promtovari.com.ua/ua/verstaty-ua/presy-ua/vakuumnyj-membrannyj-pres-winter-ribexvac-plc-ua> (дата звернення: 20.05.2026).

23. Official website Biesse. *Biesse Group* : веб-сайт. URL: <https://biesse.com/ww/en> (дата звернення: 20.05.2026).
24. Свердлильно-пазувальний верстат FD 250. *Felder Group* : веб-сайт. URL: <https://www.felder-group.com/uk-ua/produkcija/sverdlilni-verstati-c1959/sverdlilno-pazuvalniy-verstat-fd-250-p3016> (дата звернення: 20.05.2026).
25. Горбатюк М. А. Операційна діяльність деревообробних підприємств як об'єкт обліку. Науковий вісник НЛТУ України. Львів : НЛТУ України, 2014. С. 46-52.
26. Озарків І. М., Сорока Л. Я., Білей П. В. Автоматизація виробничих процесів деревообробної промисловості : навч. посіб. Львів : НЛТУ України, 2009. 300 с.
27. Маєвський В. О. Основні напрями досліджень у виробництві клеєних щитових конструкцій з деревини із дотриманням текстурних особливостей : Науковий вісник НЛТУ України, 2014. 150-155 с.
28. Сьомка С. В. Ергономіка в дизайні : курс лекцій. Київ : НАКККіМ, 2019. 158 с.
29. Тимків Б. М., Кавас К. Мистецтво художньої обробки деревини : навчальний посібник. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2023. 196 с.
30. ДСТУ EN 14749:2022 (EN 14749:2016, IDT). Меблі для зберігання та робочі поверхні побутового й громадського призначення. Вимоги до безпеки та методи випробування [Чинний від 2023-12-31]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
31. Маєвський В. О., Кійко О. А., Салапак Л. В. Технологія корпусних меблевих виробів : метод. посіб. Львів : НЛТУ України, 2010. 82 с.
32. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Безпека праці та пожежна безпека. Графічні символи. Знаки безпеки. Реєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012 + A1–A7, IDT; ISO 7010:2011, IDT) [Чинний від 2020-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020..
33. Форматно-розкрійний верстат. *Станкоінструмент* : веб-сайт. URL: <https://stankoinstrument.com.ua/ua/p899183614-formatno-raskroechnyj-standok.html> (дата звернення: 20.05.2026).

34. Войтович І. Г. Технологія меблевих виробів : підручник. Львів : НЛТУ України, 2012. 352 с.
35. Гайда С. В. Сучасні технології та обладнання у виробництві меблів: стан і перспективи. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.4. С. 138-145.