

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 674.23

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНІ

Лісового і садово-паркового
господарства

Роман ВАСИЛИШИН

«_____» _____ 2024р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувача кафедри

Технологій та дизайну виробів з
деревини

Андрій СПИРОЧКІН

«_____» _____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **«Дослідження можливості зменшення маси меблів
спальної кімнати з деревини різних порід»**

Спеціальність 187 – Деревообробні та меблеві технології

Освітня програма 187 – Деревообробні та меблеві технології

Гарант освітньої програми _____ к.т.н., доцент Андрій СПИРОЧКІН

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ д.т.н., проф. Олена ПІНЧЕВСЬКА

Виконав _____

Дмитро СУХИНА

Київ 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

ІНІ Лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Технологій та дизайну виробів з деревини
_____ Андрій СПРОЧКІН
« _____ » _____ 2023р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

СУХИНИ Дмитру Васильовичу

Спеціальність 187 Деревообробні та меблеві технології

Освітня програма 187 Деревообробні та меблеві технології

Тема магістерської роботи «Дослідження можливості зменшення маси меблів спальної кімнати з деревини різних порід» затверджена наказом ректора НУБіП України від «__31,10 2023__»р. №_1981 С.

Термін подання завершеної роботи на кафедру_11.11.2024р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

технічні характеристики клейових матеріалів, нормативна документація, щодо випробування клейових матеріалів, методичні вказівки, щодо проведення експериментальних досліджень та прийняття проектних рішень, інтернет джерела.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Проаналізувати літературні джерела щодо механічних властивостей матеріалів з виготовлення корпусних виробів. Провести експериментальні дослідження межі міцності, модуля пружності, зробити висновки.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання «_31»_10._2023_р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ О.Пінчевська

Завдання прийняв до виконання _____ Д. Сухина

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів, де в них подано 41 рисуноків і 41 таблиць, вся магістерська робота займає 80 сторінки, також використано 50 джерел інформації.

Об'єктом дослідження є меблеві вироби спальної кімнати. Предметом досліджень виступають міцнісні властивості меблевих деталей з масивної деревини при зменшенні їхньої маси. Мета полягає у обґрунтування вибору пріоритетного матеріалу та методів обробки для виготовлення меблів спальної кімнати, що забезпечують зменшення ваги конструкцій із деревини дубу за умови збереження їх механічних властивостей і функціональності. При написанні магістерської роботи були використані наступні методи досліджень: аналітичний для огляду ринку та сучасних тенденцій у меблевому секторі, метод розставляння пріоритетів для вибору пріоритетного матеріалу для виготовлення меблевих виробів, експериментальні методи досліджень для визначення межі міцності та модуля пружності меблевих деталей, метод комп'ютерного моделювання - для визначення напружено-деформованого стану за допомогою програмного забезпечення SolidWorks Simulation.

Задачі досліджень передбачали:

1. Аналіз конструкцій меблів для спальної кімнати, тобто сучасних тенденцій у дизайні меблів для спальних кімнат, та аналіз асортименту ринку, властивості використовуваних матеріалів та фурнітури.

2. Обґрунтувати вибір матеріалів, а саме дослідити фізико-механічні властивості матеріалів, які використовуються для виготовлення меблів, та застосувати метод розставляння пріоритетів і аналіз ієрархій для визначення раціонального матеріалу.

3. Проведення експериментального визначення впливу фрезерування на вагу, межу міцності та модуль пружності деталей з деревини дубу. Вивчити взаємозв'язок між обробкою деревини та її механічними властивостями.

4. На основі проведених досліджень розробити рекомендації щодо конструкцій меблів: виконати моделювання навантажень на конструктивні

елементи меблів ліжка, шафи, тумби і комода, та визначити раціональну товщину деталей меблів із дубової деревини з урахуванням експлуатаційних характеристик.

В першому розділі магістерської роботи «Аналіз конструкцій меблів для спальної кімнати» розглядались особливості дизайну меблів спальної кімнати, проведений аналіз ринку та матеріалів і фурнітури.

Другий розділ «Теоретичні розрахунки з визначення пріоритетного матеріалу для виготовлення меблів» описує властивості матеріалів серед яких далі визначено який з них пріоритетний за методом розставлення пріоритетів та шляхом аналізу ієрархії.

У третьому розділі «Методика та результати експериментальних досліджень з властивостей деревини дубу» описано експериментальне визначення впливу фрезерування для зменшення маси на межу міцності та модуль пружності.

Четвертий розділ «Визначення товщини меблевих деталей з деревини дубу» описує розроблення дизайну меблів їх технологічний процес та моделювання навантаження на деталі ліжка, шафи, тумби та комоду.

За результатами проведених досліджень та розрахунків було виконано загальні висновки по роботі.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕБЛІВ ДЛЯ СПАЛЬНОЇ КІМНАТИ.....	7
1.1. Особливості дизайну меблів для спальної кімнати	7
1.2. Аналіз ринку меблів для спальної кімнати.....	12
1.3. Аналіз матеріалів та фурнітури для виготовлення меблів	20
РОЗДІЛ 2. ТЕОРИТИЧНІ РОЗРАХУНКИ З ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛІВ.....	28
2.1. Опис властивостей обраних матеріалів	28
2.2. Прийняття проектного рішення	32
2.3. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархій	42
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ДУБУ.....	49
3.1 Методика та результати експериментального визначення межі міцності на згин.....	49
3.2 Методика та результати експериментального визначення модуля пружності	51
3.3 Методика та результати експериментального визначення базової щільності	52
3.4 Аналіз результатів дослідження з визначення можливості зменшення маси меблів.....	52
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ДЕТАЛЕЙ ЛІЖКА З ДЕРЕВИНИ ДУБУ	54
4.1 Розроблення дизайну меблів для спальної кімнати	54
4.2 Розрахунок товщини деталей ліжка з використанням програми «SolidWorks Simulations» та результатів експериментальних досліджень.....	57
4.3 Технологічний процес виготовлення меблевих виробів для спальної кімнати	62
ВИСНОВОКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

ВСТУП

Спальня є одним з найважливіших приміщень у будинку, адже саме тут люди проводять значну частину свого часу. Тому меблі для спальні повинні бути не лише красивими та стильними, а й зручними та практичними.

При виборі меблів для спальні важливо враховувати такі фактори, як: Функціональність, меблі для спальні

повинні відповідати вашим потребам та забезпечувати комфортне розміщення всіх необхідних предметів. Зручність, меблі повинні бути зручними у використанні та не викликати дискомфорту. Якість матеріалів, меблі повинні бути виготовлені з якісних матеріалів, які будуть довговічні та стійкі до пошкоджень. Ціна, вартість меблів для спальні може бути різною, тому важливо знайти оптимальний варіант, який відповідає вашим фінансовим можливостям. Одним із важливих факторів при виборі меблів для спальні є матеріал, з якого вони виготовлені. Від цього залежить не лише зовнішній вигляд меблів, а й їхні практичні характеристики, такі як міцність, довговічність, екологічність та вартість.

У даній роботі було дослідження можливості зменшення ваги меблів для спальної кімнати. Для цього було розглянуто особливості конструкції меблів та визначення матеріалу та особливості його обробки для зменшення ваги зі збереженням необхідної міцності.

РОЗДІЛ 1. АНЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕБЛІВ ДЛЯ СПАЛЬНОЇ КІМНАТИ

1.1. Особливості дизайну меблів для спальної кімнати

Ліжко є центральним елементом спальні, воно складається з узголів'я, узніжжя, бічних билець і рами для підтримки матраца часто він підтримується пружинним блоком або платформою (рис.1.1.).

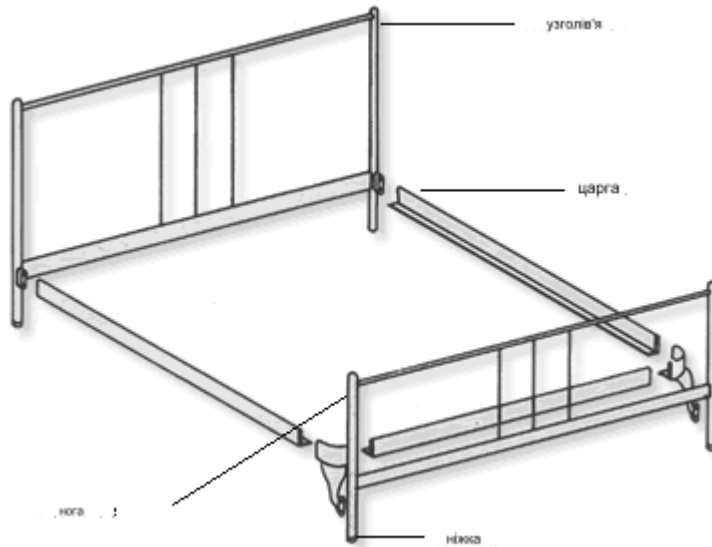


Рисунок.1.1. Будова ліжка [1]

Ліжка-платформи (рис.1.2.) прості та сучасні, пропонуючи мінімалістичний стиль. Вони не потребують пружинного блоку, оскільки рама безпосередньо підтримує матрац [2]. Кушетки використовуються як місце для сидіння і як ліжко. Ідеально підходить для невеликих спалень, пропонуючи додаткову універсальність. Розкладні ліжка складаються в стіну для значної економії простору, що робить їх ідеальними для студій або багатофункціональних кімнат. При виборі стилю ліжка важливо враховувати загальний декор спальні.



Рисунок.1.2. Ліжко-платформа [3]

Традиційні стилі, такі як вікторіанський або едвардіанський, відрізняються витіюватими деталями, різьбленням по дереву та класичними лініями. Сучасні стилі, з іншого боку, відрізняються плавними лініями і мінімалістичним дизайном, часто виготовленим з металу або дерева. Сучасний стиль поєднує в собі актуальні тенденції з позачасовим дизайном. Ліжка в сільському стилі виготовлені з рекультивованої деревини, мають натуральне оздоблення та забезпечують затишний і невибагливий вигляд. Ліжка з балдахіном мають стійки, що виходять з кутів з драпіруванням тканиною, і часто асоціюються з розкішшю і романтикою. Обираючи розмір ліжка, враховуються особисті потреби та наявний простір (табл. 1.1).

Таблиця. 1.1

Розміри ліжка

Тип ліжка	Ширина (см)	Довжина (см)
Односпальне	60-90	200 (або більше)
Полуторне	120-140	200 (або більше)
Двоспальне	160-200	200-220
Сімейне	180-200	200-220

Рекомендації щодо вибору розміру ліжка: Для однієї людини, ширина ліжка повинна бути на 20-30 см більше за ширину ваших плечей. Для пари, ширина ліжка повинна бути на 40-60 см більше за ширину плечей ширшої людини. Довжина ліжка, повинна бути на 10-20 см більше вашого зросту. Враховується вільний простір у кімнаті також потрібно щоб навколо ліжка було достатньо місця щоб вільно ходити.

Місця для зберігання речей у ліжку для спальні кімнати. Існує багато способів організувати зберігання речей у ліжку, щоб ваша спальня була охайною та функціональною: Під ліжком, висувні ящики це чудовий спосіб зберігання сезонного одягу, ковдр, подушок та інших об'ємних речей. Якщо ліжко високе, можна встановити під ним підвісні полиці для зберігання книг, журналів або декоративних елементів. Вбудовані полиці в узголів'ї ліжка це чудовий спосіб додати додатковий простір для зберігання книг, фотографій, кімнатних рослин та інших декоративних елементів. При ліжкові тумбочки це класичний спосіб додати місця для зберігання поруч з ліжком. Ліжко з підйомним механізмом, це ліжко має матрац який можна підняти, щоб отримати доступ до сховища під ним, це чудовий спосіб зберігання сезонного одягу, ковдр, подушок та інших об'ємних речей.

Ліжка для немовлят (рис.1.3.) менші ніж односпальні ліжка і поставляються з додатковими поручнями для безпеки, що робить їх чудовим вибором для переходу від дитячого ліжечка до двоярусного [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Двоярусні ліжка (рис.1.3.) ідеально підходять для братів і сестер, які живуть в одній кімнаті, з двома каркасами, складеними вертикально для економії простору. Ліжка-горища (рис.1.3.) це підняті ліжка з додатковим простором внизу, які часто використовуються для письмових столів або ігрових зон. Ліжка-новинки або тематичні ліжка мають форму автомобілів, замків, космічних кораблів та інших забавних елементів, які можуть додати індивідуальності дитячій кімнаті.



Рисунок.1.3. Ліжка для немовлят: *а*-однорусні, *б*-дворусні ліжка, *в*-ліжка-горища [5]

Обираючи стиль ліжка враховується індивідуальність дитини та тематику кімнати, класичні стилі також є варіантом. Прості дерев'яні або металеві каркаси нейтральних кольорів пропонують універсальність і довговічність. Для сучасного та вишуканого вигляду характерні чисті лінії та сучасні матеріали [6]. Також відповідно віку дитини потрібно підбирати розмір ліжка (табл. 1.2).

Таблиця. 1.2

Розміри дитячих ліжок

Вік дитини	Розмір ліжка (см)
0-3 роки	120 x 60
3-7 років	140 x 60
7-12 років	160 x 80
12-18 років	180 x 90

Коли справа доходить до місця для зберігання речей, важливо розставити пріоритети, щоб у кімнаті не було безладу, чудовим рішенням є зберігання речей під ліжком. Доступні варіанти зберігання для ліжок-горищ включають шухляди або відкритий простір для іграшок, одягу або книг. Узголів'я ліжка також можна використовувати для полиць або ящиків для зберігання книг, іграшок чи цінних речей. Ліжка-горища також можуть бути спроектовані з вбудованими функціями, такими як письмовий стіл, комод або додаткове місце для зберігання під ним. Важливо переконатися що будь-які рейки надійно прикріплені з метою безпеки. При виборі дитячих меблів важливо звертати увагу на закруглені краї та

нетоксичну обробку. Крім того, довговічність є ключовим фактором, оскільки дитячі меблі піддаються більш грубому поводженню, тому важливо вибирати міцні матеріали.

Найпоширеніше місце для зберігання є шафи (рис. 1.4.), вони існують різних типів для зберігання речей у спальні, в тому числі гардеробні, які є великими окремими кімнатами з достатнім простором для розвішування одягу, полицями та шухлядами [7]. Шафи з висувною штангою більш компактні і як правило, мають одну штангу для розвішування одягу, іноді з полицями. Шафи-купе або гардеробні це окремі меблі, які можуть замінити шафу в невеликих спальнях, якщо вони достатньо просторі [8].



Рисунок. 1.4. Шафа [9]

Комоди (рис. 1.5.а) використовуються для зберігання одягу, мають поверхню для світильників або декору, а також шухляди різного розміру. Цей предмет меблів буває двох основних стилів: горизонтальні комоди та вертикальні комоди (також відомі як скрині) (рис. 1.5.б) Вертикальні комоди, з іншого боку, вищі та вужчі, що робить їх придатними для невеликих кімнат і часто мають глибші шухляди [10].



Рисунок.1.5. Місця для зберігання: *а*-комоди, *б*-скрині [11]

Тумбочки (рис.1.6.) зазвичай розміщуються поруч з ліжком. Зазвичай ці меблі мають невеликі шухляди або відкриті полиці для зберігання речей першої необхідності [12].



Рисунок.1.6. Тумбочка [13]

1.2. Аналіз ринку меблів для спальної кімнати

Станом на 2024р Український ринок меблів оцінюється приблизно в 330 млн. доларів США. Аналіз ринку меблів засвідчує, що споживачі дедалі частіше у своєму виборі надають перевагу вітчизняним виробникам. Зниження рівня зацікавленості до імпортних меблів зумовлено в першу чергу у зв'язку зі зниженням купівельної спроможності населення [14]. Виробництвом меблів в Україні займається понад 3 тисячі компаній виробників меблів. Серед них є великі меблеві фабрики, що виготовляють меблі серійно, середні підприємства, що працюють за індивідуальними замовленнями і дрібні, серед яких близько 30%

– мікропідприємства. За даними Державної служби статистики останні 10 років динаміка виробництва меблів в Україні має нестійкий характер. Обсяги реалізації меблів в натуральному вираженні мали тенденцію до скорочення, тоді як у грошовому вираженні за останні п'ять років мало місце їх зростання, що зумовлено в першу чергу ціновим чинником.

До основних проблем деревообробної галузі аналітики відносять скорочення заготівлі лісу в Україні на 2,5% і зростання цін на основні види необробленої деревини [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

На сьогоднішній день на ринку меблів покупці здебільшого орієнтуються на меблі українських виробників. Характерною ознакою вітчизняного ринку меблів є гостра конкуренція, яка зумовлена великою місткістю, частими змінами у структурі, появою нових виробників меблів [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. На розвиток меблевого ринку в значній мірі впливають ринок оброблення деревини та ринок нерухомості. Вагомим кроком до збільшення експорту українського меблевого виробництва для вітчизняних виробництв є відповідність за показниками якості стандартам ЕС. Збільшення фінансування з боку держави дозволить більшій частці українських компаній виробляти продукцію високої якості та експортувати її за кордон [17].

Структура ринку за типами продукції:

Ліжка найбільший сегмент ринку, який становить 30%. До цієї категорії входять односпальні, двоспальні, ліжка-трансформери, ліжка з підйомним механізмом, та інші. Найпопулярнішими матеріалами для виготовлення ліжок є пиломатеріал, ДСП, МДФ, метал. Ціни на ліжка варіюються від 2000 грн до 50000 грн і більше, залежно від розміру, матеріалу, дизайну та функціональності.

Шафи другий за величиною сегмент ринку, який становить 25%. До цієї категорії входять шафи-купе, розпашні шафи, кутові шафи, шафи-пенали, та інші. Найпопулярнішими матеріалами для виготовлення шаф є ДСП, МДФ, пиломатеріал. Ціни на шафи варіюються від 3000 грн до 30000 грн і більше, залежно від розміру, матеріалу, дизайну та функціональності.

При ліжкові тумбочки сегмент ринку, який становить 15%. До цієї категорії входять тумбочки з одним, двома, трьома ящиками, тумбочки з полицями, тумбочки на ніжках, та інші. Найпопулярнішими матеріалами для виготовлення при ліжкових тумбочок є ДСП, МДФ, пиломатеріал. Ціни на при ліжкові тумбочки варіюються від 500 грн до 5000 грн і більше, залежно від розміру, матеріалу, дизайну та функціональності.

Комоди сегмент ринку, який становить 10%. До цієї категорії входять комоди з 4, 5, 6, 7 ящиками, комоди з полицями, комоди на ніжках, та інші. Найпопулярнішими матеріалами для виготовлення комодів є ДСП, МДФ, пиломатеріал. Ціни на комоди варіюються від 1000 грн до 10000 грн і більше, залежно від розміру, матеріалу, дизайну та функціональності.

Інші меблі для спальні, до цієї категорії входять дзеркала, туалетні столики, пуфи, банкетки, та інші. Цей сегмент ринку становить 20%. Ціни на меблі з цієї категорії варіюються в залежності від типу меблів, матеріалу, дизайну та функціональності [18].

Структура ринку за ціновими сегментами:

Бюджетний (до 5000 грн) цей сегмент ринку становить 40%. До цієї категорії входять меблі з ДСП, МДФ, з простим дизайном та мінімальною функціональністю. Ці меблі є популярними серед людей з обмеженим бюджетом, а також студентів та орендарів.

Середній (5000-15000 грн) цей сегмент ринку становить 35%. До цієї категорії входять меблі з ДСП, МДФ, пиломатеріалів, з більш вишуканим дизайном та більшою функціональністю. Ці меблі є популярними серед людей з середнім рівнем доходу.

Преміум (понад 15000 грн) цей сегмент ринку становить 25%. До цієї категорії входять меблі з пиломатеріалів, шпону, з ексклюзивним дизайном та високою функціональністю. Ці меблі є популярними серед людей з високим рівнем доходу [19].

Структура ринку за каналами дистрибуції:

Спеціалізовані меблеві магазини, цей канал дистрибуції становить 50% ринку. Вони пропонують широкий вибір меблів для спалень від різних виробників, у різних цінових сегментах. Як правило, в цих магазинах працюють консультанти, які можуть допомогти покупцям з вибором меблів.

Гіпермаркети цей канал дистрибуції становить 25% ринку. Вони пропонують обмежений вибір меблів для спалень, як правило, в бюджетному та середньому цінових сегментах. Перевагою гіпермаркетів є те, що тут можна купити меблі разом з іншими товарами для дому.

Інтернет-магазини цей канал дистрибуції становить 20% ринку. Вони пропонують широкий вибір меблів для спалень від різних виробників, у різних цінових сегментах. Перевагою інтернет-магазинів є те, що тут можна порівняти ціни на меблі від різних продавців, а також прочитати відгуки покупців.

Інші канали дистрибуції до цієї категорії входять меблеві салони, виставкові зали, ринки, та інші. Цей канал дистрибуції становить 5% ринку.

Очікується, що в найближчі роки структура ринку меблів для спалень в Україні буде змінюватися, а саме зросте частка онлайн-продажів меблів. Збільшиться попит на меблі з екологічно чистих матеріалів. Зросте популярність меблів на замовлення [20].

Найбільші виробники меблів:

Гербор один з найбільших виробників меблів в Україні. Заснований в 1991 році. Головний офіс знаходиться в м. Луцьк (рис. 1.7.). Має власні виробничі потужності в Україні та Польщі. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Найпопулярніші колекції меблів для спалень: "Еверест", "Гербор", "Остін", "Вікторія", "Джокер". Переваги: широкий асортимент, доступні ціни, висока якість, наявність фірмових магазинів. Недоліки: не всі моделі є сучасними, деякі колекції можуть бути одноманітними [21].



Рисунок. 1.7. Головний офіс Гербор у м. Луцьк. [21]

Еверест український виробник меблів (рис. 1.8.), заснований в 1997 році. Штаб-квартира знаходиться в м. Київ. Має власні виробничі потужності в Україні. Спеціалізується на виготовленні меблів з ДСП. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в бюджетному та середньому цінових сегментах. Найпопулярніші колекції меблів для спалень: "Еверест", "Еверест Плюс", "Престиж", "Комфорт". Переваги: доступні ціни, висока якість, широкий асортимент меблів з ДСП. Недоліки: не всі моделі є сучасними, деякі колекції можуть бути одноманітними [22].



Рисунок. 1.8. Логотип Еверест [22]

Меbelok (рис. 1.9.) український виробник меблів, заснований в 2000 році. Штаб-квартира знаходиться в м. Київ. Не має власних виробничих потужностей, співпрацює з різними виробниками меблів в Україні. Спеціалізується на виготовленні меблів на замовлення. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Переваги: можливість виготовити меблі за індивідуальним проектом, висока якість, широкий асортимент матеріалів та фурнітури. Недоліки: більш високі ціни, ніж у меблевих фабрик, терміни виготовлення меблів на замовлення можуть бути довшими [23].



Рисунок. 1.9. Магазины Mebelok [23]

Komandor (рис. 1.10.) український виробник шаф-купе, заснований в 1996 році. Штаб-квартира знаходиться в м. Київ. Має власні виробничі потужності в Україні. Пропонує широкий вибір шаф-купе для спальень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Найпопулярніші моделі шаф-купе: "Класик", "Люкс", "Престиж", "Еко". Переваги: широкий асортимент шаф-купе, висока якість, можливість виготовити шафу-купе за індивідуальним проектом. Недоліки: не виробляє інші меблі для спальень, окрім шаф-купе [24].



Рисунок. 1.10. Логотип Komandor [24]

Світ Меблів український виробник меблів, заснований в 1999 році. Штаб-квартира знаходиться в м. Дніпро. Має власні виробничі потужності в Україні. Пропонує широкий вибір меблів для спальень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. найпопулярніші колекції меблів для спальень: "Софія", "Аврора", "Віта", "Каприз". Переваги: широкий асортимент, доступні ціни, висока якість. Недоліки: не всі моделі є сучасними, деякі колекції можуть бути одноманітними [25].

Роздрібні продавці:

Jysk данська мережа магазинів (рис. 1.11.), яка присутня на українському ринку з 2007 року. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в бюджетному ціновому сегменті. Меблі Jysk виготовляються з екологічно чистих матеріалів і відповідають європейським стандартам якості. Мережа магазинів Jysk має розвинену мережу логістики, що дозволяє швидко доставляти меблі покупцям. Jysk також пропонує послуги з збирання меблів [26].



Рисунок. 1.11. Продукція Jysk [26]

Арс Меблі (рис. 1.12.) українська мережа меблевих магазинів, яка працює на ринку з 1997 року. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Меблі Арс Меблі виготовляються з якісних матеріалів і мають сучасний дизайн. Мережа магазинів Арс Меблі має власні виробничі потужності, що дозволяє їй пропонувати конкурентні ціни на меблі. Арс Меблі також пропонує послуги з проектування та виготовлення меблів на замовлення [27].



Рисунок. 1.12. Тернопільський Будівельний гіпермаркет Арс Меблі [27]

Меблі-XXI українська мережа меблевих магазинів, яка працює на ринку з 2002 року. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Меблі Меблі-XXI виготовляються з

якісних матеріалів і мають сучасний дизайн. Мережа магазинів Меблі-XXI має власні виробничі потужності, що дозволяє їй пропонувати конкурентні ціни на меблі. Меблі-XXI також пропонує послуги з проектування та виготовлення меблів на замовлення.

Епіцентр (рис. 1.13.) українська мережа гіпермаркетів, яка працює на ринку з 2000 року. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в бюджетному та середньому цінових сегментах. Меблі в Епіцентрі представлені від різних виробників, як українських, так і зарубіжних. Епіцентр має розвинену мережу гіпермаркетів по всій Україні, що робить його меблі доступними для широкого кола покупців. Епіцентр також пропонує послуги з доставки та збирання меблів [28].



Рисунок. 1.13. Логотип Епіцентр [28]

Leroy Merlin (рис. 1.14.) французька мережа гіпермаркетів для дому та саду, яка вийшла на український ринок в 2008 році. Пропонує широкий вибір меблів для спалень в різних цінових сегментах, від бюджетних до преміум. Меблі в Leroy Merlin представлені від відомих європейських виробників. Leroy Merlin має розвинену мережу гіпермаркетів по всій Україні, що робить його меблі доступними для широкого кола покупців. Leroy Merlin також пропонує послуги з проектування, доставки та збирання меблів [29].



Рисунок. 1.14. Leroy Merlin [29]

Інші гравці:

Меблеві салони пропонують широкий вибір меблів для спалень від різних виробників, в різних цінових сегментах.

Виставкові зали пропонують можливість побачити меблі для спалень вживу, перш ніж їх купити.

Ринки пропонують бюджетні меблі для спалень від різних виробників.

1.3. Аналіз матеріалів та фурнітури для виготовлення меблів

Пиломатеріал деревини це один з найпоширеніших та найстаріших матеріалів, що використовуються для виготовлення меблів.

Переваги використання пиломатеріалів: міцність і довговічність, дерев'яні меблі можуть прослужити багато років, якщо за ними правильно доглядати. Екологічність, дерево це натуральний матеріал, який не шкодить навколишньому середовищу. Естетичний зовнішній вигляд, деревина має красиву природну текстуру, яка може додати затишку та тепла будь-якому інтер'єру. Унікальність, пиломатеріал має свій унікальний візерунок, що робить дерев'яні меблі неповторними. Можливість ремонту, дерев'яні меблі можна ремонтувати та реставрувати, що продовжує термін їх служби. Недоліки використання дерева: висока вартість, дерев'яні меблі, як правило, дорожчі, ніж меблі з інших матеріалів, таких як ДСП або МДФ. Піддається впливу вологи та перепадів температур, деревина може розсихатися, деформуватися або тріскатися під впливом вологи та перепадів температур. Потребує регулярного догляду, для того, щоб дерев'яні меблі зберегли свій зовнішній вигляд, за ними потрібно регулярно доглядати, використовуючи спеціальні засоби. Види деревини, що використовуються для виготовлення меблів: дуб міцний і довговічна деревина з красивою текстурою. Використовується для виготовлення меблів, які повинні витримувати великі навантаження. Бук тверда і зносостійка деревина з рівною текстурою. Використовується для виготовлення меблів, які повинні бути стійкими до подряпин і вм'ятин. Сосна м'яка і легка деревина з приємним запахом. Використовується для виготовлення меблів в стилі кантрі і прованс. Береза світла і еластична деревина з красивою текстурою. Використовується для виготовлення меблів в різних стилях. Ясен міцна і гнучка деревина з красивою текстурою. Використовується для виготовлення меблів в класичному стилі.

Дерево це чудовий матеріал для виготовлення меблів. Дерев'яні меблі міцні, довговічні, красиві та екологічні.

Плитні матеріали широко використовуються у меблевій промисловості завдяки своїм численним перевагам, таким як доступність, простота обробки, універсальність та широкому спектру кольорів і текстур. Ось деякі з найпопулярніших плитних матеріалів, що використовуються в меблевому виробництві:

ДСП (дерево-стружкова плита) найдоступніший і найпоширеніший плитний матеріал. Виготовляється з спресованих тирси та дерев'яної стружки, склеєних формальдегідними смолами. Переваги: низька вартість, легкість обробки, широкий спектр кольорів і текстур, стійкість до вологи. Недоліки: містить формальдегід, який може бути шкідливим для здоров'я, не така міцна, як інші плитні матеріали, не піддається ремонту.

МДФ (деревоволокниста плита середньої щільності): Екологічно чистіша альтернатива ДСП. Виготовляється з подрібнених волокон деревини, склеєних екологічно чистими сполуками. Переваги: не містить формальдегіду, більш міцна, ніж ДСП, гладка поверхня, що підходить для фарбування та лакування, можливість фрезерування та інших видів обробки. Недоліки: дорожча і не така стійка до вологи як ДСП.

Фанера багат шаровий матеріал, виготовлений з деревинного шпону. Переваги: міцна і довговічна, гнучка, можливість створення вигнутих форм, естетичний зовнішній вигляд. Недоліки: дорожча ніж ДСП та МДФ, потребує ретельного догляду.

ОСБ (орієнтовано-стружкова плита): Виготовляється з довгих стружок деревини, орієнтованих у поздовжньому напрямку. Переваги: міцна і жорстка, стійкість до вологи, низька вартість. Недоліки: груба поверхня, не підходить для фарбування та лакування, містить формальдегід.

ХДФ (деревоволокниста плита високої щільності): Щільніша і міцніша альтернатива МДФ. Переваги: висока міцність, стійкість до вологи, гладка

поверхня, що підходить для фарбування та лакування. Недоліки: дорожча і не така гнучка як МДФ.

Вибір плитного матеріалу для виготовлення меблів залежить від: бюджету, ДСП - найдешевший варіант, МДФ та фанера - дорожчі. Призначення меблів, для меблів які піддаються великому навантаженню краще використовувати міцніші матеріали, такі як МДФ або фанера. Дизайн меблів, ДСП та МДФ мають широкий спектр кольорів і текстур, фанера має естетичний зовнішній вигляд натурального дерева. Екологічності, МДФ та HDF - екологічно чистіші альтернативи ДСП.

Вибір фурнітури для спальні це не лише питання практичності але й естетики. Ручки на меблях повинні не лише зручно лягати в руку але й гармонійно поєднуватися з загальним дизайном кімнати. Ручки для меблів можна розділити за способом монтажу і виглядом.

Накладні найпоширеніший тип ручок, які монтуються на поверхню фасаду. Їх вирізняє простота монтажу та широкий спектр дизайнів. Врізні монтуються в товщину фасаду, створюючи лаконічний та елегантний дизайн. Рейлінгові довгі ручки, які кріпляться по всій довжині фасаду, підходять для шаф та комодів.

Ручка-скоба (рис.1.14а.) зручна для захоплення, підходить для масивних дверей. Переваги: зручна для захоплення завдяки ергономічній формі, підходить для масивних дверей та меблів, міцна та довговічна, додає кімнаті відчуття затишку та комфорту. Недоліки: може здаватися громіздкою в невеликих приміщеннях, не підходить для сучасних мінімалістичних стилів, деякі моделі можуть бути складними в очищенні. Ручка-кнопка (рис.1.1б.): компактна, лаконічна, підходить для легких дверей, проста у використанні та чищенні, доступна в широкому спектрі стилів та кольорів. Недоліки: може бути незручною для людей з обмеженою моторикою, не підходить для масивних дверей, деякі моделі можуть виглядати дешевими. Ручка-рейка (рис.1.1в.): стильна, сучасна, підходить для розсувних дверей та шаф, додає кімнаті відчуття простору, легко чистити. Недоліки: може бути незручною для людей з обмеженою моторикою, не підходить для традиційних стилів інтер'єру, деякі моделі можуть бути дорогими.

Ручка-мушля (рис.1.1г.): елегантна, класична, підходить для вишуканих меблів, додає кімнаті відчуття розкоші, зручна для захоплення. Недоліки: може бути крихкою та легко пошкодитися, не підходить для сучасних стилів інтер'єру, деякі моделі можуть бути дорогими [30].



Рисунок.1.14 Ручки: *а* -скоба, *б* -кнопка, *в* -рейка, *г* -мушля. [30]

Кріпильна фурнітура: гвинти Conformat (дюбель-гвинти) (рис.1.15а.) ці гвинти з циліндричною головкою вставляються в заздалегідь просвердлені отвори. Вони створюють міцне з'єднання при затягуванні шестигранним ключем [31]. Дюбелі (рис.1.15б.) прості, дерев'яні, циліндричної форми, які вставляються в попередньо просвердлені отвори і закріплюються клеєм. Хоча вони міцні для легких меблів, вони можуть бути не придатні для великих навантажень. З'єднувачі з ексцентриковим кулачком (рис.1.15г.), ці вдосконалені з'єднувачі мають ексцентриковий кулачок, який створює більш щільне з'єднання при повороті. Вони забезпечують міцне з'єднання і можуть бути корисними для меблів, які потрібно часто розбирати та збирати.



Рисунок.1.2. Кріпильна фурнітура: *а*-Гвинти conformat, *б*-дюбелі, *в*-кулачкові з'єднувачі, *г*-з'єднувачі з ексцентриковим кулачком. [31]

При виборі слід враховувати вагу, яку має витримувати з'єднання. Гвинти Conformat та ексцентрикові кулачкові з'єднання забезпечують чудову міцність для важких меблів. Обирається з'єднувачі з кулачковим замком або плоскі панельні з'єднувачі для швидкого та без інструментального збирання. Якщо часто

розбирати та збирати меблі, ексцентрикові кулачкові з'єднувачі можуть бути гарним вибором завдяки можливості багаторазового використання.

Петлі це найважливіша фурнітура, яка дозволяє дверцятam шаф, шаф-купе і навіть деяких узголів'їв ліжка плавно відчинятися і зачинятися. Вони бувають різних стилів і функціональних можливостей, кожна з яких призначена для певних цілей. Ось перелік найпоширеніших типів петель, що використовуються в меблях для спальні:

Стикові петлі (рис.1.16.) це класичні петлі, що складаються з двох металевих пластин з'єднаних штифтом. Зазвичай вони монтується на поверхню, тобто їх видно на зовнішній стороні шафи або дверної коробки [32].



Рисунок.1.16. Стикова петля [32]

Приховані петлі (рис.1.17.) приховані від очей, коли двері зачинені [33].

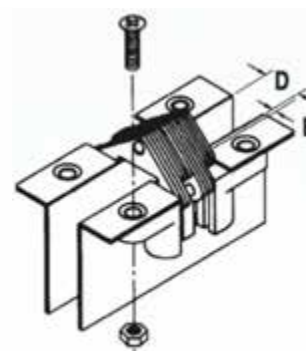


Рисунок.1.17. Прихована петля [33]

Фортепіанні петлі (рис.1.18.) довгі безперервні петлі, що проходять по всій довжині дверей.

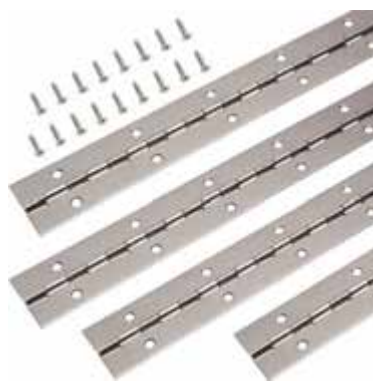


Рисунок.1.18. Фортепіанні петлі [34]

Петля напівнакладна з доводчиком (рис.1.19.) цей тип петель зазвичай використовується в меблях, де дверцята частково прилягають до рами шафи. Вбудований доводчик забезпечує плавне та безшумне зачинення дверей.



Рисунок.1.19. Напівнакладна петля з доводчиком [35]

Як правильно вибрати петлі. Враховується вага та розмір дверей, важчі двері потребують міцніших петель, таких як накладні стикові петлі з повним перекриттям або приховані петлі з великою вантажопідйомністю. Для чистого, сучасного вигляду, приховані петлі - найкращий вибір. Якщо важлива функція плавного зачинення, обирається петлі з вбудованим демпфером.

Висувні ящики гарантують плавне та безшумне ковзання шухляд, забезпечуючи легкий доступ до ваших речей [36]. Типи шухляд за способом кріплення: бічні (рис.1.20.) це найпоширеніший тип, вони кріпляться з боків шухляди та шафи, дозволяючи шухляді висуватися та засовуватися в горизонтальній площині.



Рисунок.1.20. Шухляда з бічними направляючими [36]

Направляючі під шухлядою (рис.1.21.) встановлюються під шухлядою та на нижній стороні шафи. Вони мають чистіший вигляд, оскільки приховані від сторонніх очей, але потребують більше місця для встановлення.



Рисунок.1.21. Направляючі під шухлядою [36]

Центральні шухляди (рис.1.22.) менш поширені, але добре підходять для важких шухляд. Ці напрямні встановлюються по центру під шухлядою і забезпечують стабільність.



Рисунок.1.22. Шухляда з центральною направляючою [36]

Типи шухляд за ступенем висунення: повністю висувні дозволяють шухляді повністю висуватися з шафи, забезпечуючи повний доступ до її вмісту. Вони ідеально підходять для глибоких шухляд або тих, де зберігаються часто використовувані предмети. Висувні шухляди на $\frac{3}{4}$ дають змогу висунути шухляду приблизно на $\frac{3}{4}$ її глибини це гарний вибір для неглибоких шухляд або в умовах обмеженого простору. Висувні шухляди висувають шухляду за межі отвору шафи, дозволяючи їй злегка нахилитися вниз для полегшення доступу до предметів, що знаходяться в глибині шухляди.

Як вибрати правильну шухляду: Враховується вага шухляди, для важких шухляд потрібні міцніші напрямні, наприклад, з центральним кріпленням і великою вантажопідйомністю. Для глибоких шухляд ідеально підходять направляючі з повним висуненням, а для неглибоких - з висуненням на $\frac{3}{4}$. Якщо потрібно повний доступ до вмісту шухляди, вибирається повністю висувні. Для глибоких шухляд, де доступ до задньої стінки може бути ускладненим, корисними можуть бути висувні ящики з надлишковим ходом.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРИТИЧНІ РОЗРАХУНКИ З ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛІВ

2.1. Опис властивостей обраних матеріалів

Порівняння властивостей дуба, сосни, ялини, клена та мербау. Наведені в таблиці табл.2.1 показують, що дуб є найміцнішою породою деревини з усіх п'яти розглянутих. Він має найвищу базову щільність, межу міцності на згин і модуль пружності. Однак він також є найбільш дорогим. Сосна, ялина та клен є м'якими породами деревини, які мають нижчу базову щільність, межу міцності на згин і модуль пружності, ніж дуб. Однак вони також є більш доступними. Мербау є тропічною породою деревини, яка є однією з найміцніших і найдорожчих. Вона має більш високу базову щільність і межу міцності на згин, ніж дуб, але її модуль пружності нижчий.

Базова щільність деревини є однією з найважливіших її характеристик, оскільки вона визначає такі властивості, як міцність, теплопровідність, звукоізоляція та стійкість до гниття. Базова щільність деревини вимірюється в кілограмах на кубічний метр ($\text{кг}/\text{м}^3$). Межа міцності на згин - це характеристика, яка визначає здатність деревини протистояти деформації під навантаженням. Вимірюється в мегапаскалях (МПа). Модуль пружності - це характеристика, яка визначає здатність деревини відновлювати свою форму після деформації. Вимірюється в гігапаскалях (ГПа). Коефіцієнт Пуассона - це характеристика, яка визначає співвідношення між поперечною деформацією і поздовжньою деформацією деревини під навантаженням. Ціна деревини залежить від багатьох факторів, таких як її походження, вид, сорт та обробка.

Дуб, сосна, ялина, клен та мербау є популярними породами деревини, які використовуються для різних цілей. Дуб є найміцнішою та найдорожчою породою деревини, а сосна, ялина та клен є більш доступними. Мербау - це тропічна порода деревини, яка є однією з найміцніших і найдорожчих.

Крім розглянутих властивостей, деревина має також інші характеристики, які можуть бути важливими для різних застосувань. Наприклад,

твердість деревини визначає її стійкість до стирання та зносу. Гігроскопічність деревини визначає її здатність поглинати вологу. Теплопровідність деревини визначає її здатність проводити тепло. Звукоізоляційні властивості деревини визначає її здатність поглинати звук.

При виборі породи деревини для конкретного застосування необхідно враховувати всі її властивості.

Дуб є однією з найпопулярніших порід деревини для виготовлення меблів для спальні. Він має такі переваги: Дуб є дуже міцною породою деревини, що робить його ідеальним матеріалом для виготовлення меблів, які будуть використовуватися щодня. Дуб є дуже стійким до зносу, що означає, що він прослужить довго. Дуб має красивий текстуру і колір, що робить його популярним вибором для виготовлення меблів для спальні (рис.2.1).



Рисунок. 2.1 Зовнішній вигляд деревини дуба [38]

Сосна є більш доступною породою деревини, ніж дуб. Вона має такі переваги: Вона є м'якою породою деревини, що робить її легкою в обробці. Сосна є екологічно чистою породою деревини, що є важливим фактором для багатьох людей. Вона має красивий текстуру і колір, що робить її популярним вибором для виготовлення меблів для спальні (рис.2.2).



Рисунок. 2.2 Зовнішній вигляд деревини сосни [39]

Ялина є ще більш доступною породою деревини, ніж сосна. Вона має такі переваги: Ялина є дуже легкою породою деревини, що робить її ідеальним матеріалом для виготовлення меблів, які будуть перевозитися. Ялина є екологічно чистою породою деревини, що є важливим фактором для багатьох людей. Вона має красивий текстуру і колір, що робить її популярним вибором для виготовлення меблів для спальні (рис.2.3).



Рисунок. 2.3 Дошки деревини ялини [40]

Клен є твердою породою деревини, яка має такі переваги: Він є дуже твердим матеріалом, що робить його ідеальним для виготовлення меблів, які будуть використовуватися в приміщеннях з високою прохідністю. Клен є дуже стійким до зносу, що означає, що він прослужить довго. Клен має красивий текстуру і колір, що робить його популярним вибором для виготовлення меблів для спальні (рис.2.4).



Рисунок. 2.4 Зовнішній вигляд деревини клену [41]

Мербау є тропічною породою деревини, яка має такі переваги: Вона є дуже міцною породою деревини, що робить її ідеальним матеріалом для виготовлення меблів, які будуть використовуватися щодня. Мербау є дуже стійким до зносу, що означає, що він прослужить довго. Вона має красивий текстуру і колір, що робить його популярним вибором для виготовлення меблів для спальні(рис.2.5).



Рисунок. 2.5 Дошки з деревини мербау [42]

2.2. Прийняття проектного рішення

Метод розставляння пріоритетів - це порівняння об'єктів за якістю і кількістю за певними властивостями. Якщо немає точних даних, використовують експертні оцінки. Порівняння роблять у вигляді матриці, яку потім математично обробляють, щоб отримати пріоритети рішень. Метод допомагає вибрати найкращий варіант продукції, технології, обладнання, матеріалів тощо .

Для порівняння і вибору пріоритету описаних в попередньому розділі антисептиків обрано 5 основних характеристик по кожному з 5-ти матеріалів, що наведено у табл.2.1.

Таблиця 2.1

Основні характеристики обраних матеріалів

Назва матеріалу	Базова щільність кг/м ³	Межа міцності на згин МПа	Модуль пружності ГПа	Коефіцієнт Пуассона	Ціна грн/ м ³
Дуб	570	100	12	0,32	30 000
Сосна	415	40	7	0,3	3 500
Ялина	350	60	8	0,35	5 000
Клен	570	55	10	0,4	4 000
Мербау	800	90	17	0,42	5 500

Для якісного аналізу 5 елементів створено квадратні матриці, що містять бінарні відношення в межах $m \times n$; де m – це особливості обладнання; n – це тип обладнання, тобто 5×5 . Математичними символами показано зв'язок між особливостями: $>$, $=$, $<$. Отже, усього матриць 5. Наступним кроком є порівняння показників за їх важливістю (вагою) при оцінці особливостей. Для цього складено квадратну матрицю $m \times n$.

Щоб оцінити кожен показник у цифрах, обраховано різницю найкращого об'єкту і найгіршим за формулою (2.1)[43] :

Таблиця 2.2

Матриця порівняння за характеристикою щільність

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		570	415	350	570	800		
X1	570	=	>	>	=	<	2,29	0,49
X2	415	<	=	<	<	<		
X3	350	<	>	=	<	<		
X4	570	=	>	>	=	<		
X5	800	>	>	>	>	=		

Більша щільність забезпечує більшу міцність, твердість, а отже і стійкість.

Таблиця 2.3

Матриця порівняння за межею характеристикою міцності

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		100	40	60	55	90		
X1	100	=	>	>	>	>	2,5	0,53
X2	40	<	=	<	<	<		
X3	60	<	>	=	>	<		
X4	55	<	>	<	=	<		
X5	90	<	>	>	>	=		

Більша межа дозволяє використати менше деревини без втрати міцності.

Таблиця 2.4

Матриця порівняння за характеристикою модулем пружності

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		12	7	8	10	17		
X1	12	=	>	>	>	<	2,43	0,52
X2	7	<	=	<	<	<		
X3	8	<	>	=	<	<		
X4	10	<	>	>	=	<		
X5	17	>	>	>	>	=		

Менший модуль пружності дозволить .використовувати деревину у місцях з періодичним навантаженням без характерного скрипу між деталями.

Таблиця 2.5

Матриця порівняння за характеристикою коефіцієнт пуассона

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		0,32	0,3	0,35	0,4	0,42		
X1	0,32	=	>	<	<	<	1,33	0,24
X2	0,3	<	=	<	<	<		
X3	0,35	>	>	=	<	<		
X4	0,4	>	>	>	=	<		
X5	0,42	>	>	>	>	=		

Менший коефіцієнт характеризує меншу різницю між поперечною та поздовжню деформацію що робить її більш універсальнішою.

Таблиця 2.6

Матриця порівняння за ціною

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		30000	3500	5000	4000	5500		
X1	30000	=	>	>	>	>	8,57	0,89
X2	3500	<	=	<	<	<		
X3	5000	<	>	=	>	<		
X4	4000	<	>	<	=	<		
X5	5500	<	>	>	>	=		

Використання дешевшої деревини сильно зменшить кінцеву ціну.

Щоб встановити пріоритет кожного матеріалу за кожною характеристикою P_{ij} і пріоритет показника P_j , використовують поняття потужності критерію L -го порядку $P(L)$, яке обчислюється по рядках за формулами (2.5-2.11) [43]:

Перша ітерація:

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (2.5)$$

$$P_j(1) = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2.6)$$

$$P_{ij}(1) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.7)$$

Друга ітерація:

$$P_j(2) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.8)$$

$$P_{ij}(2) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.9)$$

$$P_{ij}(1) = \frac{25,04}{115,83} = 0,22$$

Третя ітерація:

$$P_j(3) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.10)$$

$$P_{ij}(3) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.11)$$

$$P_{ij}(3) = \frac{114,86}{533,28} = 0,22$$

Результати розрахунків занесені в табл. 2.7.

Аналогічно розраховано та заповнено табл. 2.8 - 2.11.

Проведені результати експертної оцінки пріоритетів показників занесено в табл. 2.12

Таблиця 2.7

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за характеристикою щільності

Щільність кг/м ³	X1=570	X2=415	X3=350	X4=570	X5=800	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=570	1,00	1,49	1,49	1,00	0,51	5,49	0,22	25,04	0,22	114,86	0,22
X2=415	0,51	1,00	1,49	0,51	0,51	4,02	0,16	17,67	0,15	81,57	0,15
X3=350	0,51	0,51	1,00	0,51	0,51	3,03	0,12	14,21	0,12	65,90	0,12
X4=570	1,00	1,49	1,49	1,00	0,51	5,49	0,22	25,04	0,22	114,86	0,22
X5=800	1,49	1,49	1,49	1,49	1,00	6,97	0,28	33,86	0,29	156,10	0,29
Σ						25,00	1,00	115,83	1,00	533,28	1,00

Таблиця 2.8

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за характеристикою межі міцності

Межа міцності	X1=100	X2=40	X3=60	X4=55	X5=90	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=100	1,00	1,53	1,53	1,53	1,53	7,11	0,28	34,45	0,30	155,78	0,30
X2=40	0,47	1,00	0,47	0,47	0,47	2,89	0,12	13,31	0,12	60,70	0,12
X3=60	0,47	1,53	1,00	1,53	0,47	5,00	0,20	21,65	0,19	97,06	0,19
X4=55	0,47	1,53	0,47	1,00	0,47	3,94	0,16	16,92	0,15	76,68	0,15
X5=90	0,47	1,53	1,53	1,53	1,00	6,06	0,24	27,49	0,24	123,03	0,24
Σ						25,00	1,00	113,82	1,00	513,24	1,00

Таблиця 2.9

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за характеристикою модуль пружності

Модуль пружності ГПа	X1=12	X2=7	X3=8	X4=10	X5=17	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=12	1,00	1,52	1,52	1,52	0,48	6,03	0,24	27,50	0,24	123,77	0,24
X2=7	0,48	1,00	0,48	0,48	0,48	2,93	0,12	13,60	0,12	62,28	0,12
X3=8	0,48	1,52	1,00	0,48	0,48	3,97	0,16	17,16	0,15	78,18	0,15
X4=10	0,48	1,52	1,52	1,00	0,48	5,00	0,20	21,80	0,19	98,31	0,19
X5=17	1,52	1,52	1,52	1,52	1,00	7,07	0,28	34,27	0,30	155,68	0,30
					Σ	25,00	1,00	114,32	1,00	518,22	1,00

Таблиця 2.10

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за характеристикою коефіцієнт Пуассона

Коефіцієнт Пуассона	X1=0,32	X2=0,3	X3=0,35	X4=0,4	X5=0,42	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=0,32	1,00	1,24	0,76	0,76	0,76	4,51	0,18	21,98	0,18	107,86	0,18
X2=0,3	0,76	1,00	0,76	0,76	0,76	4,03	0,16	19,91	0,16	97,69	0,16
X3=0,35	1,24	1,24	1,00	0,76	0,76	5,00	0,20	24,29	0,20	119,10	0,20
X4=0,4	1,24	1,24	1,24	1,00	0,76	5,49	0,22	26,84	0,22	131,52	0,22
X5=0,42	1,24	1,24	1,24	1,24	1,00	5,97	0,24	29,62	0,24	145,23	0,24
					Σ	25,00	1,00	122,64	1,00	601,41	1,00

Таблиця 2.11

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за ціною

Ціна грн	X1=30000	X2=3500	X3=5000	X4=4000	X5=5500	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=30000	1,00	1,89	1,89	1,89	1,89	8,56	0,34	39,65	0,43	141,00	0,46
X2=3500	0,11	1,00	0,11	0,11	0,11	1,44	0,06	4,00	0,04	13,73	0,04
X3=5000	0,11	1,89	1,00	1,89	0,11	5,00	0,20	15,47	0,17	45,60	0,15
X4=4000	0,11	1,89	0,11	1,00	0,11	3,22	0,13	8,15	0,09	24,56	0,08
X5=5500	0,11	1,89	1,89	1,89	1,00	6,78	0,27	25,97	0,28	82,53	0,27
					Σ	25,00	1,00	93,24	1,00	307,42	1,00

Таблиця 2.12

Результати експертної оцінки пріоритетів показників

Кількість експертів	Щільність			Межа міцності			Модуль пружності			Коефіцієнт Пуассона			Ціна		
	X_i	$X_{сер}-X_i$	$(X_{сер}-X_i)^2$	X_i	$X_{сер}-X_i$	$(X_{сер}-X_i)^2$	X_i	$X_{сер}-X_i$	$(X_{сер}-X_i)^2$	X_i	$X_{сер}-X_i$	$(X_{сер}-X_i)^2$	X_i	$X_{сер}-X_i$	$(X_{сер}-X_i)^2$
1	2,00	0,57	0,33	1,00	0,86	0,73	5,00	-0,71	0,51	5,00	-1,14	1,31	2,00	1,00	1,00
2	1,00	1,57	2,47	1,00	0,86	0,73	5,00	-0,71	0,51	5,00	-1,14	1,31	4,00	-1,00	1,00
3	2,00	0,57	0,33	1,00	0,86	0,73	5,00	-0,71	0,51	5,00	-1,14	1,31	4,00	-1,00	1,00
4	2,00	0,57	0,33	4,00	-2,14	4,59	5,00	-0,71	0,51	4,00	-0,14	0,02	4,00	-1,00	1,00
5	4,00	-1,43	2,04	2,00	-0,14	0,02	3,00	1,29	1,65	3,00	0,86	0,73	1,00	2,00	4,00
6	5,00	-2,43	5,90	3,00	-1,14	1,31	2,00	2,29	5,22	1,00	2,86	8,16	4,00	-1,00	1,00
7	2,00	0,57	0,33	1,00	0,86	0,73	5,00	-0,71	0,51	4,00	-0,14	0,02	2,00	1,00	1,00
Середнє значення	2,57			1,86			4,29			3,86			3,00		

Складено квадратну матрицю бінарних відношень (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Матриця бінарних відношень

		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	K	W
		2,57	1,86	4,29	3,86	3,00		
Y1	2,57	=	>	<	<	<	2,31	0,5
Y2	1,86	<	=	<	<	<		
Y3	4,29	>	>	=	>	>		
Y4	3,86	>	>	<	=	>		
Y5	3,00	>	>	<	<	=		

Співвідношення між об'єктами виражено математичними символами (>), (=), (<).

Обчислюємо, у скільки разів найкращий об'єкт відрізняється від найгіршого, використовуючи формулу (2.1) [43]:

Знаходимо коефіцієнт ω_j , за формулою (2.2) [43]:

Суміжні члени матриць визначено за формулами (2.3-2.4) [43].

Значеннями α_{ij} замінюємо математичні символи (>), (=), (<). Після цього складаємо матрицю суміжності для порівняння показників в (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Матриця суміжності для порівняння показників

	X1=	X2=	X3=	X4=	X5=				
середнє	2,57	1,86	4,29	3,86	3,00	P 1	P1*	P2	P2*
2,57	1,00	1,50	0,50	0,50	0,50	4,01	0,16	17,59	0,15
1,86	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	3,02	0,12	14,11	0,12
4,29	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	6,98	0,28	33,93	0,29
3,86	1,50	1,50	0,50	1,00	1,50	5,99	0,24	27,50	0,24
3,00	1,50	1,50	0,50	0,50	1,00	5,00	0,20	22,06	0,19
					Σ	25,00	1,00	115,19	1,00

Розрахунок аналогічно до попередніх таблиць за формулами (2.5 - 2.11) [43].

За отриманими результатами формуємо загальну матрицю для обчислення комплексного пріоритету (табл. 2.15).

Таблиця 2.15

Підсумкова матриця

Матеріал	Пріоритет антисептику по одиничних показниках					Пріоритет показника		Комплексний пріоритет матеріалу
	1	2	3	4	5	номер	значення	
Дуб	0,22	0,30	0,24	0,18	0,46	2	0,15	0,27
Сосна	0,15	0,12	0,12	0,16	0,04	5	0,12	0,12
Ялина	0,12	0,19	0,15	0,20	0,15	4	0,30	0,16
Клен	0,22	0,15	0,19	0,22	0,08	3	0,24	0,17
Мербау	0,29	0,24	0,30	0,24	0,27	1	0,19	0,27

Підсумкова матриця показала, що найбільший пріоритет припадає на матеріал мербау, а також дуб. Через різницю в тисячних можна вибирати будь який.

2.3. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархій

Томас Сааті, американський вчений, запропонував метод аналізу ієрархій (МАІ) у 70-80 роках ХХ століття як метод порівняння та впорядкування об'єктів, що мають набори критеріїв і показників, якісних і кількісних. МАІ – це математична техніка системного аналізу складних задач прийняття рішень. Він не нав'язує особі, що приймає рішення, вибір будь-якого «вірного» рішення, а надає можливість в інтерактивному режимі вибрати такий варіант (альтернативу), який найкраще відповідає усвідомленню проблеми та вимогам до її розв'язання.

Для вирішення завдання необхідні наступні дані:

Мета: вибір кращого матеріалу.

Кількість альтернатив – 5.

Кількість критеріїв – 5.

Альтернативи та критерії записані скороченими назвами (табл.2.16):

Таблиця 2.16

№	Критерії	№	Альтернативи
Кр1	Базова щільність	A1	Дуб
Кр2	Межа міцності на згин	A2	Сосна
Кр3	Модуль пружності	A3	Ялина
Кр4	Коефіцієнт Пуассона	A4	Клен
Кр5	Ціна	A5	Мербау

Для розв’язання задачі ми створюємо матрицю парних порівнянь (МПП), яку заповнюємо за шкалою Сааті (табл. 2.17).

Для того, щоб вибрати найкращий матеріал заповнено матрицю парних порівнянь (МПП) (табл. 3.2) за критеріями, що відповідають меті.

Значення середнього геометричного значення елементів матриці розраховані за формулою (3.1) [43]:

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

де: i – номер рядка матриці;

s – кількість елементів в i -му рядку матриці;

$a_{i1} = w1/w1$; $a_{i2} = w2/w2$; $a_{is} = w1/w_s$.

Далі обчислили значення ЛПр для першого рядка за формулою (3.2):

$$ЛПр_1 = \frac{[(w1/w1) \cdot (w2/w2) \cdot \dots \cdot (wn/wn)]^{\frac{1}{s}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}, \quad (3.2)$$

Розрахунок ЛПр для інших рядків виконується аналогічним чином.

Використали дві важливі характеристики - індекс узгодженості (CI) і відношення узгодженості (CR), які обчислили за формулами (3.3-3.4) [43]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (3.3)$$

$$CR = \frac{CI}{P_n}, \quad (3.4)$$

де: n – розмір матриці;

P_n – індекс узгодженості (табл. 2.17) для позитивної зворотної симетричної матриці випадкових оцінок $n \times n$;

λ_{max} – максимальне власне число матриці парних порівнянь або L_{am}

Результати розрахунків занесено в табл. 2.16

За допомогою цього методу розраховано та заповнено табл. 2.16-2.21

Таблиця 2.17

Матриця МПП критеріїв відносно мети

		Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	Кр5	G	ЛПр6
		1,00	2,00	1,00	4,00	3,00		
Кр1	1,00	1,00	0,50	1,00	0,25	0,33	0,53	0,09
Кр2	2,00	2,00	1,00	2,00	0,50	0,67	1,06	0,18
Кр3	1,00	1,00	0,50	1,00	0,25	0,33	0,53	0,09
Кр4	4,00	4,00	2,00	4,00	1,00	1,33	2,12	0,36
Кр5	3,00	3,00	1,50	3,00	0,75	1,00	1,59	0,27
						Сума	5,83	1,00

Показники: $N=5$; $L_{am}=8,69$; $CI=0,92$; $CR=0,84$

Найбільше значення ЛПр=0,36

Таблиця 2.18

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію Базова щільність

		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр1
	Базова щільність	5,00	7,00	4,00	3,00	7,00		
A1	5,00	1,00	0,71	1,25	1,67	0,71	1,01	0,19
A2	7,00	1,40	1,00	1,75	2,33	1,00	1,42	0,27
A3	4,00	0,80	0,57	1,00	1,33	0,57	0,81	0,15
A4	3,00	0,60	0,43	0,75	1,00	0,43	0,61	0,12
A5	7,00	1,40	1,00	1,75	2,33	1,00	1,42	0,27
						Сума	5,26	1,00

Показники: N=5; Lam=8,69; CI=0,92; CR=0,84

Найбільше значення ЛПр=0,27

Таблиця 2.19

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію Межа міцності на згин

		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр2
	Межа міцності на згин	4,00	8,00	5,00	2,00	6,00		
A1	4,00	1,00	0,50	0,80	2,00	0,67	0,88	0,16
A2	8,00	2,00	1,00	1,60	4,00	1,33	1,76	0,32
A3	5,00	1,25	0,63	1,00	2,50	0,83	1,10	0,20
A4	2,00	0,50	0,25	0,40	1,00	0,33	0,44	0,08
A5	6,00	1,50	0,75	1,20	3,00	1,00	1,32	0,24
						Сума	5,51	1,00

Показники: N=5; Lam=8,69; CI=0,92; CR=0,84

Найбільше значення ЛПр=0,32

Таблиця 2.20

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію Модуль пружності

		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр3
	Модуль пружності	6,00	8,00	3,00	2,00	7,00		
A1	6,00	1,00	0,75	2,00	3,00	0,86	1,31	0,23
A2	8,00	1,33	1,00	2,67	4,00	1,14	1,75	0,31
A3	3,00	0,50	0,38	1,00	1,50	0,43	0,65	0,12
A4	2,00	0,33	0,25	0,67	1,00	0,29	0,44	0,08
A5	7,00	1,17	0,88	2,33	3,50	1,00	1,53	0,27
						Сума	5,68	1,00

Показники: N=5; Lam=8,69; CI=0,92; CR=0,84

Найбільше значення ЛПр=0,31

Таблиця 2.21

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію Коефіцієнт Пуассона

		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр4
	Коефіцієнт Пуассона	5,00	8,00	5,00	1,00	9,00		
A1	5,00	1,00	0,63	1,00	5,00	0,56	1,12	0,18
A2	8,00	1,60	1,00	1,60	8,00	0,89	1,79	0,29
A3	5,00	1,00	0,63	1,00	5,00	0,56	1,12	0,18
A4	1,00	0,20	0,13	0,20	1,00	0,11	0,22	0,04
A5	9,00	1,80	1,13	1,80	9,00	1,00	2,01	0,32
						Сума	6,25	1,00

Показники: N=5; Lam=8,69; CI=0,92; CR=0,84

Найбільше значення ЛПр=0,32

Таблиця 2.22

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію термін Ціна

		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр5
	Ціна	5,00	7,00	4,00	3,00	7,00		
A1	5,00	1,00	0,71	1,25	1,67	0,71	1,01	0,19
A2	7,00	1,40	1,00	1,75	2,33	1,00	1,42	0,27
A3	4,00	0,80	0,57	1,00	1,33	0,57	0,81	0,15
A4	3,00	0,60	0,43	0,75	1,00	0,43	0,61	0,12
A5	7,00	1,40	1,00	1,75	2,33	1,00	1,42	0,27
						Сума	5,26	1,00

Показники: $N=5$; $\text{Lam}=8,69$; $\text{CI}=0,92$; $\text{CR}=0,84$

Найбільше значення ЛПр=0,27

Побудовано матрицю пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв (табл. 2.23).

Таблиця 2.23

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв

		ПрКр	A1	A2	A3	A4	A5
Кр1	Базова щільність	0,09	0,19	0,27	0,15	0,12	0,27
Кр2	Межа міцності на згин	0,18	0,16	0,32	0,20	0,08	0,24
Кр3	Модуль пружності	0,09	0,23	0,31	0,12	0,08	0,27
Кр4	Коефіцієнт Пуассона	0,36	0,18	0,29	0,18	0,04	0,32
Кр5	Ціна	0,27	0,19	0,27	0,15	0,12	0,27

Наступним кроком є обчислення значення глобального пріоритету ГлПр. Для цього ми робимо так: Значення ГлПр для рядка А1 визначають шляхом додавання добутків значень стовпця «ПрКр» (табл. 2.23) на значення у стовпці «А1». Так само визначають значення ГлПр для всіх інших рядків.

Отримані дані занесені у табл. 2.24 глобальні пріоритети альтернатив

Таблиця 2.24

Глобальні пріоритети альтернатив

		ГлПр
A1	Дуб	0,18
A2	Сосна	0,29
A3	Ялина	0,17
A4	Клен	0,08
A5	Мербау	0,28

Із таблиці 2.24 видно, що Альтернатива А2 (Сосна) має найбільше значення глобального пріоритету - 0,29 і є найкращою рішенням для досягнення поставленої мети.

За результатами розрахунків ми визначили які антисептики потрібно обрати для досягнення нашої мети: за методом експертних оцінок найкращим вибором деревини для спальні є мербау а за методом ієрархій найкраща сосна. На мою думку така різниця через те що в методі експертних оцінок в пріоритеті характеристики деревини тому дуб і мербау були кращі результати а в методі ієрархії вже більш важливе співвідношення ціни і характеристик.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ДУБУ

3.1 Методика та результати експериментального визначення межі міцності на згин

Методика експериментального визначення впливу діагонального фрезерування з однієї та двох сторін на межу міцності дубу. Для цього використався випробування на триточковий вигин ASTM D790 [44]: цей метод полягає в тому, що прямокутний дерев'яний зразок, закріплений з двох кінців, піддається навантаженню в середній точці до тих пір, поки не відбудеться розрив. Межа міцності розраховується на основі максимального навантаження, розмірів балки та прольоту опори.

Матеріали для дослідження: Прямокутні зразки 20*50*200 мм цільної, фрезерованої з одної та двох сторін. Штангенциркуль для запису початкових розмірів кожного зразка з точністю до 0,01 мм. Провелася процедура сушіння, щоб визначити вагу кожної зразка з 12% вологості. Використовується програмне забезпечення SOLIDWORKS для розробки моделей фрезерування. Фрезерування проводиться на конкретні ділянки для зменшення ваги, надаючи пріоритет ділянкам з мінімальним впливом на структурну цілісність.

Для визначення межі міцності використалася розривна машина P-5 оснащена пристосуванням для триточкового випробування на вигин. Кожен зразок закріплюється на призначених опорах розривної машини. Машина P-5 постійно збільшувала навантаження з постійною швидкістю до руйнування зразка. прикладене навантаження і відповідний прогин балки записувався протягом усього випробування для визначення межі міцності кожного зразка (рис.3.1-3.3).



Рисунок 3.1. Зруйнований цільний зразок



Рисунок 3.2. Зруйнований зразок діагонального фрезерування



Рисунок 3.3. Зруйнований зразок діагонального фрезерування з двох сторін

З проведеного дослідження можна зробити висновок, що фрезерування не значно впливає на модуль пружності.

3.2 Методика та результати експериментального визначення модуля пружності

Методика експериментального визначення модуля пружності фрезерованих заготовок дубу. Мета оцінити вплив фрезерування на пружність матеріалу. Для цього використовують стандарт ASTM D790 [44] цей метод полягає в тому, що прямокутні дерев'яні балки навантажуються в межах де деревина деформується, але повертається до початкової форми після зняття навантаження.

Використовуються зразки та розривна машина як і в попередній методиці. Машина Р-5 поступово збільшувала навантаження з кроком 20 Н в межах діапазону пружності, для визначення точки, в якій зразок після навантаження відхиляється від початкового стану. Після кожного збільшення навантаження зареєструвався відповідний прогин балки.

Для визначення модуля пружності E для кожного зразка використалася формула (3.1).

$$E = \frac{l^3 * m}{4b * h^3} \text{ (МПа)} \quad (3.1)$$

Де E - модуль пружності (МПа)

l - довжина прольоту опори (мм)

m - нахил лінійної частини кривої "навантаження-прогин" (Н/мм)

b - ширина зразка (мм)

h - товщина зразка (мм)

Для цільного зразка дубу модуль пружності складе:

$$E = \frac{180^3 * 25,7}{4 * 200 * 20^3} = 11600 \text{ (МПа)}$$

Від цього значення міцності у 11600МПа можна буде відштовхуватись при подальших розрахунках.

Розрахунок фрезерованого з однієї сторони зразок дубу:

$$E = \frac{180^3 * 16,7}{4 * 200 * 20^3} = 7540 \text{ (МПа)}$$

Фрезерований з двох сторін зразок дубу:

$$E = \frac{180^3 * 18,7}{4 * 200 * 20^3} = 8468 \text{ (МПа)}$$

За проведеними розрахунками модуля пружності можна зробити висновок, що фрезерування не значно впливає на модуль пружності.

3.3 Методика та результати експериментального визначення базової щільності

Для експериментального визначення базової щільності дубу брався зразок розмірів 20*20*30мм. Його висушують доки зразок не перестане зменшувати масу щоб досягнути абсолютно сухого стану. Щоб визначити базову щільність використовуються формула (3.2).

$$p = \frac{m}{v} \tag{3.2}$$

$$p = \frac{6,74}{20*20*30} = 0,000561 \text{ (г/мм}^3\text{)}$$

Де p – щільність (г/мм³)

m – вага (г)

v – об'єм (мм³)

3.4 Аналіз результатів дослідження з визначення можливості зменшення маси меблів

Проаналізувавши отримані криві навантаження-прогин, визначено що межа міцності цільного зразка складе 12882,63 Н при масі 228 г, для діагонально фрезерована 7351,433 Н на 43 % при зменшені маси на 37 %, діагонально фрезерована з двох сторін 9348,834 Н на 27% менша при зменшенні маси на 23 %. Модуль пружності змінюється на такі ж відсотки, що вказує на те, що фрезерування однаково впливає на дані властивості. Базова щільність незначно менша від стандарту, що мало вплине на подальше використання. Проаналізувавши експерименти їх висновки вказують на меншу міцність заготовок тому для більш чіткого результату

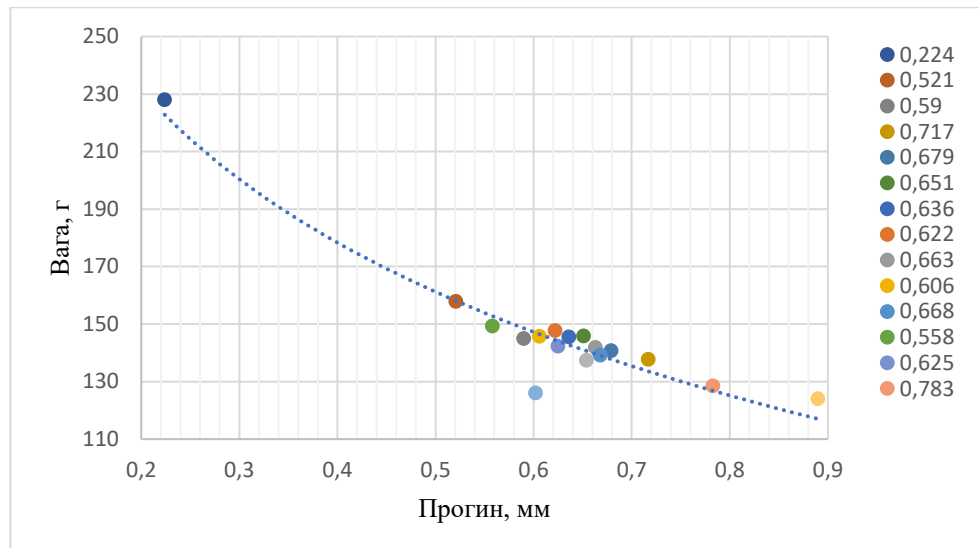


Рисунок 3.4 Залежність прогину заготовки від маси деталі

Як видно (рис. 3.4) доцільно фрезеруванням зменшувати масу випробовуваного зразка до 150 г адже далі прогин буде значно збільшуватися, що може призвести до втрати міцності деталі у конструкції.

РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ДЕТАЛЕЙ ЛІЖКА З ДЕРЕВИНИ ДУБУ

4.1 Розроблення дизайну меблів для спальної кімнати

Меблі для спальні тісно пов'язані з нашим щоденним відпочинком. Вони розроблені для задоволення практичних, естетичних та інших потреб людей у повсякденному житті. Однак, швидкий розвиток сучасної економіки, культури та способу життя нового інформаційного суспільства також впливає на ці потреби. Дослідження стилю життя в домашньому середовищі спальні, вказує на важливі аспекти дизайну меблів для спальні та описуються майбутні тенденції інноваційного дизайну меблів для спальні [45].

З розвитком суспільства матеріальний і культурний рівень життя людей підвищується, і вимоги людей до домашнього середовища спальні також зростають. Дизайн відповідних меблів для спальні зі зручним середовищем допомагає людям навчатися, працювати, жити і відпочивати. У нову економічну еру інноваційного дизайну меблів для спальні повинно спочатку враховуватися потреби користувачів і проектувати різні моделі попиту з урахуванням різних способів життя людей [46]. Наприклад, спальня для пари, як правило, включає двоспальне ліжко і два тумбочки. Однак, варто зазначити, що одночасно необхідно враховувати специфіку, а також загальні вимоги, такі як: гардеробна шафа, комод і пуфик. Для створення загальної атмосфери інноваційного дизайну домашнього середовища спальні слід враховувати всі аспекти.

Сучасна спальня вже містить телевізійні тумби, комп'ютерні столи та інші сучасні елементи, що призводить до появи нових типів меблів у зв'язку з технологічним розвитком. Це також створює безпрецедентні виклики для інноваційного дизайну меблів для спальні. "Старі методи і сучасність, старе для нового" підкреслює інноваційний дизайн меблів для спальні. Стимул до інновацій часто відсутній у меблевих дизайнерів. Досвід, ідеї, розуміння та сприйняття життя завжди виходять з практики. Зіткнувшись з новими викликами, дизайнери повинні спокійно аналізувати, глибоко занурюватися в життя, цінувати життя, тонкі зміни в стилі життя, швидко захоплювати інформацію та

натхнення, відповідно до сучасного мебльованого житлового простору, адаптувати меблі для спальні до потреб життя [47].

Загалом, меблі для спальні повинні бути міцними, простими, практичними та створювати тепле відчуття для відпочинку людей. Розташування, декоративні форми, техніки декорування та особливо розмір меблів для спальні впливають на загальне враження. Правильний масштаб меблів для спальні створить естетичне задоволення. Люди люблять лаконічний, класичний, елегантний стиль, тому меблі, прикрашені особливою увагою до лінійної пропорції та розміру, від широкого до глибокого, з рівними поверхнями та плоскими ручками, ефективно підвищують рівень цих тонких м'яких відчуттів меблів. Переходи повинні бути плавними, а лінії - гладкими, створюючи візуально витончені криві в поєднанні з простими лініями.

Визначення основних характеристик стилістичних ліній дизайну меблів. Горизонтальні лінії в дизайні меблів створюють відчуття простору, спокою та стабільності; вертикальні лінії надають відчуття гідності та прямолінійності; діагональні лінії виражають швидкість, силу та гнучкість та створюють відчуття динаміки та нестабільності. Наприклад, для створення відчуття елегантності в дизайні меблів, ручки шаф роблять прямої форми. Використання прямих ліній створює психологічне відчуття спокою та м'якості. Тому дизайнери меблів зазвичай використовують їх, щоб надати спальні елегантність, м'якість і ніжність [48].

Майбутні тенденції інноваційного дизайну. Для сучасних людей, які все більше зазнають тиску, спальня є не просто притулком від негоди, а місцем для відпочинку душі. Тому інноваційний дизайн меблів для спальні повинен поєднувати людське домашнє середовище та попит на стиль життя. Все більше вчених вважають, що сучасний дизайн меблів для спальні повинен бути простим у використанні, гармонійним і комфортним, а також відображати ставлення власника будинку до життя та його смак.

Меблі для спальні повинні поєднувати інноваційний дизайн і нові матеріали. Матеріал меблів є основою дизайну, він взаємодіє з людьми,

продуктами та середовищем, сприяючи розвитку дизайну та виробництва меблів. Матеріали, які використовуються в меблях, дуже різноманітні: метал, пластик, скло, фанера, ДСП, МДФ, композитні панелі. Скляні меблі прозорі, чисті та вишукано вирізані; дерев'яні меблі свіжі, привабливі та чарівні. Кожен матеріал у формі різних історичних періодів інноваційних домашніх меблів приніс безпрецедентну силу та чарівність, значно збагативши наші меблі [49]. З розвитком високих технологій та матеріалознавства в галузі дизайну меблів в останні роки, популярністю низьковуглецевої екологічної тематики, екологічні матеріали користуються попитом у багатьох дизайнерів. Екологічність та повернення до природи стають сучасним інноваційним дизайном меблів для спальні. Екологічні меблі побудовані на людино центричному підході, заснований на контролі природних ресурсів, більше використання композитних матеріалів, які можна переробляти, для створення сприятливого для використання, комфортного та здорового дизайну меблів, реалізації запиту та досягнення балансу між природним поверненням до природи, стало неминучою тенденцією.

Меблі для спальні та дизайн меблів повинні враховувати поєднання нових технологій, технічних процесів, що є важливою главою дизайну меблів для спальні [50]. Технологія декоративного фрезерування надають одному й тому ж матеріалу різну текстуру та зовнішній вигляд, що в кінцевому підсумку впливає на загальний ефект меблевих виробів та його вагу (рис.4.1).



Рисунок 4.1. Дизайн спальні з використанням фрезерованих меблів.

Порівняно з традиційним виробництвом меблів, виробництво сучасних меблів перейшло від попередньої збірки до операцій збирання на місці монтажу, що відображає революційне перетворення ідей виробничого дизайну. Сучасні ЧПУ верстати значно підвищили продуктивність, обробку та точність обробки продукції, а також сприяли стандартизації, універсалізації та серійному виробництву меблів на основі штучних плит. Після дизайну меблів для спальні використання сучасного високопродуктивного обладнання та технологій є неминучою тенденцією. Поєднання сучасних промислових технологій та дизайнерського мистецтва забезпечить більші інновації та розвиток дизайну меблів для спальні.

4.2 Розрахунок товщини деталей ліжка з використанням програми «SolidWorks Simulations» та результатів експериментальних досліджень.

В конструкції ліжка головними деталями є бічна та центральна царга і рейки адже на них в процесі експлуатації діють найбільші навантаження, тому було змодельовано навантаження для визначення чи дані деталі витримують експлуатовані навантаження.

Визначення навантаження, яке витримує бічна царга ліжка є важливим для безпеки адже вона утримує упорний брусок для рейок. Для визначення того як упорний брусок деформує бічну царгу на ділянці їх скріплення була прикладена вертикально направлена сила 700 Н, деталь зімітувано кріпилась по краям у ділянці кріплення з ніжками та в центрі де її підтримує міжящикова заглушка.

Як видно (рис.4.2) бічна царга прогинається в ділянці міжящиковою заглушкою та ніжкою на 0,5 мм з коефіцієнтом запасу міцності 8,6 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

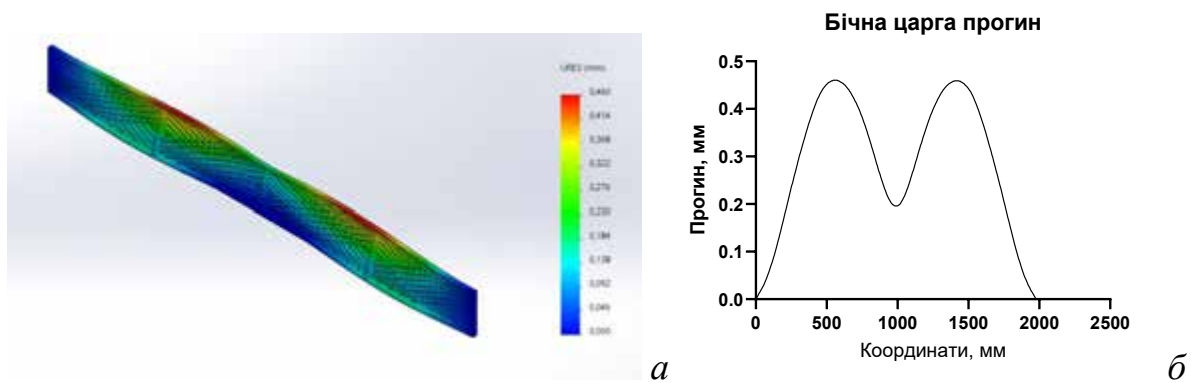


Рисунок 4.2. Симуляція навантаження на бічну царгу: *a*-візуалізація, *б*-графік

Навантаження, яке витримує центральна царга ліжка є також важливим для безпеки адже вона утримує рейки. Для визначення того як рейки деформують центральну царгу на її крайку була прикладена вертикально направлена сила 300 Н, деталь зімітувано кріпилась по краям у ділянці кріплення з узніжям та узголів'ям.

Як видно (рис.4.3) центральна царга плавно прогинається по всій ділянці на 0,5 мм з коефіцієнтом запасу міцності 1,9 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

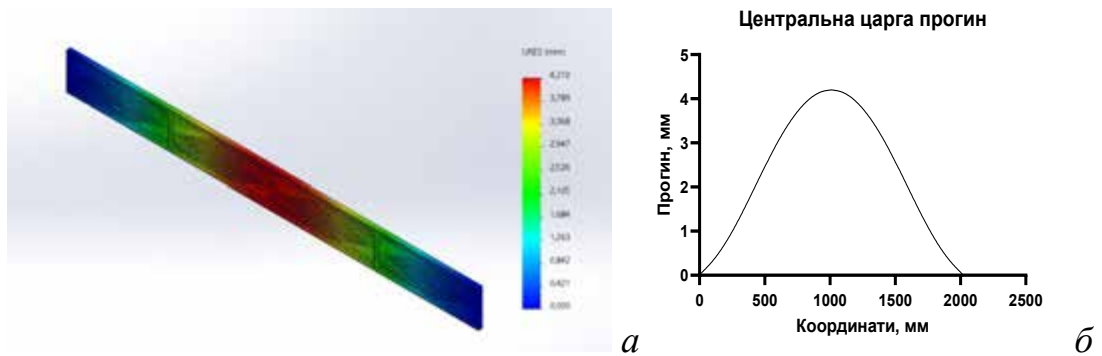


Рисунок 4.3. Симуляція навантаження на центральну царгу: *а*-візуалізація, *б*-графік

Визначення навантаження, яке витримує рейка важливо для безпеки адже вона утримує матрац. Для визначення того як вона прогинається на її пласть була прикладена вертикально направлена сила на всі 12 рейок 750 Н, деталь зімітувано кріпилась по краям у ділянці кріплення з упорним бруском та в центрі де її підтримує центральна царга.

Як видно (рис.4.4) рейка плавно прогинається по всій ділянці на 17 мм з коефіцієнтом запасу міцності 1,9 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

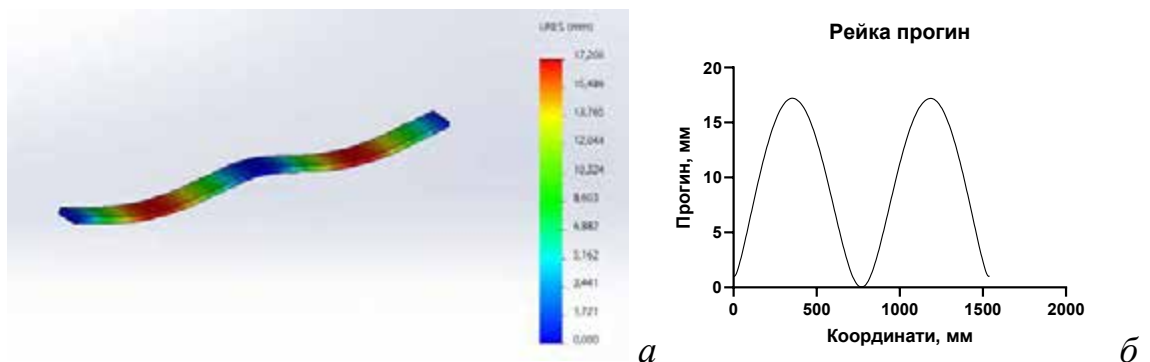


Рисунок 4.4. Симуляція навантаження на рейку: *а*-візуалізація, *б*-графік

Розуміння навантаження, яке витримує бічна стінка тумби, є важливим адже це дозволяє визначити, чи здатна бічна стінка витримати очікувані навантаження без руйнування. Для визначення того як деформується бічна стінка на її крайку була прикладена вертикально направлена сила 100Н, деталь зімітувано кріпилась по краям у ділянці кріплення задньою стінкою.

Як видно (рис.4.5) бічна стінка прогинається в краю на 2,7 мм з коефіцієнтом запасу міцності 3,1 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

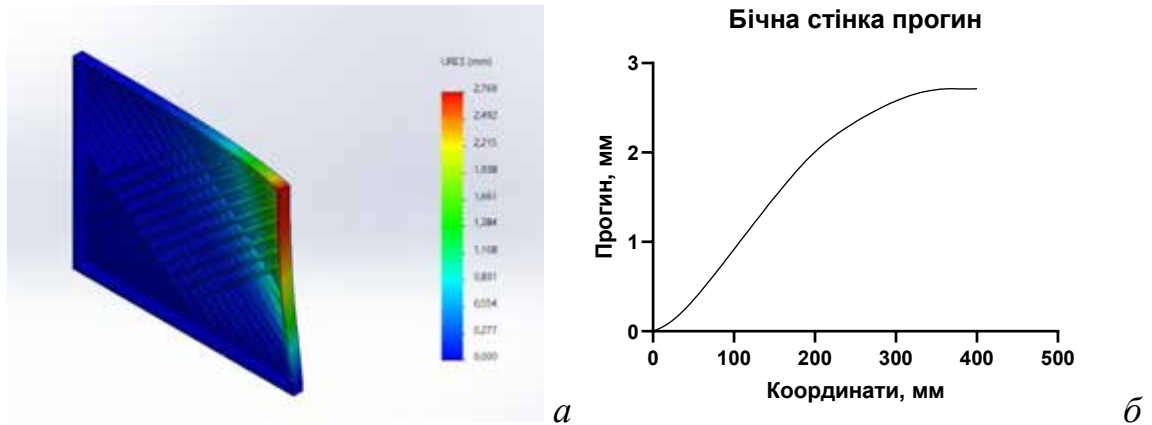


Рисунок 4.5. Симуляція навантаження на бічну стінку: *a*-візуалізація, *б*-графік

Бічна стінка шафи є одним з ключових елементів конструкції, що забезпечують її міцність та стійкість. Для визначення того як вона прогнеться від дії навантаження на полки у місті їх кріплення деталь навантажувалася на 500Н.

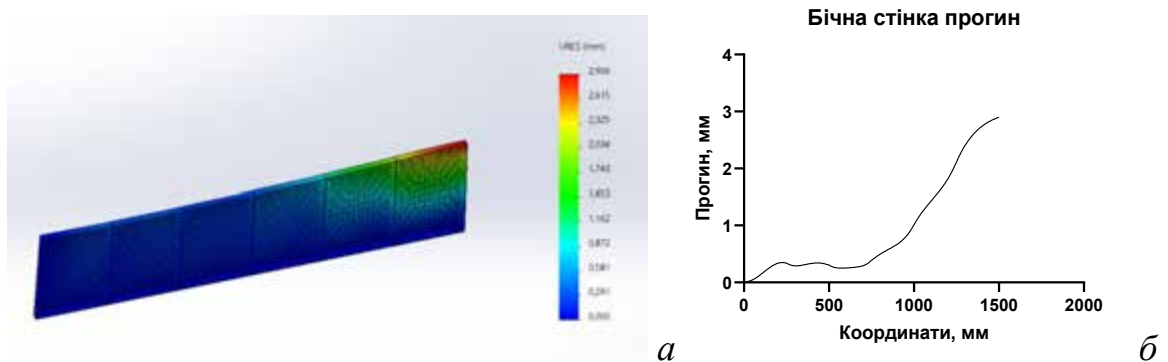


Рисунок 4.6. Симуляція навантаження на центральну стінку: *a*-візуалізація, *б*-графік

Як видно (рис.4.6) бічна стінка шафи плавно прогинається по всій ділянці на 2,9 мм з коефіцієнтом запасу міцності 6,3 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

Центральна стінка шафи є також одним з ключових елементів конструкції, що забезпечують її міцність та стійкість. Для визначення того як вона прогнеться

від дії навантаження на полки у місті їх кріплення деталь навантажувалася на 700Н.

Як видно (рис.4.7) центральна стінка шафи плавно прогинається до краю на 0,3 мм з коефіцієнтом запасу міцності 7,3 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

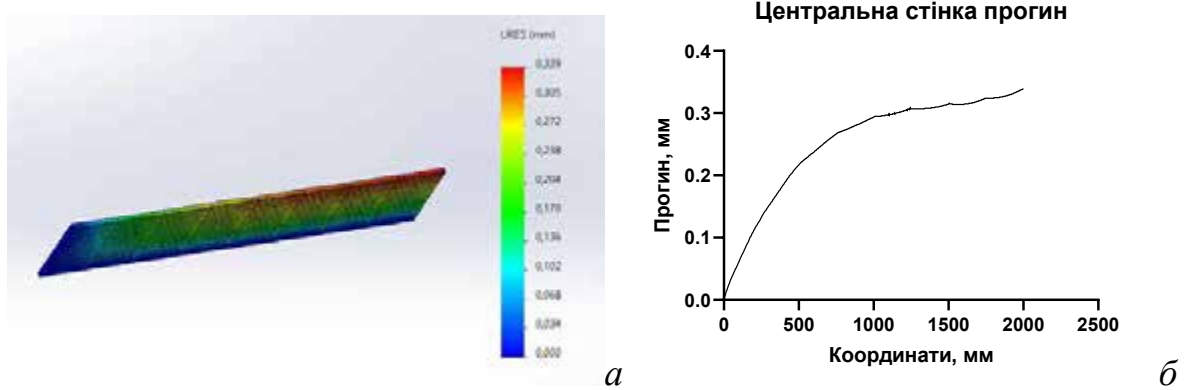


Рисунок 4.7. Симуляція навантаження на центральну стінку: *a*-візуалізація, *б*-графік

Бічна стінка забезпечує стійкість комода під впливом навантаження на стільницю тому щоб визначити прогин від даного навантаження на місті їх кріплення деталь було навантажено 200Н. Як видно (рис.4.8) бічна стінка прогинається в краю на 3,6 мм з коефіцієнтом запасу міцності 2,1 що забезпечує необхідні властивості для даної деталі.

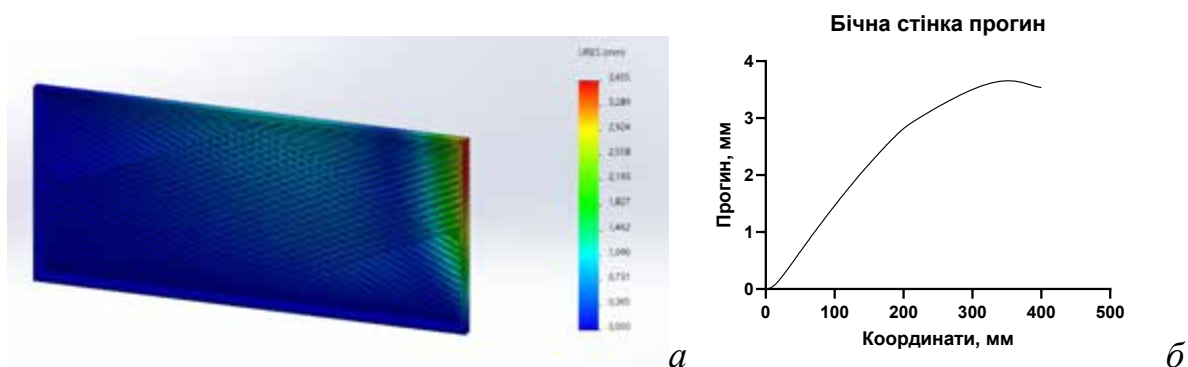


Рисунок 4.8. Симуляція навантаження на бічну стінку: *a*-візуалізація, *б*-графік

Центральна стінка також комода також навантажувалася як бічна стінка на 200 Н, вона також витримала дане навантаження з прогином в краю на 0,36 мм з запасом міцності 4,7 (рис.4.9).

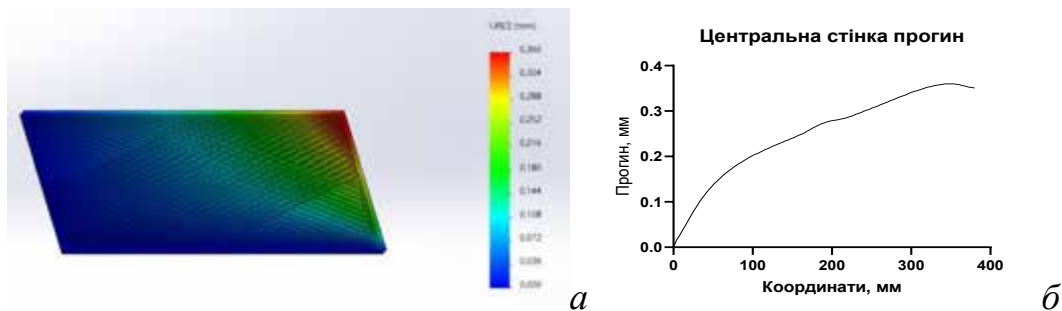


Рисунок 4.9. Симуляція навантаження на центральну стінку: *a*-візуалізація, *б*-графік

Проаналізувавши дані всіх даних напружено-деформованого стану можна стверджувати, що всі деталі меблів мають незначний прогин та можуть витримати більші навантаження ніж ті які були застосовані до деталей, а отже деталі мають певний запас міцності та можуть використовуватися у меблевих конструкціях.

4.3 Технологічний процес виготовлення меблевих виробів для спальної кімнати

Для виготовлення меблів для спальної кімнати обирають необхідну кількість пиломатеріалів дубу та ХДФ (табл.4.3). деревину сушать у камері для досягнення оптимального рівня вологості 8%, що запобігає деформації, утворення тріщин та зміні розмірів. Висушену деревину розмірюють та розкрояють на заготовки (табл. 4.9). Після чого їх склеюють (табл. 4.10) на необхідні розміри.

Декоративне фрезерування розробляються дизайнером, та проектується за допомогою передового програмного забезпечення комп'ютерного проектування SOLIDWORKS, це дає можливість автоматизувати проектування.

Обробка на верстаті з числовим програмним керуванням, оснащені спеціалізованими різальними інструментами, виконують діагональне фрезерування на дерев'яних деталях (табл. 4.11).

Перед фінішним шліфування у деталях нарізають отвори (табл. 4.12) для кріпильної фурнітури. Відфрезеровані поверхні ретельно шліфують (табл. 4.13) для досягнення гладкої поверхні, підготовляючи їх до подальшої фінішної обробки. Для захисту та покращення зовнішнього вигляду деревини лакують.

Для збирання відфрезерованих компонентів використовують з'єднання в шип-паз, шканти, гвинти конфірмати. Готові компоненти ретельно збирають у повний каркас ліжка.

Таблиця 4.1

Відомість деталей шафи

№	Найменування складальних одиниць і деталей	Матеріал, порода	Кількість	Розміри деталей			Об'єм комплекту деталей, 3	Розміри заготовок			Стандартна товщина	Об'єм комплекту заготовок, м3
				Д	ш	Т		Д	ш	Т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Бічна стінка	п/м дубу	2	1500	430	20	1,29	1 520,00	447	26	26	1,3589
2	Центральна стінка	п/м дубу	3	2000	430	20	2,58	2 020,00	447	26	26	2,7088
3	полка	п/м дубу	13	420	410	20	2,2386	440	427	26	26	2,4424
4	Фасад ящика	п/м дубу	5	430	248	20	0,5321	450	264,5	26	26	0,5951
5	Полка верхня	п/м дубу	1	820	300	20	0,246	840	317	26	18	0,2663
6	Деталь шафи	ХДФ	2	860	860	18	1,4792	880	877	24	18	1,5435
	нижня											
7	Деталь шафи	ХДФ	1	900	430	18	0,387	920	447	24	18	0,4112

Продовження таблиці 4.1

№	Найменування складальних одиниць і деталей	Матеріал, порода	Кількість	Розміри деталей			Об'єм комплекту деталей, 3	Розміри заготовок			Стандартна товщина	Об'єм комплекту заготовок, м3
				Д	ш	Т		Д	ш	Т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Деталь шафи верхня права	ХДФ	2	440	430	18	0,3784	460	447	24	18	0,4112
9	Деталь шафи верхня центральна	ХДФ	1	460	430	18	0,1978	480	447	24	18	0,2146
10	Задня стінка полки	ХДФ	1	495	300	18	0,1485	515	317	24	18	0,1633
11	Деталь шафи верхня ліва	ХДФ	2	430	300	18	0,258	450	317	24	18	0,2853
12	Задня стінка	ХДФ	2	2000	840	18	3,36	2 020	857	24	18	3,4623

Продовження таблиці 4.1

№	Найменування складальних одиниць і деталей	Матеріал, порода	Кількість	Розміри деталей			Об'єм комплекту деталей, 3	Розміри заготовок			Стандартна товщина	Об'єм комплекту заготовок, м3
				Д	ш	Т		Д	ш	Т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	Нижня планка ящика	ХДФ	5	410	395	18	0,8098	430	412	24	18	0,8858
14	Бічна планка ящика	ХДФ	5	410	200	18	0,41	430	217	24	18	0,4666
15	Задня планка ящика	ХДФ	5	355	200	18	0,355	375	217	24	18	0,4069
16	Задня стінка права	ХДФ	1	1500	420	18	0,63	1 520,00	437	24	18	0,6642
17	Задня стінка	ХДФ	1	2000	420	18	0,84	2 020,00	437	24	18	0,8827

Таблиця 4.2

Норма витрат матеріалів

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Об'єм комплекту деталей, м3	Об'єм комплекту заготовок, м3	Коефіцієнт технологічних втрат	Об'єм комплекту заготовок, м3, з врахув. технол. втрат	Коеф. корисного виходу.	Норма витрат. м3
ХДФ				0,02		0,98	
На 1 виріб	м 2	9,253	9,7976		9,993552		10,193
На 500 виробів (річну програму)	м 2	4626,825	4898,800		4996,776		5096,711
п/м дубу				0,3		0,7	
На 1 виріб	м 2	6,8867	7,3715		9,5830085		12,457
На 500 виробів (річну програму)	м 2	3443,363	3685,773		4791,50425		6228,955

Таблиця 4.3

Об'єм відходів при виготовленій деталей

Найменування матеріалів	Вид відходів	Об'єм відходів на 500 шт. програму, м3			
		при розкрою-ванні	технолог. відходи	при механічній обробці	
				первинний	вторинний
		Vрозкр	Vт.відх	Vобр1	Vобр2
1	2	3	4	5	6
ХДФ	Всього: в т. ч.	99,936	97,976	4996,776	5096,712
	обрізки	74,952	97,976	3497,743	5606,383
	стружка	-	-	3997,421	4077,369
	тирса, порох	14,990	-	1499,033	509,671
п/м дубу	Всього: в т. ч.	1437,451	1105,732	4791,504	6228,956
	обрізки	1078,088	1105,732	3354,053	6851,851
	стружка	-	-	3833,203	4983,164
	тирса, порох	215,618	-	1437,451	622,896

Таблиця 4.4

Відомість витрат клею

Найменування склеюваних поверхонь	Найменування клейового матеріалу	Спосіб склеювання	Спосіб нанесення клею	Вид матеріалу, на який наноситься клей	Кількість деталей у виробі	Кількість склеюваних	Розміри склеюваних поверхонь, мм.		Площа склеювання, м ² .
							Д	Ш	
На складання									
Бічна стінка	Клей ПВА	вручну	холодний	п/м дубу	2	4	430,0	20,0	0,069
Центральна стінка	Клей ПВА	вручну	холодний	п/м дубу	3	5	2000,0	20,0	0,600
полка	Клей ПВА	вручну	холодний	п/м дубу	13	11	420,0	20,0	1,201
Фасад ящика	Клей ПВА	вручну	холодний	п/м дубу	5	15	430,0	20,0	0,645
Полка верхня	Клей ПВА	вручну	холодний	п/м дубу	1	18	820,0	20,0	0,295
Разом:									2,515
Разом на програму:									1257,500

Таблиця 4.5

Норма витрат клею

Найменування клеювих матеріалів	Спосіб склеювання	Спосіб нанесення клею	Група складності поверхонь	Площа склеювання, м2	Норматив витрат клею, кг/м 2.	Норма витрат, кг.	Вид матеріалу, на який наноситься клей
Клей ПВА	вручну	холодний	I	2,515	0,3	0,7545	п/м дубу

Таблиця 4.6

Відомість шліфуємих поверхонь

Найменування деталей, вузлів	Кількість на виріб, шт.	Розміри шліфуємих поверхонь, мм.			Кількість шліфуємих поверхонь деталі, шт.	Спосіб шліфування	Вид шліфуємого матеріалу	Площа шліфування, м 2.	
		Д	Ш	Т				Площин щитів	Окрайок щитів, брускових
Шліфування під опорядження									
Бічна стінка	2	1500,0	430,0	20,0	3	верстатний	п/м дубу	3,870	0,154
Центральна стінка	3	2000,0	430,0	20,0	3	верстатний	п/м дубу	7,740	0,292
полка	13	420,0	410,0	20,0	3	верстатний	п/м дубу	6,716	0,432
Фасад ящика	5	430,0	247,5	20,0	4	верстатний	п/м дубу	2,129	0,136
Полка верхня	1	820,0	300,0	20,0	6	верстатний	п/м дубу	1,476	0,045

Таблиця 4.7

Норма витрат шліфувальної шкірки

Вид шліфуємої поверхні (щитові, брусківі, крайки)	Найменування шліф шкірки	Спосіб шліфування	Площа шліфуємих поверхонь, м ² .	Зернистість	Норматив витрати, м ² /м ² , N шк	Норма витрати, м ² , S шк
Шліфування під опорядження						
Пласті щитів личкованих шпоном	шкурка тканинна	верстатний	21,930	25 - 20	0,037	0,811
				12 - 10	0,035	0,768
				8	0,023	0,504

Таблиця 4.8

Зведена таблиця витрат

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	ГОСТ, ТУ, Марка, зернистість.	Норма витрат на виріб	Норма на річну програму
1	п/м дубу	м ³		12,45	6228,95
2	ХДФ	м ²	32274-2013	10,19	5096,71
7	Клей ПВА	кг	-	0,75	377,25

8	Шліф шкірка	м2	25 - 20	0,81	405,71
			12 - 10	0,76	383,78
			8	0,50	252,19

Таблиця 4.9

Витрати часу на операцію розкрою

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верстат для форматного розкрою ALTERNDORF WA8								
Бічна стінка	2	1500	430	20	398	1,2	2,4	40,2
Центральна стінка	3	2000	430	20	316	1,5	4,6	75,9
полка	13	420	410	20	925	0,5	6,7	112,4
Фасад ящика	5	430	247,5	20	1 134	0,4	2,1	35,3
Полка верхня	1	820	300	20	686	0,7	0,7	11,7
Деталь шафи нижня	2	860	860	18	447	1,1	2,2	35,8
Деталь шафи нижня права	1	900	430	18	577	0,8	0,8	13,9
Деталь шафи верхня права	2	440	430	18	883	0,5	1,1	18,1

Продовження таблиці 4.9

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Деталь шафи верхня центральна	1	460	430	18	863	0,6	0,6	9,3
Задня стінка полки	1	495	300	18	966	0,5	0,5	8,3
Деталь шафи верхня ліва	2	430	300	18	1 052	0,5	0,9	15,2
Задня стінка	2	2000	840	18	270	1,8	3,6	59,2
Нижня планка ящика	5	410	395	18	954	0,5	2,5	41,9
Бічна планка ящика	5	410	200	18	1 259	0,4	1,9	31,8
Задня планка ящика	5	355	200	18	1 384	0,3	1,7	28,9
Задня стінка права	1	1500	420	18	400	1,2	1,2	20
Задня стінка центральна	1	2000	420	18	317	1,5	1,5	25,2
Разом							35	583

Таблиця 4.10

Витрати часу на операцію пресування клеєних заготовок

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вакуумний прес RIBEXVAC PLC WINTER								
Бічна стінка	2	1500	430	20	138	3,47	6,94	115,74
Центральна стінка	3	2000	430	20	138	3,47	10,42	173,61
полка	13	420	410	20	138	3,47	45,14	752,31
Фасад ящика	5	430	247,5	20	138	3,47	17,36	289,35
Полка верхня	1	820	300	20	138	3,47	3,47	57,87
Разом							91,33	1 397,89

Таблиця 4.11

Витрати часу на операцію діагонального фрезерування

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верстат для діагонального фрезерування LSK-3015								
Бічна стінка	2	1500	430	20	398	1,2	2,4	40,2
Центральна стінка	3	2000	430	20	316	1,5	4,6	75,9
полка	13	420	410	20	925	0,5	6,7	112,4
Фасад ящика	5	430	247,5	20	1 134	0,4	2,1	35,3
Полка верхня	1	820	300	20	686	0,7	0,7	11,7
Разом							16,5	275,5

Таблиця 4.12

Витрати часу на операцію нарізання отворів

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верстар для нарізання отворів Homag BNX 050								
Бічна стінка	2	1500	430	20	628,36	0,76	1,53	25,46
Центральна стінка	3	2000	430	20	628,36	0,76	2,29	38,19
полка	13	420	410	20	628,36	0,76	9,93	165,51
Фасад ящика	5	430	247,5	20	628,36	0,76	3,82	63,66
Полка верхня	1	820	300	20	628,36	0,76	0,76	12,73
Деталь шафи нижня	2	860	860	18	628,36	0,76	1,53	25,46
Деталь шафи нижня права	1	900	430	18	628,36	0,76	0,76	12,73
Деталь шафи верхня права	2	440	430	18	628,36	0,76	1,53	25,46
Деталь шафи верхня центральна	1	460	430	18	628,36	0,76	0,76	12,73
Задня стінка полки	1	495	300	18	628,36	0,76	0,76	12,73
Деталь шафи верхня ліва	2	430	300	18	628,36	0,76	1,53	25,46
Задня стінка	2	2000	840	18	628,36	0,76	1,53	25,46

Продовження таблиці 4.12

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміню	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нижня планка ящика	5	410	395	18	628,36	0,76	3,82	63,66
Бічна планка ящика	5	410	200	18	628,36	0,76	3,82	63,66
Задня планка ящика	5	355	200	18	628,36	0,76	3,82	63,66
Задня стінка права	1	1500	420	18	628,36	0,76	0,76	12,73
Задня стінка центральна	1	2000	420	18	628,36	0,76	0,76	12,73
Разом							35,9	598,38

Таблиця 4.13

Витрати часу на операцію шліфування

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шліфувально-калібрувальний NICE LC 670 2N RKRT								
Бічна стінка	2	1500	430	20	891	0,54	1,08	18,0
Центральна стінка	3	2000	430	20	668	0,72	2,15	35,9
полка	13	420	410	20	3 182	0,15	1,96	32,7
Фасад ящика	5	430	247,5	20	3 108	0,15	0,77	12,9
Полка верхня	1	820	300	20	1 630	0,29	0,29	4,9
Деталь шафи нижня	2	860	860	18	1 554	0,31	0,62	10,3
Деталь шафи нижня права	1	900	430	18	1 485	0,32	0,32	5,4
Деталь шафи верхня права	2	440	430	18	3 038	0,16	0,32	5,3

Продовження таблиці 4.13

Найменування деталі	К-ть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну	Час, хв		Час на 500 виробів, верст/ год
		Д	Ш	Т		На етап	На виріб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Деталь шафи верхня центральна	1	460	430	18	2 906	0,17	0,17	2,8
Задня стінка полки	1	495	300	18	2 700	0,18	0,18	3
Деталь шафи верхня ліва	2	430	300	18	3 108	0,15	0,31	5,1
Задня стінка	2	2000	840	18	668	0,72	1,44	23,9
Нижня планка ящика	5	410	395	18	3 260	0,15	0,74	12,3
Бічна планка ящика	5	410	200	18	3 260	0,15	0,74	12,3
Задня планка ящика	5	355	200	18	3 765	0,13	0,64	10,6
Задня стінка права	1	1500	420	18	891	0,54	0,54	9
Задня стінка центральна	1	2000	420	18	668	0,72	0,72	12
Разом							11,71	195,24

Технологічний процес виготовлення меблів є ефективним та дозволяє досягти високої якості кінцевого продукту. Він враховує усі необхідні етапи виробництва, оптимізує використання матеріалів та раціоналізує трудові ресурси.

ВИСНОВОКИ

В ході роботи проаналізовано меблеві вироби для спальної кімнати. Проведено аналіз в ході якого визначено, що ринок меблів спальної кімнати хоч і нестійкий за останні десять років, але є велика кількість виробництв як українських так і закордонних на різний бюджет та описано їх структуру та орієнтовану вартість кожного виробу які пропонують описані виробництва. Описані найбільш використовувані матеріали та фурнітуру та їх переваги та недоліки.

Представлена методика з визначенням впливу фрезерування на межу міцності та модуль пружності. За наведеною методикою виготовлено зразки з масивної, фрезерованої з однієї та двох сторін, розміром 200*100*20 мм, та випробувані на розривній машині Р-5 результати якого показали, що при діагональному фрезеруванні з двох сторін деталі меблів зменшують вагу на 35% з 228 г до 175 г втративши 27% межі міцності.

Розроблено конструкцію основних деталей ліжка, шафи, комоду та тумбочки при якій вони з запасом витримують експлуатаційне навантаження при меншій масі. Після розробки та аналізу меблів було визначено, що шафа використовуючи діагонально фрезеровані деталі зменшена вага з 173 кг до 96 кг порівнюючи з традиційним виготовленням, маса ліжка зменшена з 117 кг до 72 кг, комод з 74 кг до 42 кг, тумба з 13 кг до 7 кг, в загальному даний комплект зменшився на 43%.

Загалом за результатами досліджень визначено, що всі деталі меблів з декоративним фрезеруванням мають незначну втрату міцності та можуть витримати більші навантаження ніж ті які були застосовані до випробуваних зразків, а отже деталі мають певний запас міцності та можуть використовуватися у меблевих конструкціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ліжка для спальні: головні особливості і основні різновиди веб-сайт. URL: <https://fauni-meбли.com/ua/krovati-dlja-spalni.html>
2. Особливості будови ліжка веб-сайт. URL: <https://furniture.bigbadmole.com/hr/kojka/drugie/1086-skripit-krovat-что-delat.html>
3. Ліжко-платформа веб-сайт. URL: <https://www.homedesign.in.ua/10-stylnykh-ta-nadykhaiuchykh-dyzauniv-lizhok-platform-iaki-pidnimut-vash-prostir/>
4. Як правильно вибрати дитяче ліжечко. Види ліжок веб-сайт. URL: <https://www.taburetka.ua/statti/yak-pravylnovybraty-dytyache-lizhechko-vydu-lizhok-76>
5. Різновиди дитячих ліжок веб-сайт. URL: <https://www.manualslib.com/manual/1721840/Troll-Nursery-Anna-Cot.html>
6. Дитячі ліжка: які краще вибрати? веб-сайт. URL: <https://svit-matrasiv.com.ua/ua/poleznye-rekomendacii-po-vyboru-detskoj-krovati.html>
7. Шафи в спальню веб-сайт. URL: <https://brwmania.com.ua/shkafy-v-spalnju-luchshee-reshenie/>
8. Як правильно вибрати шафу для спальні веб-сайт. URL: <https://mebliromax.com.ua/ru/blog/kak-pravilno-vybrat-shkaf-dlya-spalni-prakticheskie-sovety-po-razmeru-materialu-dizaynu-i>
9. Шафа для спальні веб-сайт. URL: <https://market-dveri.ua/uk/shafy-kupe-delikates-vip-01-04/>
10. Комоди для спальні веб-сайт. URL: <https://www.pufetto.com.ua/ukr/blog/komody-dlya-spalni/>
11. Міця для зберігання веб-сайт. URL: <https://kompanit.com.ua/catalog/komod-5l/p171>
12. Як вибрати тумбу для ліжка веб-сайт. URL: <https://www.dybok.com.ua/ru/article/prilizkova-tumba-dla-cogo-potribna-i-ak-vibrati>
13. Тумба в спальню веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1668444874-tumba-prikrovatnaya-yaschika.html>

14. АНАЛІЗ РИНКУ МЕБЛІВ УКРАЇНИ ТА ВИЯВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЙОГО РОЗВИТКУ веб-сайт. URL: <https://cdn.hneu.edu.ua/rozvitok19/thesis02-22.html>
15. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РИНКУ МЕБЛІВ УКРАЇНИ веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/wp-content/uploads/2018/07/oglyad-rynku-mebliv-2018.pdf>
16. Огляд ринку меблів веб-сайт. URL: <https://meblyar.lviv.ua/statti/ohliad-rynku-mebliv/>
17. Вітчизняні виробники меблів збільшили частку на внутрішньому ринку веб-сайт. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/954874.html>
18. Стан меблевої галузі України під час війни веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/stan-meblevoyi-galuzi-ukrayiny-pid-chas-vijny/>
19. РИНОК МЕБЛІВ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ РИНКУ СОЦІАЛЬНО КВАЗІЗНАЧУЩИХ ТОВАРІВ веб-сайт. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/dec/32736/menedzhment223maket-326-332.pdf>
20. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕБЛЕВОГО РИНКУ веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/doslidzhennya-meblevogo-rynku/>
21. ГЕРБОР-ХОЛДІНГ веб-сайт. URL: <https://gerbor.com.ua/>
22. Еверест веб-сайт. URL: <https://everestm.com.ua/>
23. Мебельок веб-сайт. URL: https://www.mebelok.com/uk-ua/about_us/
24. КОМАНДОР веб-сайт. URL: <https://www.komandor.ua/uk>
25. Світ меблів веб-сайт. URL: <https://www.svit-mebliv.ua/>
26. JYSK веб-сайт. URL: <https://jysk.com/>
27. АРС веб-сайт. URL: <https://ars.ua/mebli/>
28. Епіцентр веб-сайт. URL: <https://epicentrk.ua/ua/about/>
29. Леруа Мерлен веб-сайт. URL: <https://www.leroymerlin.ua/>
30. Ручки для спальні веб-сайт. URL: <https://www.hafele.co.uk/en/info/about-haefele/haefele-uk/decorative-handles-inspiration/bedroom-handles-inspiration/142054/>

31. Confirmat веб-сайт. URL: <https://www.amazon.com/Confirmat-Countersunk-Self-Tapping-Furniture-Connecting/dp/B0C5VB3PL8>
32. Стикова петля веб-сайт. URL: <https://kitchencabinetkings.com/glossary/butt-hinge/>
33. Приховані петлі для шаф веб-сайт. URL: <https://www.hingeoutlet.com/products/model-114-mount-invisible-hinge>
34. Фортепіанні петлі веб-сайт. URL: <https://shop.pianoservice.com.ua/uk/atalog/astini-z-metalu/etl-nav-si/ojalna-petlja-28-mm-ch-1-mm.html>
35. Напівнакладна петля з доводчиком веб-сайт. URL: <http://surl.li/yglgta>
36. Направляючі веб-сайт. URL: <https://www.rockler.com/centerline-lifetime-soft-close-undermount-drawer-slides>
37. Меблі з масиву дерева: переваги і недоліки різних порід деревини веб-сайт. URL: <https://www.mebelok.com/uk-ua/mebli-z-masivu-dereva-perevagi-i-nedoliki-riznih-porid-derevini/>
38. Зовнішній вигляд деревини дуба веб-сайт. URL: https://pralis.net.ua/index.php?route=product/pdf&path_id=1_4&id=88&printing_page=
39. Зовнішній вигляд ялини <https://arest.ubase.com.ua/auction/526688>
40. Деревина Клен веб-сайт. URL: <https://estrade.com.ua/ru/derevyna-klen/>
41. Обрізна дошка ялина веб-сайт. URL: <https://ua.all.biz/uk/obrizna-doshka-yalyna-1-yj-2-oj-3-yj-sort-g1605236>
42. Древесина мербау веб-сайт. URL: <https://atmwood.com.ua/2018/10/07/drevesina-merbau/>
43. Пінчевська О.О., Головач В.М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: «Інноваційні технології з оброблення деревини» / Пінчевська О.О., Головач В.М. – Київ: НУБіП України. 2021.
44. ASTM D790 веб-сайт. URL: <https://www.astm.org/d0790-17.html>

45. Дизайн спальні в стилі мінімалізм веб-сайт. URL: <https://www.arhome.com.ua/dizajn-spalni-v-stile-minimalizm-sovety-po-remontu-i-50-foto>
46. Дизайн СПАЛЬНІ веб-сайт. URL: <https://uk.idea.com.ua/ua/portfolio/dizayn-kvartir-i-budinkiv/dizayn-spalni/>
47. Спальня в сучасному стилі веб-сайт. URL: <http://surl.li/jagrkr>
48. Приклади дизайну спальні веб-сайт. URL: <https://simpeksdesign.com/design-bedroom/>
49. Дизайн спальні 2024 року веб-сайт. URL: <https://fainakhata.com/dyzaun-spalni-stylni-interiery-115-foto/>
50. Ідеї інтер'єру спальні веб-сайт. URL: <https://ars.ua/idei/spalnja/>