

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

ІННІ Лісового і садово-паркового господарства

УДК 645:697.93

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

НУБІП України

Директор ІННІ

В.о. завідувача кафедри

Лісового і садово-паркового
господарства

Технологій та дизайну виробів з
деревини

Роман ВАСИЛИШИН

Андрій СПИРОЧКІН

(підпис)

(підпис)

НУБІП України

« » 20 р.

« » 20 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

На тему: «Використання виробів з деревини у приміщеннях з високою вологістю повітря»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Спеціалізація: «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Деревообробні та меблеві технології

Програма підготовки: освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Д.Т.Н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Максим КУЦЕНКО

(підпис)

(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри технологій та дизайну
виробів з деревини

д.т.н., проф. Олена ПІНЧЕВСЬКА

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Куценко Максиму Дмитровичу

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Сучасні деревообробювальні технології

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Використання виробів з деревини у приміщеннях з високою вологістю повітря» затверджена наказом ректора НУБіП/України від «15» грудня 2022 р./№ 1853 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 03.11.2023 року

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи звіти роботи базового підприємства, звіти з виробничої, переддипломної практики, методики виконання експериментальних досліджень, державні, міждержавні стандарти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Зробити аналіз використання виробів з деревини у приміщеннях з високою вологістю повітря.

2. Провести розрахунок пріоритетного матеріалу.

3. Провести експериментальні дослідження з визначення матеріалу для виготовлення меблів.

4. Розробити проект меблевого виробу для використання у приміщенні з високою вологістю повітря.

Дата видачі завдання « » 20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Олена ПІНЧЕВСЬКА

Завдання прийняв до виконання

Максим КУЦЕНКО

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБІВ З РІЗНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРИМІЩЕННЯХ З ПІДВИЩЕНОЮ ВОЛОГІСТЮ ПОВІТРЯ	5
1.1 Аналіз властивостей матеріалів, що використовуються для виробництва меблів.....	5
1.2 Аналіз стану вологості повітря у різних приміщеннях.....	15
1.3 Вплив вологості приміщення на властивості виробів з деревини.....	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛІВ ЗА МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	24
2.1 Опис методу аналізу ієрархій.....	24
2.2 Проведення розрахунків матеріалів за методом аналізу ієрархій.....	24
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1 Методика проведення експериментальних досліджень.....	36
3.2 Результати експериментальних досліджень.....	38
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ПРИМІЩЕННЯХ З ВИСОКОЮ ВОЛОГІСТЮ СЕРЕДОВИЩА	43
4.1 Розроблення конструкції меблів для ванної кімнати.....	43
4.2 Розрахунок окупності виготовлення меблів.....	48
4.3 Рекомендації по експлуатації та вибору матеріалів.....	67
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ.....	75

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить 82с., рис.27, табл.34, 40 джерел, 3 додатки.

Об'єкт дослідження: розроблення конструкції меблів з деревних матеріалів для приміщень з підвищеною вологістю повітря.

Предмет дослідження: вплив вологості приміщень на фізичні властивості деревно композиційних матеріалів

Мета роботи: визначення пріоритетного матеріалу для виготовлення меблів та їх конструкції для приміщень з високою вологістю повітря.

Методи дослідження: експериментальний – для визначення впливу вологості на матеріал для виготовлення виробів з деревини, теоретичний – для визначення пріоритетного матеріалу

Магістерська робота складається з чотирьох розділів. Перший розділ присвячений аналізу конструкцій виробів з різних деревинних матеріалів у приміщеннях з підвищеною вологістю повітря. В цьому розділі розглянуто меблі з масиву, MDF, Фанери, ДСП та HDF. Проведено аналіз стану вологості повітря у приміщеннях з високою вологістю повітря, а саме в: ванних кімнатах, кухнях, прачечних, туалетах, басейнах та саунах; Проаналізувавши інтернет джерела, наведено приклади впливу вологості на властивості виробів деревини: деформацію, розтріскуваність, дефекти лакофарбового покриття та зміна в'язкості.

У другому розділі проведено теоретичні розрахунки з визначення пріоритетного матеріалу. Було обрано п'ять матеріалів, таких як: термоясен, MDF, ДСП, фанера та HDF. Обрано п'ять основних властивостей по кожному з матеріалів, та розтавлено пріоритети. Найбільше значення пріоритету було надано критерію вологопоглинання. Для якісного порівняння була побудована матриця парних порівнянь. Далі розраховано попарне порівняння альтернатив по відношенню до кожного з критеріїв та розраховано глобальні пріоритети

альтернатив. Серед запропонованих матеріалів найбільший глобальний пріоритет має матеріал HDF = 0,337.

У третьому розділі наведено методику та результати експериментальних досліджень. Для проведення дослідження було розраховано кількість необхідних зразків, з врахуванням коефіцієнта варіації – 20 шт, кожного матеріалу. Спочатку була виміряна вологість та маса зразків до проведення дослідження, та їх габарити. Зразки було розміщено у приміщення з високою вологістю повітря на термін – 2 місяці. Характеристики приміщення були змінними, а саме температура коливалася в межах від 19°C до 26°C, а вологість була в межах від 60% до 100%. Після проходження терміну було виміряно ті ж самі показники. За результатами вимірювання було прийнято рішення, що матеріал MDF має найкращі властивості серед досліджуваних матеріалів, тому його було обрано в якості основи для виготовлення меблів у приміщення з високою вологістю повітря. Наведено рекомендації для підвищення стійкості виробу до вологості навколишнього середовища.

У четвертому розділі розроблено конструкцію кутової тумби під умивальник для ванної кімнати, стінки якої сформовані з плити MDF та личковані плитами HPL. Розроблено технологічний процес виготовлення кутової тумби під умивальник який складається з наступних операцій: форматний розкрій плитного матеріалу, личкування основи з MDF плитами HPL, форматний розкрій сендвічу, крайкування, ЧПУ обробка під кріплення та фурнітуру, збирання виробу та пакування. Розраховано окупність виробництва, з річною програмою 500 виробів. Для розрахунку окупності було проведено наступні розрахунки: витрати матеріалів на 1 продукції, витрати на електроенергію, витрати на заробітну плату, витрати на експлуатацію обладнання. Результати проведення розрахунків показали, що термін окупності проекту – 15 місяців.

Ключові слова: деревина, пріоритетний матеріал, меблеві вироби, вологість повітря.

ВСТУП

Висока вологість повітря в приміщеннях є серйозним викликом для довговічності та збереження властивостей матеріалів, які використовуються у будівництві та дизайні інтер'єру. Одним з таких матеріалів є деревина, яка відзначається своєю природною красою та унікальними властивостями, але стає вразливою до впливу вологості при некоректному використанні та обслуговуванні.

Якщо висока вологість стає невід'ємною частиною в умовах технічних об'єктів, як от спортивні об'єкти, басейни, виробничі приміщення, а також житлові простори з підвищеним рівнем вологості, проблема збереження та захисту виробів з деревини стає актуальною та важливою.

Висока вологість повітря сприяє розвитку плісняви, грибка та інших мікроорганізмів, що може призвести до зниження якості повітря, а отже, й негативно вплинути на здоров'я людини. Встановлення осушувачів повітря може допомогти активно видаляти надмірну вологість з повітря, що в свою чергу буде зменшувати вплив вологості на вироби з деревини.

На сьогоднішній день існує значна кількість досліджень, присвячених аналізу властивостей різних порід деревини в умовах високої вологості. Проте, більшість з цих досліджень зосереджена на дослідженні поведінки деревини у зовнішніх умовах, тоді як дослідження, спрямовані на розуміння особливостей використання виробів з деревини в приміщеннях з високою вологістю повітря, є досить обмеженими.

Дизайнерські рішення у проектуванні меблів для приміщень з високою вологістю повітря, наприклад ванних кімнат, зводяться переважно до визначення колористики та функціональності виробів. Проте важливим фактором є вибір матеріалів, які б були екологічно чистими, як деревина, і мали незначне вологопоглинання. Оригінальним рішенням може бути поєднання декількох деревино композиційних матеріалів для виготовлення формостійких меблів, поєднане з крайкуванням якісним матеріалом для

забезпечення не лише естетики деревинно композиційних матеріалів, а також для уникнення сорощі вологи з повітря.

Об'єкт дослідження: розроблення конструкції меблів з деревних матеріалів для приміщень з підвищеною вологістю.

Предмет дослідження: вплив вологості приміщень на фізичні властивості деревинно композиційних матеріалів

Мета роботи: визначення пріоритетного матеріалу для виготовлення меблів та їх конструкції для приміщень з високою вологістю повітря.

Завдання:

1. Провести аналіз властивостей матеріалів, що використовуються для виробництва меблів.

2. Запропонувати рекомендації, щодо вибору матеріалу та методи регулювання вологості в приміщеннях.

3. Провести експериментальні дослідження з визначення вологопоглинання різних деревинно композиційних матеріалів.

4. Розробити конструкцію тумби під умивальник та провести розрахунок собівартості виробу

Методи дослідження: експериментальний – для визначення впливу вологості на матеріал для виготовлення виробів з деревини, теоретичний – для визначення пріоритетного матеріалу.

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБІВ З РІЗНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРИМІЩЕННЯХ З ПІДВИЩЕНОЮ ВОЛОГІСТЮ ПОВІТРЯ

1.1 Аналіз властивостей матеріалів, що використовуються для виробництва меблів

Меблі - це рухомі предмети, які призначені для комфорту, зручності та краси в приміщеннях і на відкритому повітрі. Вони використовуються для сидіння, сну, зберігання речей, підтримки робіт і багато інших цілей. Меблі можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як дерево, метал, скло, пластик, тканини та інші. Вони допомагають створити комфортне і функціональне оточення в житлових приміщеннях, офісах, громадських просторах і садах.

Меблі можуть бути різних типів, таких як столи, стільці, дивани, ліжка, шафи, полиці, столики та багато інших. Вони грають важливу роль у дизайні і функціональності будь-якого інтер'єру або об'єкту. У зв'язку з тим, що «рухоме майно» як правило має менший термін використання ніж нерухоме, це слово стало також вживатись у значенні «речі, зокрема предмети одягу і оздоблення, які швидко тліють, або вже зотіли», в якому і вживається в наш час. Також меблі – це один з основних чинників предметно-просторового середовища людини у різних сферах її життєдіяльності протягом усього періоду розвитку людської цивілізації. Для первісної людини колода на землі слугувала сидінням, горизонтальний отвір у стіні печери – ємністю для зберігання, а переплетений багатошаровий хмиз- лежанкою для тривалого відпочинку [1].

Основним матеріалом для створення меблів була, є і буде деревина завдяки її «теплоті», міцності і легкій оброблюваності при малій питомій масі та ряду певних переваг у порівнянні з іншими природними матеріалами.

Спочатку виготовлення меблів було кустарним ремеслом і здійснювалося простими різальними інструментами. При цьому реалізація таких сучасних вимог до меблів, як ергономічні засади, проектування, конструювання, технологія і виготовлення, залежали від однієї людини – майстра [2].

Меблі швидше виникали у племен які не мали постійного місця проживання, чи у тих, де холодний клімат спонукав більше часу проводити в помешканнях. Первочинними меблями слугували каміння чи шматки стовбурів дерев. Виникли і вимоги до матеріалу. В країнах Середземномор'я як меблі слугували пісковик, мармур і всі різновиди мармуровидних порід (крісла в театрах, цирках Стародавньої Греції і Риму). Широкого використання набули і дерев'яні меблі, як зручніші, більш легкі і неважкі в пересуванні. Дерев'яні меблі почали домінувати завдяки легкій обробці сировини, здатності до фарбування, різьблення, комбінації з металевими чи тканими виробами [1].

Меблі з масиву:

Дерев'яні меблі (рис.1.1) надзвичайно еластичні і не потребують особливого догляду. Дерево - це довговічний природний матеріал, який може витримувати постійне навантаження і зберігатися протягом багатьох поколінь.

Слід звернути увагу на те, щоб на вашому столі, стільці або кріслі не осідала вода або піл протягом тривалого періоду часу.



Рис. 1.1-Вигляд меблів з масиву в інтер'єрі [4]

Дерев'яні меблі з їх елегантністю, шармом і вишуканістю вписуються в будь-який інтер'єр. Краса дерев'яних меблів полягає в тому, що їх можна змінювати з часом, для другого, третього або четвертого використання. Це робиться шляхом шліфування, фарбування або перефарбовування меблів, роблячи їх абсолютно новими [3].

Переваги меблів з деревини:

- Природна краса: Деревина володіє природною красою, приємним ароматом і текстурою, яка може додавати теплоти та характеру до інтер'єру.
- Міцність і тривалість експлуатації: Деревина може бути дуже міцною, залежно від виду та обробки. Якщо добре доглядати за дерев'яними меблями, вони можуть служити десятиліттями.
- Екологічність: Зазвичай, деревина є екологічно чистим матеріалом, особливо якщо вона вирощується та обробляється з урахуванням стандартів сталого лісового господарства.
- Можливість реставрації: Дерев'яні меблі можна легко відновити, шліфувати і покривати новим лаком або фарбою для поновлення їхнього вигляду.

- Варіативність дизайну: Існує багато видів деревини з різними кольорами та текстурами, що дозволяє вибрати матеріал, який відповідає конкретному стилю меблів.

Недолки меблів з деревини:

- Вартість: Деревина, особливо тверді та рідкісні породи, може бути дорогою. Меблі з дорогоцінної деревини можуть значно підвищити вартість інтер'єру.
- Підвищена вразливість до впливу навколишнього середовища: Деревина піддається впливу вологості, температурних змін, сонячного світла та комах, тому потребує правильного догляду та обслуговування.
- Може використовувати обмежені ресурси: Використання дорогоцінних та рідкісних порід деревини може сприяти виснаженню лісових ресурсів та загрози деяким видам.
- Вимагає догляду: Дерев'яні меблі потребують регулярного догляду, включаючи чищення, полірування та запобігання подряпинам та плямам.

- Маса і великі розміри: Дерев'яні меблі можуть бути важкими та великими, що може ускладнювати їх перенесення та розміщення.

MDF:

Теоретично це матеріал, який складається з перероблених залишків, отриманих після розпилу твердої деревини – волокон і смоли, змішаних з воском. З точки зору консистенції MDF (рис. 1.2) більш компактний, ніж фанера (але не тоді, коли він був спочатку представлений як продукт). Кілька років тому MDF був менш міцним, ніж масивна деревина, але технології та виробництво просунулися, і високоякісні MDF плити такі ж міцні, як і

натуральна деревина. Різні класи обробленої деревини залежать від розміру дошки, її консистенції, типу клею і, звичайно, типу використовуваних волокон.

[5]



Рис. 1.2 Вигляд MDF ламінованого товщиною 19мм

Переваги:

Вартість: Меблі з MDF часто доступніші за вартістю порівняно з меблями з натуральної деревини. Це може бути важливо для покупців з обмеженим бюджетом.

- **Естетика:** MDF може бути покритий ламінованим покриттям або фарбою, що дозволяє створювати меблі з різними кольорами і дизайном. Він також може мати гладку та однорідну текстуру, що дозволяє отримати сучасний і стильний вигляд.

- **Міцність та стійкість:** MDF має досить високу міцність і стійкість до вологи та змін температури, що робить його менш вразливим до деформації порівняно з натуральною деревиною.

- **Легкість обробки:** MDF може бути легко оброблений, включаючи різання, свердління та фрезерування, що дозволяє створювати складні форми і деталі меблів.

- **Варіативність дизайну:** Завдяки можливості легко обробляти та покривати MDF, ви можете отримати меблі з різними текстурами, кольорами та фінішами.

Недоліки:

- **Не природний матеріал:** MDF є композитним матеріалом, і він не має тієї самої природної краси та тепла, яке має натуральна деревина.

- **Залежність від якості:** Якість MDF може значно варіюватися в залежності від виробника і клею, використовуваного в процесі виробництва. Недоліки виробництва можуть призводити до обмеженого терміну служби.

- **Вразливість до пошкоджень:** MDF може бути більш вразливим до подряпин та ударів порівняно з натуральною деревиною, і пошкодження може бути складно відновити.

- **Вологопоглинання:** Якщо MDF зазнає вологи, він може набирати воду, що може призвести до пухлини і деформації.

- **Обмежена можливість реставрації:** Оскільки MDF зазвичай покривається плівкою або фарбою, реставрація в разі пошкодження може бути обмеженою.

Фанера:

Фанера (рис.1.3) — це технічний деревний листовий матеріал, що складається з тонких шарів або тонких ниток дерев'яного шпону, з'єднаних між собою, розташовуючи деревні зерна під кутом 90 градусів одне до одного. Це один із видів промислових плит, які можна описати як суміш ДВП середньої щільності (MDF) і ДСП (деревостружкова плита) [6].



Рис. 1.3 Зразок листа фанери товщиною 18мм

Переваги:

- Міцність та стійкість: Фанера володіє досить високою міцністю і стійкістю до вологи та змін температури, що робить її відмінним вибором для меблів.
- Екологічна сумісність: Фанера виготовляється з природних матеріалів, тобто деревини, і вона зазвичай є екологічно чистим матеріалом.
- Варіативність дизайну: Фанера може мати різні текстури та кольори, в залежності від виду деревини, використаної для виробництва. Вона може виглядати як природна деревина або бути оброблена для створення сучасних стилів.

- Легкість обробки: Фанеру можна легко обробляти, включаючи різання, свердління та фрезерування, що дозволяє створювати складні форми і деталі меблів.

- Вартість: Меблі з фанери зазвичай доступніші за вартістю порівняно з натуральною деревиною.

- Вага: хоча масивна деревина важка, меблі з фанери порівняно легші для перенесення [6].

Недоліки меблів з фанери:

- Видимі шви: У меблях з фанери можуть бути видимі шви або відмітини, де склеєні шари фанери. Це може впливати на зовнішній вигляд.

- Обмежена природна краса: Фанера не завжди має ту саму природну красу та тепло, що має натуральна деревина.

- Схильність до подряпин: Хоча фанера міцна, вона може бути схильною до подряпин та пошкоджень, особливо якщо вона не покрита захисним покриттям.

- Вимагає догляду: Фанерні меблі вимагають регулярного догляду, включаючи чищення та обслуговування, щоб підтримувати їх вигляд та якість.

- Може бути важким: Залежно від товщини та розмірів фанери, меблі можуть бути важкими, що робить їхне переміщення і перенесення більш важкими завданнями [6].

ДСП:

ДСП (рис.1.4), яку також іноді називають ДВП низької щільності, виготовляється шляхом змішування дрібних деревних частинок з епоксидною смолою, які спресовуються під впливом високої температури і тиску для отримання жорсткої плити, як правило, з гладкою поверхнею. ДСП випускається різної щільності для різних потреб і застосувань, включаючи низько-, середньо- і високощільні сорти. Плити з низькою щільністю досить м'які та гнучкі, тоді як ДСП з високою щільністю є більш жорсткими і можуть використовуватися для більш важких умов експлуатації [7].



Рис. 1.2 Вигляд плити ДСП товщиною 18мм

Переваги:

- Вартість: Меблі з ДСП зазвичай є більш доступними з точки зору ціни порівняно з меблями з натуральної деревини.
- Легкість обробки: ДСП можна легко обробляти, що дозволяє виробникам створювати різноманітні форми та дизайни.
- Варіативність дизайну: ДСП може бути покрито різними видами обробки, такими як ламінація, що дозволяє створювати меблі з різними кольорами, текстурами та декоративними вставками.
- Стійкість до вологості: ДСП, якщо воно правильно оброблено, може мати певну стійкість до вологості, що робить його більш витривалим у вологому середовищі порівняно з натуральною деревиною.
- Легкість у виробництві: ДСП може бути виготовлене масово з використанням вторинних матеріалів, що робить його більш доступним для масового виробництва меблів.

Недоліки:

Менша міцність: ДСП зазвичай має меншу міцність порівняно з натуральною деревиною, що може призводити до легшого пошкодження та зносу.

- Вразливість до вологи: Якщо на ДСП потрапляє волога, воно може набирати воду і розпухатися, що може призводити до деформації і руйнування.

- Менша стійкість до впливу навколишнього середовища: ДСП може бути більш схильним до пошкоджень від температурних коливань, сонячного світла та вологості порівняно з деякими іншими матеріалами.

- Обмежена можливість реставрації: Пошкодження ДСП може бути складно відновити, особливо якщо покриття покращено.

- Естетичні обмеження: На ДСП можуть бути видимі шви або краї, які можуть впливати на зовнішній вигляд.

HDF:

HDF плита (рис.1.5), також відома як дерево-стружкова плита високої міцності, – це екологічний продукт дерево-переробної промисловості для виготовлення якого використовують деревні відходи або волокна старих і хворих дерев, вирубаних примусово задля збереження молодих насаджень.

Сировину висушують, а потім подрібнюють на стружку. На наступному етапі під дією високого тиску й температури стружку пресують, надаючи їй потрібної форми. У процесі пресування виділяються натуральні деревні смоли, які склеюють стружку та роблять виріб міцним [8].

Переваги:

- Вартість: Меблі з HDF зазвичай є одними з найбільш доступних з точки зору ціни, що робить їх вигідним варіантом для покупців з обмеженим бюджетом.

- Варіативність дизайну: HDF може бути покрите різними видами обробки, такими як ламінація або фарба, що дозволяє створювати меблі з різними кольорами, текстурами та дизайном.

- Легкість обробки: HDF легко обробляється, що дозволяє створювати складні форми та деталі меблів.

- Стійкість до вологи: HDF має певну стійкість до вологи, що робить його менш вразливим до розпухання та деформації порівняно з деревинною фанерою.
- Співвідношення: HDF має однорідну текстуру і не має видимих швів або відмітин, що робить його ідеальним матеріалом для обробки.



Рис. 1.5 Видгляд плити HDF використаної в меблевому щиті

Недоліки:

- Менша міцність: HDF зазвичай має меншу міцність порівняно з натуральною деревиною та деякими іншими композитними матеріалами, що може призводити до пошкоджень та зносу з часом.
- Вразливість до вологи: Хоча HDF має деяку стійкість до вологи, воно все ще може бути вразливим до розпухання та деформації при довготривалому впливі вологи.
- Обмежена можливість реставрації: Пошкодження HDF може бути складно відновити, особливо якщо покриття покрашено.
- Вага: HDF може бути важким матеріалом, що робить меблі з нього важкими для переміщення і перенесення.
- Може бути менш стійким до зносу: Меблі з HDF можуть витримувати менше механічного навантаження порівняно з іншими матеріалами.

1.2 Аналіз стану вологості повітря у різних приміщеннях

У житлових спорудах може бути декілька приміщень, де спостерігається підвищена вологість. Ось перелік таких приміщень: ванна кімната, кухня, прачечні, туалети, басейни та сауни.

Ванні кімнати є одними з основних джерел підвищеної вологості у будинку. Тут використовуються водопровідні системи для ванн, душів, раковин та унітазів, що призводить до конденсації вологи. % в житлових спорудах: Майже в усіх житлових будівлях є ванні кімнати, тому цей вимірюваний практично в кожному будинку.

Кухні також є джерелом підвищеної вологості через використання води для миття посуду, приготування їжі та використання кранів та зливів. % в житлових спорудах: Практично в усіх житлових будівлях є кухні, тому це ще одне поширене джерело вологості.

У пральній кімнаті використовується вода для прання речей, що створює вологість та може призводити до конденсації водяної пари. % в житлових спорудах: Пральні кімнати є стандартними в багатьох житлових будівлях.

Туалети, також як і ванні кімнати, використовуються для водопровідних цілей, тому вологість є звичайним явищем у цих приміщеннях. % в житлових спорудах: Туалети є стандартними у всіх житлових будівлях (може бути разом з ванною).

Басейни це місця, де вода знаходиться постійно, тому вологість у басейнах завжди на підвищеному рівні. Під час користування басейном також створюється водяна пара, що може призводити до конденсації вологості. % в житлових спорудах: Басейни зазвичай знаходяться у комерційних або великих приватних будинках, але в деяких випадках вони можуть бути й у житлових будівлях.

Сауни це приміщення, де використовується висока температура та суха волога пара для заспокоєння, розслаблення і покращення здоров'я. У саунах створюється підвищена вологість через використання пари, що може

призводити до конденсації вологості. % в житлових спорудах. Сауни можуть бути складовою частиною великих житлових будинків або котеджів.

Підвищена вологість у цих приміщеннях може призвести до проблем з пліснявою, грибок та іншими пов'язаними з вологістю проблемами. Для зниження рівня вологості важливо вживати заходи для вентиляції, ізоляції та контролю вологості в приміщеннях.

Приміщення з басейном:

Температуру повітря в приміщеннях з басейном (рис.1.6) встановлюють вище температури води на 0-3 °С. Тим не менш, відносна вологість повітря повинна бути від 40% до 80%, значення нижче 60% служить еталоном, а для швидкості повітря етальонне значення буде дорівнювати або менше 0,10 м/с поблизу користувачів [10].



Рис. 1.6 Будівля з басейном [9]

Якість повітря може бути змінена через високую вологість, сприяючи росту грибків, бактерій і вірусів у цьому середовищі. Підтримання відносно вологості між 50% і 60% зменшить кількість і активність цих організмів тим самим зменшуючи вплив на меблі в цьому середовищі [10].

Високі значення вологості – це те, що найбільше впливає на вироби з деревини.

Для забезпечення регенерації повітря використовується витяжний вентилятор або осушувачі повітря. Щоб забезпечити комфортну температуру,

вентилятор використовує зовнішнє повітря як вхід для контролю температури, а осушувачі змінюють температуру повітря на 2 градуси вище чим температура води, тим самим обмежуючи кількість водяної пари, що надходить в атмосферу приміщення [11].

Сауни:

Температура в сауні коливається від 32°C до 93°C залежно від типу сауни. Традиційні сауни у фінському стилі є найгарячішими з типовою температурою від 71°C – 93°C . Інфрачервоні та парові сауни зазвичай мають нижчу температуру в діапазоні від 32°C – $65,5^{\circ}\text{C}$

Рівень вологості в сауні також залежить від типу сауни. Традиційна фінська сауна (рис. 1.7) може діяти як суха або волога сауна залежно від того, чи ви наливаєте воду на каміння. Сауни у фінському стилі мають діапазон вологості від 10% до 100%. Інфрачервоні сауни мають типову вологість від 10% до 50%, а парові сауни мають вологість 100% [12].

Щоб зменшити вплив вологості на вироби з деревини та деревинних матеріалів в саунах також ставлять осушувачі повітря, або після кожного відвідування саун провітрюють приміщення, природним або механічним шляхом. В ідеалі ці методи об'єднуються [13].



Рис. 1.7 Приклад приміщення з фінською сауною [14]

В саму баню осушувач не ставиться, адже його функціонал на такі приміщення не розрахований. Краще захистити прилад в передбаннику або при виході з парильні.

Ванни:

Ванна кімната (рис.1.8) в є дуже теплим і найвологішим приміщенням. Якщо в будинку порушений повітрообмін, а звичною мовою вентиляція, то це може привести до появи та розвитку плісняви, грибків і квіток. Норма вологості у ванній або душовій кімнаті повинна знаходитися в межах 40-70 % вологості.

Ефективність вентиляції будинку багато в чому залежить від поведінки мешканців. Однак мало що відомо про звички вентиляювання, зокрема про частоту та ступінь відкривання вікон і внутрішніх дверей, а також про вплив, який це має на якість середовища в приміщенні.

Щоб допомогти усунути цю прогалину в знаннях, дослідники BRANZ розробили дослідження поведінки вентиляції мешканців [16].



Рис.1.8 Ванна кімната з вбудованою шафою [15]

Ці дослідження показали, що в більше половини учасників відносна вологість вище 65%. Вологість на таких рівнях протягом тривалого періоду часу створює більший ризик проблем із утворенням конденсату та цвілі.

Для регулювання вологості повітря у ванній кімнаті потрібно дотримуватись певних правил, а саме: Використання витяжок, провітрювання приміщень, опалювати ванну кімнату, витирання зайвої вологи.

Витяжку потрібно включати під час прийняття душу або ванни, а потім залишаємо працювати, доки волога не вивітриться. Потрібно відчиняти вікно щоб забезпечити приплив повітря, але двері ванної кімнати потрібно тримати зачиненими, щоб вологе повітря не потрапляло в інші приміщення. Якщо у ванній кімнаті немає витяжки, потрібно відкривати вікна під час (якщо не надто холодно) і після душу/ванни.

Якщо є опалення, то краще заздалегідь прогріти ванну кімнату - холодна ванна кімната збільшує ймовірність утворення конденсату. Після цього відчиняємо вікна, щоб випустити вологе повітря, двері потрібно тримати зачиненими.

Витираємо зайву вологу і конденсат з поверхонь і вікон - краплі довго не вивітрюються, навіть з найефективнішими системами. Висушувати мокру ганчірку потрібно на вулиці, щоб волога виводилася з приміщення. Душовий купол також може допомогти утримати вологу всередині душової kabіни, запобігаючи її потраплянню на інші поверхні [17].

Кухні:

Кухонні приміщення (рис.1.9) знаходяться на другому місці після ванних кімнат за кількістю зон, які підвищують вологість. Регулярне миття посуду, прибирання, приготування їжі, кип'ятіння чайника – всі ці заходи призводять до накопичення вологи в повітрі. Якщо її не відводити назовні, вологість буде акумулюватися і призводити до відволоження. Як наслідок, може з'явитися неприємний запах затхлості, кути і укуси почнуть чоріти [18].

За нормами ДБН В.2.5-67-2013 [20] відносна вологість повітря повинна бути в діапазоні 40-60%. Якщо водяна пара буде накопичуватися, це негативно відіб'ється на мікрокліматичній обстановці в кухні. Поступово в приміщенні з'явиться спертє важке повітря, яким важко дихати. Буде відчутний стійкий запах вогкості.



Рис. 1.9 Кухня Gerbera, з рамковими фасадами [19]

Підтримувати вологість в діапазоні 40-60% в кухонному приміщенні складніше, ніж в інших кімнатах. Для цього необхідно налагодити повітрообмін на рівні 100 м³/год.

У будь-якому кухонному приміщенні присутні джерела вологи. Виключити їх не вдасться, так як контакт з водою – невід’ємна частина щоденної рутини. Приготування їжі і подальше прибирання на кухні, миття посуду – такі заходи проводяться регулярно. Однак уникнути перезволоження повітря можна. Для цього необхідно відкоригувати повітрообмін [21].

Є декілька способів зменшення вологості повітря: встановлення витяжного вентилятора, витяжки над плитою, рекуператора або осушувача повітря.

Витяжні вентилятори ефективно відводять на вулицю повітря, насичене вологою, приводячи мікрокліматичні параметри кухонного приміщення в норму.

Витяжка над плитою буде захоплювати продукти згоряння газу (якщо плита газова), зайву вологу, запахи, вловлювати жирові випаровування. Якщо на кухні встановлений тільки витяжний вентилятор, використовуємо його.

Рекуператор – це припливно-витяжний пристрій, в конструкції якого передбачений теплообмінник. Припливний і відточний повітряні потіски не

зміщуються, але завдяки теплообміннику відбувається нагрів вхідного повітря теплом, відібраним у відпрацьованого.

Осушувач повітря - це універсальний метод зменшення вологості, прилади витягують надлишок вологи з повітря і допомагають нормалізувати мікроклімат.

1.3 Вплив вологості приміщення на властивості виробів з деревини

Вологість в приміщенні є фактором, який має значний вплив на фізичні та механічні характеристики виробів із деревини. Це пояснюється тим, що деревина є гігроскопічним матеріалом, тобто вона здатна взаємодіяти з вологою з навколишнього середовища, що призводить до змін у її властивостях.

Зміна розмірів і форми: Вологість навколишнього повітря може змінювати розміри та форму дерев'яних виробів. Коли вологість збільшується, дерево набрякає, що може призводити до зменшення розмірів або навіть зігнутися виріб. Навпаки, при низькій вологості, виріб може зменшити свої розміри.

Деформація: Зміни розмірів дерева можуть призвести до деформації виробів (рис.1.10). Це може включати в себе вигинання, витягування або короблення, що робить виріб менш привабливим і менш корисним.



Рис.1.10 Деформація стільниці [22]

Розтріскуваність: Зміни вологості можуть спричинити тріщини в деревині (рис. 1.11), особливо якщо матеріал не є високоякісним або якщо відбуваються раптові зміни вологості, наприклад, внаслідок сезонних змін.



Рис. 1.11 Вигляд тріщини на виробі з деревини [23]

Пішокодження фінішного покриття: висока вологість може спричинити вицвітання та відколювання фінішного покриття (рис. 1.12), такого як фарба або лак, на дерев'яних виробах. Це може псувати зовнішній вигляд і захист виробу.



Рис. 1.12 Дефекти лакофарбового покриття, від впливу вологості [24]

В'язкість: У вологому середовищі дерево може набирати воду і ставати менш міцним. Це може впливати на міцність з'єднань виробів, що зроблені з деревини, і призводити до втрати їх стабільності.

З урахуванням вище зазначеного, важливо підтримувати стабільний рівень вологості в приміщенні та дотримуватися рекомендацій щодо зберігання та експлуатації дерев'яних виробів. Це може включати в себе використання вологістю регулюючих засобів, які допоможуть підтримувати оптимальний рівень вологості в приміщенні. Крім того, зберігання дерев'яних виробів в умовах, де вони не піддаються раптовим змінам вологості, також сприяє збереженню їх краси та функціональності протягом тривалого часу.

Дотримання цих заходів може значно подовжити термін служби і зберегти якість дерев'яних виробів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛІВ ЗА МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

2.1 Опис методу аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій (МАІ) - це математичний і багатокритеріальний метод прийняття рішень, який був розроблений і вперше опублікований в 1970 році вченим Томасом Сааті. МАІ є популярним інструментом для вирішення проблем прийняття рішень в умовах, коли необхідно враховувати багато критеріїв та альтернатив.

Застосування МАІ проводять у такому порядку (рис.2.1):



Рис.2.1 Трирівнева ієрархія [25]

2.2 Проведення розрахунків матеріалів за методом аналізу ієрархій

1. Побудова якісної моделі проблеми у вигляді ієрархії, що включає мету, альтернативні варіанти досягнення цілі і критерії для оцінки якості альтернатив
 2. Визначення пріоритетів всіх елементів ієрархії з використанням методу парних порівнянь
 3. Синтез глобальних пріоритетів альтернатив шляхом лінійної згортки пріоритетів та ієрархій
 4. Перевірка суджень на узгодженість
 5. Прийняття рішень на основі отриманих результатів
- Перелік критеріїв:

1. Міцність при сколюванні
2. Міцність на статичний згин
3. Щільність
4. Волого-поглинання
5. Ціна

Всі матеріали мають як свої переваги так і недоліки. Деякі недоліки можуть стати перевагою в певних ситуаціях. Властивості обраних матеріалів наведено в (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 Опис властивостей обраних матеріалів

Назва матеріалу та розміри у мм	Міцність при сколюванні МПа	Міцність на статичний згин, МПа	Щільність, кг/м ³	Волого поглинання, %	Ціна, тис. грн/м ³
Термоясен 20x95x2000	15	27,5	670	8-16	31,0
MDF 18x1220x2800	0,6	20	650	Небільше 30	18,0
ДСП 18x2070x2800	0,5	16	690	30-90	7,0
Фанера 15x1250x2500	1,5	25	700	45-85	9,0
HDF 3x2070x2800	20	30	750	4-12	30,6

Для зручності розрахунків позначаємо альтернативи та критерії скороченими назвами (табл.2.2):

Таблиця 2.2 Альтернативи та критерії

Скорочена назва критерію	Критерії	Скорочена назва альтернативи	Альтернативи
Кр1	Міцність при сколюванні, Мпа	A1	Термоясен 20x95x2000
Кр2	Міцність на статичний згин, Мпа	A2	MDF 18x1220x2800
Кр3	Щільність, кг/м3	A3	ДСП 18x2070x2800
Кр4	Вологопоглинання, %	A4	Фанера 15x1250x2500
Кр5	Ціна, тис. грн/м3	A5	HDF 3x2070x2800

Для заповнення матриці парних порівнянь використовуємо шкалу Сааті (табл. 2.3). Для кожного критерію ми визначаємо ступінь переваги (табл. 2.4), щоб в подальшому визначити матеріал який буде відповідати цим вимогам.

Для нас найбільша перевага буде надана критерію - вологопоглинання.

Таблиця 2.3 Шкала Сааті

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
1	Рівна перевага	Дві альтернативи кращі з точки зору мети
2	Слабка ступінь переваги	Проміжна градація між рівною і середньою перевагою

Продовження таблиці 2.3

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
3	Середня ступінь переваги	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив трохи краще іншої
4	Перевага вище середнього	Перевага вище середнього
5	Помірно сильна перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив явно краще іншої
6	Сильна перевага	Проміжна градація між помірно сильною і дуже сильною перевагою
7	Дуже сильна (очевидна) перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив набагато краще іншої: домінування альтернативи підтверджено практикою
8	Дуже, дуже сильна перевага	Проміжна градація між дуже сильною і абсолютною перевагою
9	Абсолютна перевага	Очевидність переваги однієї альтернативи над іншою має незаперечне підтвердження

Таблиця 2.4 Визначення ступеня переваги

Перевага критерію	Значення переваги
w1	8
w2	7
w3	4
w4	9
w5	2

Матриця порівнянь критеріїв відносно мети має такий вигляд (табл. 2.5):

Таблиця 2.5 Матриця парних порівнянь

Критерій	Kp ₁	Kp ₂	...	Kp _n	G (середнє геометричне)	ЛПр (локальний пріоритет)
Kp ₁	w ₁ /w ₁	w ₁ /w ₂	...	w ₁ /w _n	G ₁	ЛПр ₁
Kp ₂	w ₂ /w ₁	w ₂ /w ₂	...	w ₂ /w _n	G ₂	ЛПр ₂
...
Kp _n	w _n /w ₁	w _n /w ₂	...	w _n /w _n	G _n	ЛПр _n

Розрахунки середнього геометричного значення та локального пріоритету проводиться таким чином [25]:

$$G_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{is})^{\frac{1}{s}} \quad (2.1)$$

$$\text{ЛПр}_n = \frac{((w_n/w_1) \times (w_n/w_2) \dots (w_n/w_n))^{\frac{1}{n}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (2.2)$$

Результати розрахунків записуємо в (табл. 2.6):

Таблиця 2.6 Результати розрахунків матриці парних порівнянь

№	Kp1	Kp2	Kp3	Kp4	Kp5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)
Міцність при сколюванні МПа	1,00 0	1,14 3	2,00 0	0,88 9	4,000	1,520	0,267
Міцність на статичний згин, МПа	0,87 5	1,00 0	1,75 0	0,77 8	3,500	1,330	0,233
Щільність, кг/м ³	0,50 0	0,57	1,00 0	0,44 4	2,000	0,760	0,133
Вологопоглинання, %	1,12 5	1,28 6	2,25 0	1,00 0	4,500	1,711	0,300
Ціна, тис. грн/м ³	0,25 0	0,28 6	0,50 0	0,22 2	1,000	0,380	0,067
					Сума	5,702	1,0

Після того як поле МПІ заповнено, визначено середнє геометричне та локальні пріоритети (ЛПр) знаходимо такі показники [25].

λ_{max} – максимальне власне число МПІ

$$\lambda_{max} = \left(\left(\frac{w_1}{w_1} \right) + \left(\frac{w_2}{w_1} \right) \dots \left(\frac{w_n}{w_1} \right) \right) * \text{ЛПр}_1 + \left(\left(\frac{w_1}{w_2} \right) + \left(\frac{w_2}{w_2} \right) \dots \left(\frac{w_n}{w_2} \right) \right) * \text{ЛПр}_2 \dots \left(\left(\frac{w_1}{w_n} \right) + \left(\frac{w_2}{w_n} \right) \dots \left(\frac{w_n}{w_n} \right) \right) * \text{ЛПр}_n \quad (2.3)$$

$$\lambda_{max} = (1 + 0.875 + 0.500 + 1.125 + 0.250) * 0.267 + (1.143 + 1 + 0.571 + 1.286 + 0.286) * 0.233 + (2 + 1.75 + 1 + 2.25 + 0.5) * 0.133 + (0.889 + 0.778 + 0.444 + 1 + 0.222) * 0.3 + (4 + 3.5 + 2 + 4.5 + 1) * 0.067 = 5.002$$

Далі розраховуємо індекс узгодженості матриці парних порівнянь СІ [25].

$$CI = \frac{Lam - N_{кр}}{N_{кр} - 1} \quad (2.4)$$

Де $N_{кр}$ це кількість критеріїв (в нашому випадку 5).

$$CI = \frac{5.002 - 5}{5 - 1} = 0.0005$$

Ці три показники використовуємо для знаходження CR, який показує, наскільки узгоджені судження про об'єкти. Значення CR вважається допустимим, якщо не перевищує 0.10-0.20.

Для знаходження показника CR нам потрібно вибрати значення індексу узгодженості залежно від розміру матриці, в цьому допоможе (табл. 2.7)

Таблиця 2.7 Значення індексу узгодженості [25]

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pn	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Вибираємо значення 1,12, адже в наших розрахунках ми маємо 5 критеріїв. Формула розрахунку показника CR має такий вигляд [25].

$$CR = \frac{CI}{Pn} \quad (2.5)$$

$$CR = \frac{0.0005}{1.12} = 0.0004$$

Далі розраховуємо попарне порівняння альтернатив по відношенню до кожного з критеріїв, за аналогією з (табл. 2.5)

Попарне порівняння альтернатив по відношенню до критерію «Міцність при сколюванні» (табл. 2.8)

Таблиця 2.8 Міцність при сколюванні

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
Термоясен	A1	1,000	3,500	3,500	2,333	0,778	1,850	0,298

Продовження таблиці 2.8

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
MDF	A2	0,286	1,000	1,000	0,667	0,222	0,531	0,085
ДСП	A3	0,286	1,000	1,000	0,667	0,667	0,662	0,106
Фанера	A4	0,429	1,500	1,500	1,000	0,333	0,797	0,128
HDF	A5	1,286	4,500	4,500	3,000	1,000	2,391	0,383
Сума						6,240	1,0	

$$Lam = (1 + 0.286 + 0.286 + 0.429 + 1.286) * 0.298 + (3.5 + 1 + 1 + 1.5 + 4.5) * 0.085 + (3.5 + 1 + 1 + 1.5 + 4.5) * 0.106 + (2.333 + 0.667 + 0.667 + 1 + 3) * 0.128 + (0.778 + 0.222 + 0.667 + 0.333 + 1) * 0.383 = 5.306$$

$$CI = \frac{5.306 - 5}{5 - 1} = 0.077$$

$$CR = \frac{0.077}{1.12} = 0.068$$

МПП альтернатив по відношенню до критерію «Міцність на статичний згин»

(табл. 2.9)

Таблиця 2.9 Міцність на статичний згин

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
Термоясен	A1	1,000	2,500	5,000	1,250	0,833	1,670	0,276
MDF	A2	0,400	1,000	2,000	0,500	0,333	0,668	0,111
ДСП	A3	0,200	0,500	1,000	0,250	0,250	0,362	0,060
Фанера	A4	0,800	2,000	4,000	1,000	0,667	1,337	0,221
HDF	A5	1,200	3,000	6,000	1,500	1,000	2,005	0,332
Сума						6,043	1,0	

$$Lam = (1 + 0.4 + 0.2 + 0.8 + 1.2) * 0.276 + (2.5 + 1 + 0.5 + 2 + 3) * 0.111 + (5 + 2 + 1 + 4 + 6) * 0.060 + (1.25 + 0.5 + 0.25 + 1 + 1.5) * 0.221 + (0.833 + 0.333 + 0.25 + 0.667 + 1) * 0.332 = 5.088$$

$$CI = \frac{5.088 - 5}{5 - 1} = 0.022$$

$$CR = \frac{0.022}{1.12} = 0.020$$

МПСІ альтернатив по відношенню до критерію «Щільність» (табл. 2.10)

Таблиця 2.10 Щільність

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
Термоясен	A1	1,000	1,500	0,750	0,600	0,500	0,805	0,149
MDF	A2	0,667	1,000	0,500	0,400	0,333	0,536	0,099
ДСП	A3	1,333	2,000	1,000	0,800	0,800	1,113	0,206
Фанера	A4	1,667	2,500	1,250	1,000	0,833	1,341	0,248
HDF	A5	2,000	3,000	1,500	1,200	1,000	1,609	0,298
	Сума						5,405	1,0

$$Lam = (1 + 0.667 + 1.333 + 1.667 + 2) * 0.149 + (1.5 + 1 + 2 + 2.5 + 3) * 0.099 + (0.75 + 0.5 + 1 + 1.25 + 1.5) * 0.206 + (0.6 + 0.4 + 0.8 + 1 + 1.2) * 0.248 + (0.5 + 0.333 + 0.8 + 0.833 + 1) * 0.332 = 5.040$$

$$CI = \frac{5.040 - 5}{5 - 1} = 0.010$$

$$CR = \frac{0.010}{1.12} = 0.009$$

МПСІ альтернатив по відношенню до критерію «Волого-поглинання» (табл.

2.11)

Таблиця 2.11 Водогопоглинання

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
Термоясен	A1	1,000	2,333	3,500	7,000	0,875	2,187	0,318
MDF	A2	0,429	1,000	1,500	3,000	0,375	0,937	0,136
ДСП	A3	0,286	0,667	1,000	2,000	2,000	0,947	0,138
Фанера	A4	0,143	0,333	0,500	1,000	0,125	0,312	0,045
HDF	A5	1,143	2,667	4,000	8,000	1,000	2,499	0,363
Сума						6,883	1,0	

$$L_{\text{пр}} = (1 + 0.429 + 0.286 + 0.143 + 1.143) * 0.318 + (2.333 + 1 + 0.667 + 0.333 + 2.667) * 0.136 + (3.5 + 1.5 + 1 + 0.5 + 4) * 0.138 + (7 + 3 + 2 + 1 + 8) * 0.045 + (0.875 + 0.375 + 2 + 0.125 + 1) * 0.363 = 5.893$$

$$CI = \frac{5.893 - 5}{5 - 1} = 0.223$$

$$CR = \frac{0.223}{1.12} = 0.19$$

ММІП альтернатив по відношенню до критерію «Ціна» (табл. 2.12)

Таблиця 2.12 Ціна

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	A5	G (середнє геометричне)	ЛПр (Локальний пріоритет)	
Термоясен	A1	1,000	0,500	0,167	0,200	0,500	0,384	0,067
MDF	A2	2,000	1,000	0,333	0,400	1,000	0,768	0,133
ДСП	A3	6,000	3,000	1,000	1,200	1,200	1,917	0,333
Фанера	A4	5,000	2,500	0,833	1,000	2,500	1,919	0,333
HDF	A5	2,000	1,000	0,333	0,400	1,000	0,768	0,133
Сума						5,756	1,0	

$$L_{am} = (1 + 2 + 6 + 5 + 2) * 0.067 + (0.5 + 1 + 3 + 2.5 + 1) * 0.133 + (0.167 + 0.333 + 1 + 0.833 + 0.333) * 0.333 + (0.2 + 0.1 + 1.2 + 1 + 0.4) * 0.333 + (0.5 + 1 + 1.2 + 2.5 + 1) * 0.133 = 4.916$$

$$CI = \frac{4.916 - 5}{5 - 1} = -0.021$$

$$CR = \frac{-0.021}{1.12} = -0.019$$

Визначення глобального пріоритету

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети альтернатив відносно кожного з критеріїв (табл. 2.13). У верхній рядок вписуємо значення локального пріоритету з (табл. 2.6), в стовпчиках записуємо значення локального пріоритету по відношенню до кожного з критеріїв.

Таблиця 2.13 Матриця пріоритетів критеріїв

Альтернативи	Критерії				
	Міцність при сколюванні МПа	Міцність на статичній згин, МПа	Щільність, кг/м ³	Вологопоглинання, %	Ціна, тис. грн/м ³
	Числове значення вектора пріоритету				
	0,267	0,233	0,133	0,3	0,067
Термоясен	0,298	0,276	0,149	0,318	0,067
MDF	0,085	0,110	0,099	0,136	0,133
ДСП	0,106	0,06	0,206	0,138	0,333
Фанера	0,128	0,221	0,248	0,045	0,333
HDF	0,383	0,332	0,298	0,363	0,133

Глобальний пріоритет розраховуємо за формулою [25]

$$ГлПр_1 = ЛПр_1 * ЛПр_1Кр_1 + ЛПр_2 * ЛПр_2Кр_2 + \dots + ЛПр_n * ЛПр_nКр_n \quad (2.6)$$

Де ЛПр_nКр_n – це локальний пріоритет n-ого критерію.

$$ГлПр_1 = 0,267 * 0,298 + 0,233 * 0,276 + 0,133 * 0,149 + 0,3 * 0,318 + 0,067 * 0,067 = 0,264$$

$$ГлПр2 = 0,267 * 0,085 + 0,233 * 0,111 + 0,133 * 0,099 + 0,3 * 0,136 + 0,067 * 0,133 = 0,111$$

$$ГлПр3 = 0,267 * 0,106 + 0,233 * 0,06 + 0,133 * 0,206 + 0,3 * 0,138 + 0,067 * 0,333 = 0,133$$

$$ГлПр4 = 0,267 * 0,128 + 0,233 * 0,221 + 0,133 * 0,248 + 0,3 * 0,045 + 0,067 * 0,333 = 0,154$$

$$ГлПр5 = 0,267 * 0,383 + 0,233 * 0,332 + 0,133 * 0,298 + 0,3 * 0,363 + 0,067 * 0,133 = 0,337$$

І на кінець випишемо значення глобального пріоритету в таблицю (табл.

2(11)

Таблиця 2/14 Глобальні пріоритети альтернатив

Альтернативи		Глобальні пріоритети
A1	Гермоясен	0,264
A2	MDF	0,111
A3	ДСП	0,133
A4	Фанера	0,154
A5	HDF	0,337

Видно, що альтернатива A5 (HDF) має найбільше значення глобального пріоритету – 0,337, тому HDF є найкращим для досягнення поставленої мети.

Але потрібно враховувати, що максимальна товщина HDF 8мм хоча й деякі виробництва виготовляють 12мм, цього не достатньо для несучих конструкцій. Тому для використання HDF у виробі потрібно або виготовляти «сандвіч», або використовувати HDF тільки в елементах які не піддаються високому навантаженню.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Методика проведення експериментальних досліджень

Для проведення досліджень відбирають зразки різних матеріалів: MDF, фанера та ДСП, в кількості з врахуванням коефіцієнта варіації $v = 38.76$, $n = 20$ шт.

Для вимірювання маси в абсолютно сухому стані використовуємо таку формулу:

$$m_{\text{абс.сух}} = m_{\text{поч}} - (m_{\text{поч}} \times w_{\text{поч}}) \quad (3.1)$$

Для розрахунку набрякання використовують формулу для визначення усихання, оскільки відомо, що усихання це обернена властивість набряканню [26]:

$$W = (m1 - m2) / m2 \times 100 \quad (3.2)$$

Для розрахунків вологості зразків після дослідження використовуємо таку формулу:

$$\frac{m_{\text{поч}}}{m_{\text{абс.сух}}} \times 100 - 100 \quad (3.3)$$

Для вимірювань показників матеріалу необхідно використати такі прилади: штангенциркуль, для вимірювання ширини та довжини зразків (рис.3.1), мікрометр для вимірювання товщини зразків (рис.3.2).



Рис.3.1 Штангенциркуль



Рис.3.2 Видяд мікрометра

ваги, для вимірювання маси зразків (рис.3.3) та гігрометр, для вимірювання температури та вологості приміщення (рис.3.4).



Рис.3.3 Ваги ювелірні



Рис.3.4 Термогігрометр

Як видно на рисунку 3.4, для вимірювання використовувався настінний термогігрометр. Особливістю таких моделей це спосіб їхнього кріплення з встановленням на стіні. Для кращої точності вимірювання його потрібно встановлювати на рівні голови.

3.2 Результати експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводили протягом двох місяців. Спочатку на підприємстві «Еліо Україна», були розкриті зразки на верстаті HOLZMA, розміром 5 мм x 5мм, з трьох різних плитних матеріалів: фанери, MDF та ДСП в кількості 20 шт кожного матеріалу. Після розкрою були проведені заміри, вимірювались габарити деталі та маса. Потім зразки були поміщені в приміщення з високою вологістю повітря на півтора місяця (ванна кімната). Вологість та температура в приміщенні була змінною. Вологість приміщення була в межах від 60% до 100%. Температура коливалась в межах від 19°C до 26°C.

Зразки витримували в приміщенні з високою вологістю повітря протягом півтора місяця, зразки фанери підшували, адже вона не мала захисного покриття (рис. 3.5-3.6).



Рис. 3.5 Зразки фанери



Рис. 3.6 Зразки ДСП та MDF

В першу чергу було виміряно параметри зразків до проведення експерименту, результати висвітлено в Додатку А. Після проходження терміну було виміряно ті ж самі показники (Додаток Б).

Далі приймаємо середнє значення параметрів по кожному з матеріалів та знаходимо різницю (рис. 3.6-3.7).

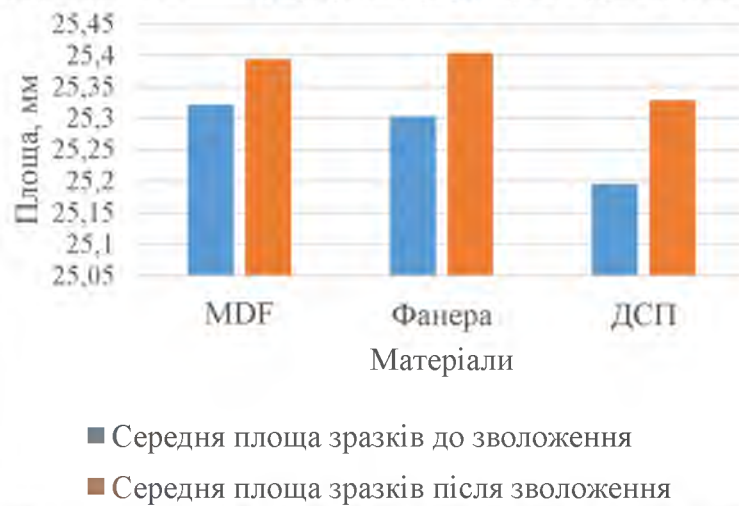


Рис.3.6 Діаграма зміни розмірів площі зразків

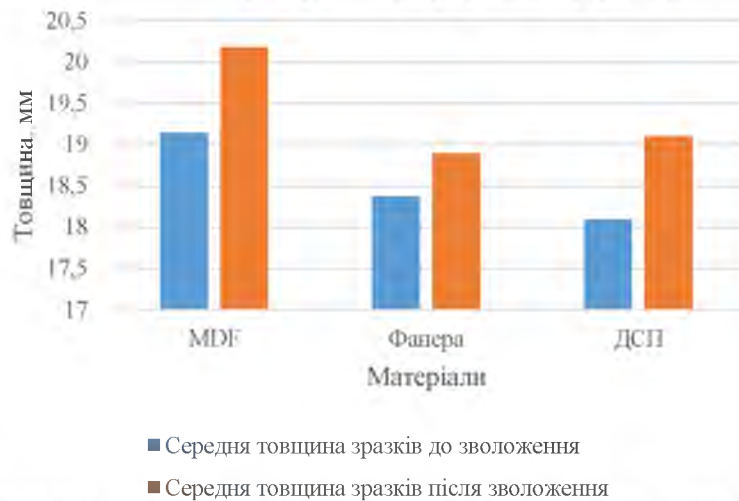


Рис.3.7 Діаграма набрякання по товщині зразка

Результати розрахунків набрякання за формулою (3.2) наведено на рис.

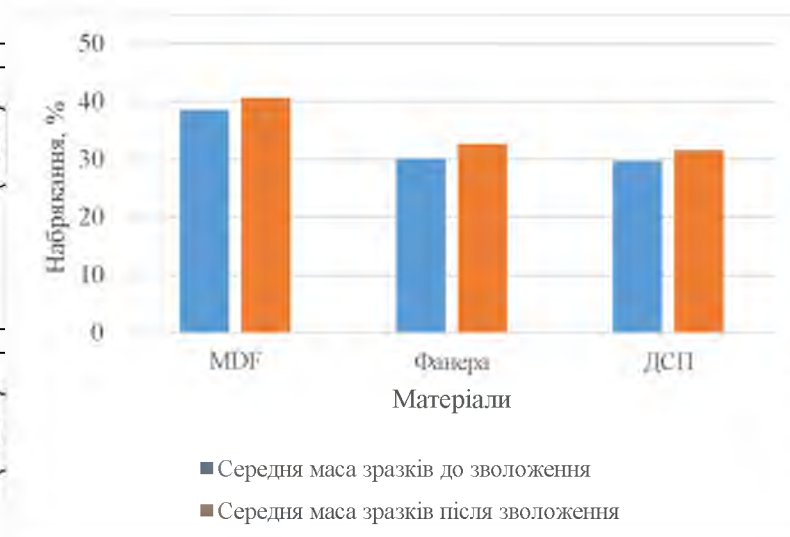


Рис.3.8 Діаграма збільшення маси зразка

Початкова вологість коливалась від 8% до 10.2%, детальніше описано в Додатку Б. З урахуванням початкової вологості розраховують вологість зразків після дослідження за формулою (3.3), зміна вологості показана на

рис.3.9.

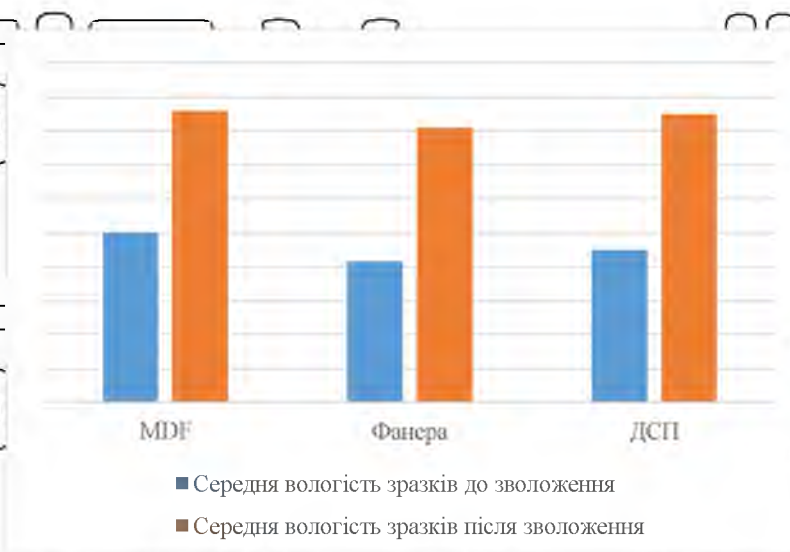


Рис.3.9 Діаграма зміни вологості

Фанера, ДСП (деревостружкова плита) і MDF (medium-density fibreboard) - це різні матеріали з різною структурою і властивостями, і це може пояснити різницю в їхній здатності набухати. Фанера складається з тонких шарів деревини, які приклеюються один до одного за допомогою клею. Ця структура може зробити фанеру більш вразливою до вологи.

ДСП і MDF виготовляються шляхом стиснення деревинних волокон або дерев'яних частинок під високим тиском та температурою, і вони мають більш однорідну структуру без шарів, які можуть розширюватися під впливом вологи.

Також виробники фанери намагаються зробити її більш екологічною тому використовують клеї які більш піддаються впливу вологи. ДСП і MDF виготовляються без таких видів клею, тому вони можуть бути менш схильні до набухання під впливом вологи. Як правило для виготовлення ДСП і MDF використовують клеї під час виготовлення яких непрореагований формальдегід під час експлуатації фонить, це такі клеї як варбамідний, меламіновий та фенол-формальдегідний. Щоб зменшити фон формальдегіду, потрібно закрити доступ матеріалу до повітря, це можна зробити шляхом крайкування.

Після проведення експерименту зразки можна побачити такі дефекти матеріалу (рис. 3.10-3.11):



Рис. 3.10 Розшарування фанери

Розшарування фанери може відбуватися за таких факторів: зміни в розмірах та якості клею. Деревина змінює свій розмір під впливом вологи. Вона розширюється, коли вбирає вологу і звужується, коли віддає вологу. Ці зміни в розмірі можуть викликати напруження у фанері, особливо, якщо верхній та нижній шари мають різну вологість.

Якість клею, який використовується для склеювання шарів фанери, грає важливу роль у стійкості фанери до вологості. Якщо клей не вологостійкий або має погану адгезію, це може сприяти розшаруванню фанери при впливі вологості.



Рис. 3.11 Вигляд торця зразка MDF після набрякання

MDF – це виріб виготовлений з деревного волокна шляхом його пресування з клеєм при високому тиску і високій температурі. Верхні шари зазвичай тонші та мають більшу щільність, тому можна спостерігати як верхні шари вбирають більше води і тим самим більше набрякають.

В ДСП видимих дефектів не спостерігалось але після дослідження товщина матеріалу в середньому збільшилась на 1мм.

Отже, серед досліджуваних матеріалів для виготовлення меблів в ванну кімнату можна рекомендувати MDF, але краще буде виготовити «сандвіч», верхні шари якого будуть виготовленні з HPL 3мм, а основою вибрати калібрований MDF 16мм, та склеїти їх між собою на клей ПУР 605.1, з подальшою витримкою під пресом, або затискати матеріал струбцинами, та обов'язково крайкувати, бажано ПВХ крайкою.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ПРИМІЩЕННЯХ З ВИСОКОЮ ВОЛОГІСТЮ СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розроблення конструкції меблів для ванної кімнати

Головна властивість тумби під раковину - це її функціональність. Тумба під раковину - це не тільки елемент декору ванної кімнати, але й практичний предмет, що допомагає зберігати та організовувати різноманітні речі, необхідні для гігієни та догляду за тілом. Тому тумба під раковину має забезпечити зручну та ефективну організацію простору для зберігання предметів, які використовуються у ванній кімнаті. Окрім того, вона повинна бути зручною у використанні та міцною і виготовлена з високоякісних матеріалів, що забезпечують її міцність та довговічність. Також важливо, щоб тумба мала естетичний вигляд та доповнювала інтер'єр ванної кімнати. Окрім функціональності та міцності, важливо звернути увагу на розміри тумби під раковину та її зручність у монтажі та демонтажі. Добре підібрана тумба під раковину повинна відповідати розмірам раковини та бути легко знімною та замінною, що дозволить легко і швидко проводити ремонтні роботи в ванній кімнаті.

Враховуючи теоретичні дослідження, які довели, що MDF має коефіцієнт розбухання в разі менший ніж в ДСП і фанери та те, що він має менший коефіцієнт вологопоглинання, було вирішено використовувати цей матеріал в якості основи для виготовлення кутової тумби під умивальник. В свою чергу, було обрано HPL в якості верхнього шару сендвічу бо він має найменший коефіцієнт вологопоглинання та розбухання серед деревинних матеріалів але його максимальна товщина 5мм, тому він і використовується саме в якості личкувального матеріалу.

На рис. 4.1 зображена кутова тумба під умивальник у ванну кімнату, яку виготовляють з сендвічу HPL+MDF+HPL, і обов'язково крайкують для збереження від впливу вологості, з/сінкка ДВП 4мм білий. Також

використовують опори VOLPATO для уникнення прямого контакту виробу з водою на підлозі.



Рис. 4.1 Вигляд кутової тумби під умивальник.

Розрахунок матеріалів наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Результати розрахунків матеріалів на виготовлення виробу

МДФ 18мм	2,32 м ²
HPL 3мм	5,25 м ²
ДВП 4мм (білий)	1,84 м ²
Крайка ABS 28x2мм платиновий (білий)	17,35 м
Слір top-blumotion кутова завіса 45°, повне нахлюдання II, чашка завіси шурупи	2 шт
Слір опорна планка, пряма (20/32 мм), сталь, Expando, PB: ексцентрик	2 шт
Гвинт конічний (Г)	4 шт
Тримач опори (база) Volpato, ексцентр. 26x60x82,5; монтаж під прес	8 шт
Заглушка завіси, тиснений (blum)	2 шт
Заглушка самокл. для стяжки біла 320	4 шт

Продовження таблиці 4.1

Заглушка чашки для завіси	2 шт
Конфірмат 7X50	8 шт
Корпус стяжки d14/18 (Т)	4 шт
Муфта цинк (Т)	4 шт
Опора Volrato, H=100мм	8 шт
З'єднувальний дюбель (Т)	4 шт
Штифт дерев'яний 8X30	8 шт
Шуруп 3,5X15 нікель	4 шт
Шуруп 3,5X25	3 шт
Шуруп 4X16	32 шт

Технологічний процес виготовлення кутової тумби під умивальник передбачає наступні операції: форматний розкрій плитного матеріалу, личкування основи з MDF плитами HPL, форматний розкрій сендвічу, крайкування, ЧПУ обробка під кріплення та фурнітуру, збирання виробу та пакування.

Форматний розкрій проводять таким чином: шліфовані плити МДФ 1-го сорту розміром 2800×2070 мм, розкроюють навпіл включаючи припуски на опилювання: 2800×1030 мм, для личкування плити HPL 2800×2070 мм, розкроюють навпіл включаючи припуски на опилювання: 2800×1030 мм, далі ламіновані плити ДВП 1-го сорту 2800×2070 мм, розкроюють на чорнові заготовки заданих розмірів включаючи припуски на опилювання: 840×710 мм – 2 шт.

Всі плитні матеріали розкроюють на форматно-розкроювальному верстаті HOLZMA HPP 230, так як максимальна довжина пропилу в цьому верстаті дозволяє розкроїти плитні матеріали наведених розмірів.

Для личкування основи з MDF плитами HPL на поверхні наносять клей марки KLEIBERIT 605.1, після чого склеюють плити HPL за допомогою гарячого преса ORMA NPC DIGIT. Слід зазначити що плитою HPL личкують, як видимі так і не видимі сторони MDF. Після того як поличкували пласті плитного матеріалу необхідно зрізати звіси зайвого HPL.

Далі сендвіч HPL+MDF+HPL розкроюють на чорнові заготовки заданих розмірів включаючи припуски на опилування та товщину крайки: 524x716 мм – 2шт., 446x716 мм, 730x98 мм, 683x98мм, 833x96 мм.

Сендвіч наведений вище розкроюють на форматно-розкроювальному верстаті HOLZMA HPP 230.

Личкування крайок дуже важливий процес так, як не дає вивільнитись вільним формальдегідам з плитного матеріалу. Личкують крайки за допомогою крайко-личкувального верстата HOMAG KAR 310/12/A20/S2, за личкувальний матеріал взято ABS крайку за основу клейового матеріалу клей

марки «FERMOBITE TE-45». Деталі що крайкують наведено в табл. 4.2

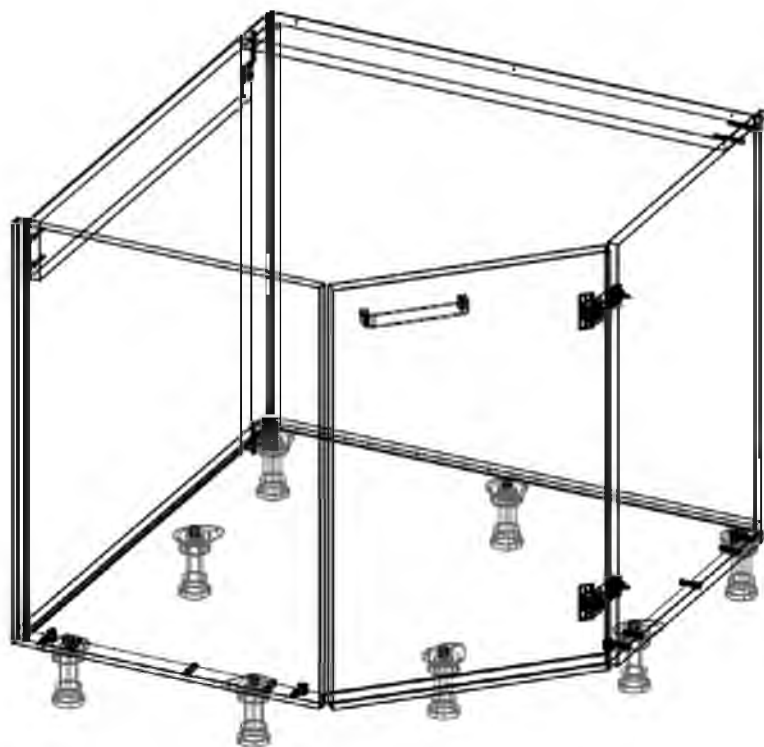
Таблиця 4.2 Список деталей які крайкують

Найменування	Кількість личкованих поверхонь на одну деталь шт.	Довжина, мм	Ширина, мм
Боковини	4	4992	24
Фасад	4	2340	24
Дно	3	2040	24
Перегородка (1)	1	833	24
Перегородка (2)	1	632	24
Перегородка (3)	2	1366	24

На крайко-личкувальному верстаті встановленні фрези для зняття звівів, тобто окремо операцію зняття звівів на робочому місці проводити не потрібно.

Після личкування крайок проводять обробку під кришення та фурнітуру на фрезерному верстаті з ЧПУ WEEKE VENTURE C OPTIMAT VHS, обробляють всі деталі без виключення. Всі кришення та фурнітуру можна побачити на рис. 4.2.

Тумба під умивальник



Розміри:

Боковини (сендвіч): 528x720мм - 2шт

Фасад (сендвіч): 450x720мм - 1шт

Дно (сендвіч): 855x855мм + зріз під 45° на відстані 525мм від з/стілки - 1шт

Перегородки (сендвіч):

1. 833x100мм - 1шт

2. 732x100мм - 1шт

3. 683x100мм - 1шт

Задня стінка (ДВП): 540x710мм - 2шт

№	1	Дата	19.06.2023	Студент	Куценко Максим Дмитрович
Виріб	Кутюва тумба	Викладач	Піччєвська О.О.	Лист	1
Навч зак	НЗБІП			Листів	1

Рис.4.2 Креслення тумби під умивальник.

Збирають виріб за допомогою людської праці та такого електроінструменту як шуруповерти, іноді можуть використовуватись викрутки та каучукові киянки для встановлення стяжок в потрібні отвори.

Перед пакуванням виріб можуть розбирати для зручності транспортування та в цілях економії. Пакують деталі в стретч плівку на робочому місці.

4.2 Розрахунок окупності виготовлення меблів

Розрахунок вартості починається з розрахунків витрат матеріалів на 1 виріб, для цього розраховується чистий вихід матеріалів (табл.4.3) [27].

Корисний вихід (P) при розкрою заготовок приймається: для MDF – 94%, для HPL – 94%, для крайки – 97%.

Норма витрат матеріалів розраховується за формулою [27]:

$$S_M = 100 \times \frac{S_{\text{во}}}{P}, \quad (4.1)$$

Чистий вихід розраховується за формулою [27]:

$$\eta = 100 \times \frac{S}{S_M}; \quad (4.2)$$

Витрати клею наведено в табл. 4.4-4.5.

Для розрахунків норм витрат клею на 1 виріб приймають норматив витрат клею: для клею Termolite TE-45 - 0,130 кг/м² [28]; для клею Kleiberit 605.1 - 0,150 кг/м² [29];

Таблиця 4.3 Результати розрахунків чистого виходу матеріалів

Поз.	Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри заготовок, мм				Площа одноїменних заготовок	% техн. відходів заготовок	Площа з врах. техн. відходів	Корисний вихід при розкрої	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,	Чистий вихід
				довжина, l_3	ширина, b_3	товщина, h_3 розр.	товщина, h_3 станд.						
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			n	l_3	b_3	h_3	h_3	S_3/L_3	B	S_{30}, L_{30}	P	S_M, L_M	η
Тумба під раковину													
1	Боковини	складна одиниця	2										
1,1	Основа	MDF	2	540	732	19,5	18	0,79	2	0,807	94	0,858	88,02
1,2	Личківка пласти	HPL	4	565	747	3,3	3	1,69	7	1,815	94	1,931	78,23

Продовження таблиці 4.3

Поз.	Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри заготовок, мм				Площа однієї заготовки	% техн. відходів заготовок	Площа з врах. тех відходів	Корисний вихід при розкрої	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,	Чистий вихід
				довжина, l_3	ширина, b_3	товщина, h_3 розр.	товщина, h_3 станд.						
				n	l_3	b_3	h_3						
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,3	Личківка крайки	Крайка ABS	2	2572	34		2	5,14	3	5,30	97	5,47	91,16
2	Фасад	складна одиниця	1										
2,1	Основа	MDF	1	462	732	25,5	24	0,34	2	0,345	94	0,367	87,62
2,2	Личківка пласті	HPL	2	487	747	3,3	3	0,78	7	0,782	94	0,832	77,30
2,3	Личківка крайки	Крайка ABS	1	2420	34		2	2,42	3	2,49	97	2,57	90,98
3	Дно	складна одиниця	1										
3,1	Основа	MDF	1	867	867	19,5	18	0,75	2	0,767	94	0,816	89,17
3,2	Личківка пласті	HPL	2	892	882	3,3	3	1,57	7	1,692	94	1,800	80,85

Продовження таблиці 4.3

Поз.	Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри заготовок, мм				Площа одномоментних заготовок	% техн. відходів заготовок	Площа з врах. тех. відходів	Корисний вихід при розкрої	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,	Чистий вихід
				довжина,	ширина,	товщина,	товщина,						
				l_3	b_3	h_3 розр.	h_3 станд.						
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			n	l_3	b_3	h_3	h_3	S_3, L_3	B	S_{30}, L_{30}	P	S_M, L_M	η
3,3	Личківка крайки	Крайка ABS	2	2120	34		2	4,24	3	4,37	97	4,51	90,54
4	Перегородка (1)	складна одиниця	1										
4,1	Основа	MDF	1	845	114	19,5	18	0,10	2	0,098	94	0,105	79,47
4,2	Личківка пласті	HPL	2	870	129	3,3	3	0,22	7	0,241	94	0,257	64,73
4,3	Личківка крайки	Крайка ABS	1	913	34		2	0,91	3	0,94	97	0,97	85,85
5	Перегородка (2)	складна одиниця	1										
5,1	Основа	MDF	1	746	112	19,5	18	0,08	2	0,085	94	0,091	79,09

Продовження таблиці 4.3

Поз.	Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри заготовок, мм				Площа однієї заготовки	% техн. відходів заготовок	Площа з врах. техн. відходів	Корисний вихід при розкрої	Норма витрат матеріалів на комплект деталей,	Чистий вихід
				довжина, l _з	ширина, b _з	товщина, h _з розр.	товщина, h _з станд.						
				n	l _з	b _з	h _з						
5,2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5,2	Личківка пласті	HPL	2	771	127	3,3	3	0,20	7	0,211	94	0,224	64,05
5,3	Личківка крайки	Крайка ABS	1	712	34		2	0,71	3	0,73	97	0,76	83,52
6	Перегородка (3)	складна одиниця	1										
6,1	Основа	MDF	1	697	110	19,5	8	0,08	2	0,078	94	0,083	78,78
6,2	Личківка пласті	HPL	2	722	125	3,3	3	0,18	7	0,194	94	0,206	6,51
6,3	Личківка крайки	Крайка ABS	2	1446	34		2	2,89	3	2,98	97	3,07	88,88
7	З/стінка	складна одиниця	2										
7,1	Основа	ДВП	2	854	724	4,5	3	1,24	2	1,262	94	1,342	88,86

Таблиця 4.4 Результати розрахунків витрат клею для личкування пластей

Поз.	Назва деталей	Назва матеріалу поверхні	Назва клейового матеріалу	Спосіб нанесення	Спосіб склеювання	Кількість деталей у виробі	Кількість клейових шарів у деталі	Розміри поверхонь заготовки, на які наносяться клей, мм		Площа поверхонь склеювання заготовок на 1 виріб, м2	Норматив витрат клея кг/м2	Норма витрат клея на деталі для 1 виробу, кг
								Довжина	Ширина, діаметр			
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Личкуванням пластей												
1	Основа боковин	MDF	KLEIBERIT	Вальці	гарячий	2	2	258	720	0,743	0,150	0,111
2	Основа фасаду	"	"	"	"	1	2	450	720	0,648	0,150	0,097
3	Основа дна	"	"	"	"	1	2	855	855	1,462	0,150	0,219
4	Основа перемички (1)	"	"	"	"	1	1	833	100	0,017	0,150	0,002

Продовження таблиці 4.4

Поз.	Назва деталей	Назва матеріалу	Назва поверхні	Назва клейового матеріалу	Спосіб нанесення	Спосіб склеювання	Кількість деталей у виробі	Кількість клейових шарів у деталі	Розміри поверхонь заготовки, на які наносять клей, мм		Площа поверхонь склеювання заготовок на 1 виріб, м ²	Норматив витрат клею кг/м ²	Норма витрат клею на деталі для 1 виробу, кг
									Довжина	Ширина, діаметр			
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	Основа перемички (2)	"	"	"	"	"	1	1	732	100	0,015	0,150	0,002
6	Основа перемички (3)	"	"	"	"	"	1	2	683	100	0,137	0,150	0,020
	Всього:	0,453											

Таблиця 4.5 Результати розрахунків витрат клею для личкування крайок

Поз.	Назва деталей	Назва матеріалу поверхні	Назва клеювального матеріалу	Спосіб нанесення	Спосіб склеювання	Кількість деталей у виробі	Кількість клейових шарів у деталі	Розміри поверхонь заготовки, на які наносять клей, мм		Площа поверхонь склеювання заготовок на 1 виріб, м ²	Норматив витрат клею кг/м ²	Норма витрат клею на деталі для 1 виробу, кг
								Довжина	Ширина, діаметр			
1	Лічкування крайок											
1	Основа боковин	MDF	Termolite TE-45	Вальці гарячий	2	4	258	720	1,486	0,130	0,193	
2	Основа фасаду	"	"	"	"	1	450	720	1,296	0,130	0,168	
3	Основа дна	"	"	"	"	1	855	855	2,193	0,130	0,285	
4	Основа перемички (1)	"	"	"	"	1	833	100	0,017	0,130	0,002	

НУБІП України

Продовження таблиці 4.5

Поз.	Назва деталей	Назва матеріалу поверхні	Назва клейового матеріалу	Спосіб нанесення	Спосіб склеювання	Кількість деталей у виробі	Кількість клейових шарів у деталі	Розміри поверхонь заготовки, на які наносять клей, мм		Площа поверхонь склеювання заготовок на 1 виріб, м ²	Норматив витрат клею кг/м ²	Норма витрат клею на деталі для 1 виробу, кг
								Довжина	Ширин а, діаметр			
1								11	12	13	14	
5	Основа деревички (2)							100	0,015	0,130	0,002	
6	Основа перемички (3)					1	2	683	0,137	0,130	0,018	
Всього:											0,669	

НУБІП УКРАЇНИ

Кількість матеріалів та клею на річну програму наведено в табл.4.6-4.7.

Річна програма 500 виробів.

Таблиця 4.6 Результати розрахунків матеріалів на річну програму

Вид і характеристики матеріалів	Станд.розміри матеріалів			Кількість матеріалів	
	Довжина	Ширина	Товщина	На 1 виріб, м ²	На річну програму, м ²
1	2	3	4	5	6
Плита MDF	2800	2070	18	2,32	1159,89
Плита ДВП	2800	2070	4	1,94	671,19
Плита HPL	2800	2070	3	5,25	2625,30
ABS крайка	-	28	2	17,35	8673,08

Таблиця 4.7 Результати розрахунків клею на річну програму

Найменування клею	Витрати клею, кг	
	На один виріб, кг	На річну програму, кг
KLEIBERIT 605.1	0,453	226,57
TERMOLITE TE-45	0,669	334,30

Ціни плитних матеріалів та крайки приймають по прайсу сайту ВІАР [30], клей KLEIBERIT 605.1 [31], TERMOLITE TE-45 [32] ціни наведені в таблиці 4.8

Таблиця 4.8 Ціна матеріалів та клеїв

Матеріал (клей)	Ціна, грн
Плита MDF	1434
Плита ДВП	194
Плита HPL	1230

ABS крайка	764
------------	-----

Продовження таблиці 4.8

Матеріал (клей)	Ціна, грн
KLEIBERIT 605.1	275
TERMOLITE TE-45	138
Всього:	4035

Розрахунок вартості фурнітури наведено в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 Ціна фурнітури

Назва фурнітури	Ціна, грн
Сліп top blumotion кутова завіса 45°, повне накладання II, чашка завіси, шурупи	278
Сліп опорна планка, пряма (20/32 мм), сталь, Expando, РВ: ексцентрик	30
Гвинт кінцевий (Т)	8
Тримач опори (база) Volrato, ексцентр., 26x60x82,5; монтаж: під прес	44
Заглушка завіси, тиснений (blum)	3,8
Заглушка самокл. для стяжки біла 320	4,2
Заглушка чашки для завіси	7,2
Конфірмат 7X50	9,1
Корпус стяжки d14/18 (Т)	12,5
Муфта цинк (Т)	7,1
Опора Volrato, H=100мм	132,4
3-єднувальний дюбель (Т)	6,6
Штифт дерев'яний 8X30	2
Шуруп 3,5X15 нікель	1,0
Шуруп 3,5X25	0,8

Шуруп 4X16	80
Всього:	554,7

Витрати на матеріали складають: 4035 грн + 554,7 грн = 4589,7 грн

Для розрахунків витрат на електроенергію знаходять потреби в силевій електроенергії (табл. 4.10) та потреби в освітлювальній електроенергії (табл. 4.9) [33-34]:

Таблиця 4.10 Результати розрахунків потреб в силевій електроенергії

№ п/п	Найменування споживачів	Кількість обладнання шт.	Потужність одного споживача, кВт год	Встановлена	Розрахункові коефіцієнти					Річний ефективний фонд часу роботи, год.	Річна потреба в електроенергії, кВт год
					K_0	K_3	η_d	η_m	K_p		
1. Технологічне обладнання.											
1	HOLZ / MA / HPP 230	1	3,2	0,7	0,04	0,8	0,96	0,04	2000	256	
2	HOMA G / KAR 310/12/ A20/S2	1	15,2	0,8	0,12	0,9	0,96	0,1	2000	3040	
3	WEEK E VENTU RE / OPTIM AT BHC	1	11,5	0,6	0,07	0,75	0,96	0,06	2000	1380	
4	ORMA NPC DIGIT	1	23	0,6	0,8	0,7	0,96	0,3	2000	13800	

Разом:

18476

Розрахунок річної потреби в електроенергії [33]:

$$P = P_{вст} \times n \times K_n \times T_p; \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{р} \quad (4.3)$$

Де: $P_{вст}$ - встановлена потужність одного споживача, кВт·год; n - кількість однотипних споживачів, шт; K_n - коефіцієнт пошук споживача, T_p - річний ефективний час роботи споживача, год.

Річні потреби в електроенергії на освітлення розраховуються по кожному споживачу за формулою [33]:

$$P_{ос} = \frac{F \cdot W \cdot T_{ос} \cdot K_d}{1000} \quad (4.4)$$

Де: F - площа приміщення, що освітлюється, м²; W - питома витрата електроенергії на освітлення 1м² приміщення Вт/м²; $T_{ос}$ - тривалість освітлювального періоду, год. При однозмінній роботі 700 годин. K_d - коефіцієнт, що враховує витрати електроенергії на аварійне освітлення- 1,1.

Результати розрахунків вносимо в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 Розрахунок потреб в освітлювальній електроенергії

№ п/п	Найменування споживачів	Площа, м.кв.	Питома потреба в електроенергії на освітлення 1 м.кв, Вт/м.кв.	Кількість годин освітлення, год	Коефіцієнт аварійного освітлення	Річні потреби в електроенергії, кВт·год/р
1	Інструментально механічна майстерня	884	20	700	1,1	13613
2	Допоміжні, побутові, і адміністративні приміщення	110	15	700	1,1	1270,5
Загальна потреба в електроенергії:						14883,5

Розрахунок витрат енергії на опалення не проводиться, адже опалення приміщення відбувається шляхом спалювання відходів від виробництва.

Розрахунки вартості електроенергії наведено в табл. 4.10.

Таблиця 4.12 Вартість електроенергії

№	Характер споживання	Річна потреба в електроенергії, кВт/год рік.	Ціна, тис.грн
1	Силові потреби	18476	487,77
2	Освітлювальні потреби	14883,5	392,92
Загальні потреби в електроенергії:		33359,5	880,7

Розрахунок річних витрат на експлуатацію (табл.4.13) обладнання проводиться наступним чином: спочатку знаходять балансову та ліквідаційну вартість обладнання, після цього розраховують амортизаційні відрахування. Формулу розрахунку амортизаційних відрахувань наведено нижче [35].

$$\text{Аморт. відр.} = \frac{\text{Баланс.варт.} - \text{лікв.варт.}}{T_{\text{вик.}}} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.13 Результати розрахунків річних витрат на експлуатацію обладнання

Найменування показників	Значення
Балансова вартість, грн	3 185 403
Ліквідаційна вартість, грн	318 540
Термін використання, років	15
Середній коефіцієнт використання	0,55
Амортизаційні відрахування на рік, грн	191 125
Витрати електроенергії, кВт	135 850
Ціна електроенергії для побутових споживачів, грн /кВт*	2,64
Вартість електроенергії, грн	33360
Сервіс, грн	90000

Інші витрати, грн	35 000
Всього витрат, грн	349485

Ціни за електроенергію приймаємо 2.64 грн/Квт [36]

Визначення необхідної кількості персоналу для виконання виробничої програми. (табл. 4.14)

Таблиця 4.14 Організаційна структура підприємства

Посада	Кількість працівників
Адміністративний персонал	
Бухгалтер	1
Загальновиробничий персонал	
Менеджер	1
Робітники	11 працівників*1 зміну

Визначення фонду оплати праці працівників (табл. 4.15)

Таблиця 4.15 Результати розрахунків тарифних ставок робітників

Розряд	Прожитковий мінімум, грн	Коефіцієнт співвідношення мінімальної тарифної ставки до прожиткового мінімуму	Розрядний коефіцієнт	Тарифна ставка на місяць, грн	Тарифна ставка на людину-зміну, грн
I					
II					
III					
IV	2684*	2,5			
V			2,8	18788	939,4
VI					

* - прожитковий мінімум, для працездатних осіб. [37]

Далі рахують річні витрати на оплату праці робітників (табл. 4.16)

Доплату за роботу у вечірній та нічний час, не враховують, адже працює виробництво в 1 зміну.

Для оплати чергових відпусток приймають 24 доби відпустки [35].

$$\text{Опл. черг. відп.} = \text{Сум. зар. пл. за рік} \div 12 \div 30 \times 24$$

ЄСВ приймають 22% [38].

Таблиця 4.16 Результати розрахунків річних витрат на оплату праці робітників

№ з/п	Показник	Значення
1	Загальна чисельність робітників	11
2	Місячна тарифна ставка, грн	18/788
3	Сума заробітної плати усіх робітників за рік, грн	2 480 016
4	Оплата чергових відпусток, грн	165 335
5	Загальна сума заробітної плати, грн	2 645 351
6	Єдиний соціальний внесок, грн	581 978
7	Всього витрат на оплату праці, грн	3 227 329

Розрахунок фонду оплати праці (табл. 4.17) загальнопромислового та адміністративного персоналу проводять наступним чином:

Приймають посадовий оклад

Для бухгалтера - 20000 грн;

Для менеджерів – 25000 грн;

Премії приймають 15% від посадового окладу.

Приймають коефіцієнт участі:

Для бухгалтера – 1;

Для менеджерів – 1;

Всі інші показники приймаються за аналогією до робочого персоналу.

Оплату відпустки розраховують за формулою [35]:

$$\text{Опл. відп.} = (\text{Посад. докл.} + \text{премії}) / 12 \quad (4.4)$$

Де: 12 – кількість місяців в році.

Таблиця 4.17 Результати розрахунків річних витрат на оплату праці адміністративного і загальнопромислового персоналу

№ з/п	Посада	Кількість	Заробітна плата на один місяць, грн					Коефіцієнт участі	Разом за рік, грн	
			Оклад, грн	Премії, надбавки		Оплата відпусток, грн	Всього, грн		Для штатної одиниці	Для всіх працівників
				%	грн					
1	бухгалтер	1	20000	15	3000	1917	24917	1	299004	299004
2	менеджер	1	25000	15	3750	2396	31146	1	373752	373752
Разом										672756
ЄСВ 22%										148007
Всього										820763

Далі розраховують планові надходження від реалізації продукції (табл.4.18).

Таблиця 4.18 Розрахунок планових надходжень від реалізації продукції

Найменування продукції	Річна програма, м³	Вартість з ПДВ*, тис. грн	Вартість без ПДВ, тис. грн
Тумба під умивальник	500	14400	12000

Податок на додану вартість = 20% [39].

Рентабельність рахують таким чином [35]:

НУБІП України

$$\text{Рент.} = \frac{\text{Приб.}}{\text{Витр.}} \times 100 \quad (4.5)$$

Результати розрахунків наведено в табл. 4.19

Таблиця 4.19 Результати розрахунків собівартості, витрат, прибутку

№ з/п	Показник	Од. вим.	Значення
1	Витрати на оплату праці робітників з ЄСВ	тис. грн	3 227,3
2	Вартість сировини	тис. грн	2 394,8
3	Вартість електроенергії	тис. грн	880,7
4	Амортизаційні відрахування	тис. грн	1 911,2
5	Інші прямі витрати (сервіс, інші)	тис. грн	125
6	Всього прямих витрат	тис. грн	8 539
7	Заробітна плата загальнопромислового персоналу	тис. грн	448,5
8	Інші загальнопромислові витрати (15% від ЗП)	тис. грн	67,3
9	Всього загальнопромислових витрат	тис. грн	515,8
10	Разом виробнича собівартість	тис. грн	9 054,8
11	Заробітна плата адміністративного персоналу	тис. грн	358,8
12	Інші адміністративні витрати (20% від ЗП)	тис. грн	53,8
13	Всього адміністративних витрат	тис. грн	412,6
14	Разом витрат операційної діяльності	тис. грн	9 467,4
15	Вартість реалізованої продукції	тис. грн	12 000
16	Операційний прибуток	тис. грн	2 532,6
17	Рентабельність операційної діяльності	%	26,8

Дані розраховують беззбитковий обсяг виробництва за реалізації одного виду продукції [35]:

$$N = \frac{\text{ПВ}}{(\text{Ц} - \text{ЗВод})} \quad (4.6)$$

N – обсяг продукції, що забезпечує беззбиткове виробництво, м³;

ПВ – загальна сума постійних витрат за рік, грн,

Ц – ціна одиниці продукції без ПДВ;

$ZV_{0:n}$ – вартість змінних витрат на одиницю продукції, грн.

Для розрахунку окупності проекту (табл. 4.20) коефіцієнт дисконтування визначають з урахуванням ставки дисконту (відсотка інтересу), який приймають 20 %.

Коефіцієнт визначають за формулою [35]:

$$Kd = 1 / (1 + r)^n \quad (4.7)$$

$Kd = 1 / (1 + r)^n$, де:

r – ставка дисконту;

n – порядковий номер періоду (1, 2, 3 роки).

Таблиця 4.20 Результати розрахунків окупності проекту

Місяці	Дохід, тис. грн		Витрати, тис. грн	Прибуток тис. грн	K_d	Дисконтований прибуток	Окупність проекту
	валовий	чистий					
1	0	0	3185,4	-3185,4	1	-3185,4	-3185,4
2	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-2939,96
3	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-2694,52
4	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-2449,08
5	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-2203,64
6	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-1958,2
7	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-1712,76
8	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-1467,32
9	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-1221,88
10	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-976,44
11	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-731
12	1 200	1 000	754,56	245,44	1	245,44	-485,56
13	1 200	1 000	754,56	245,44	0,83	203,7152	-281,8448
14	1 200	1 000	754,56	245,44	0,83	203,7152	-78,1296
15	1 200	1 000	754,56	245,44	0,83	203,7152	125,5856

Результати проведення розрахунків показали терміни окупності проекту. Можна побачити, що після 15 місяців, підприємство почало отримувати прибуток. Для зменшення строку окупності, можна підвищити ціну, або збільшити річну програму.

4.3 Рекомендації по вибору матеріалів та експлуатації меблів для ванних кімнат

У приміщенні, де зберігаються або експлуатуються меблі, рекомендується дотримуватися вологісного режиму, і відносна вологість в приміщенні повинна становити 45-70%. Істотне відхилення від зазначеного режиму призводять до значного погіршення споживчих якостей меблів. Не слід підтримувати протягом тривалого часу умови крайньої вологості чи сухості у приміщенні, а тим більше – їх періодичної зміни. З часом такі умови можуть вплинути на цілісність меблевих виробів або їх елементів. [40]

Важливо вибирати матеріали, які не пошкоджуються від вологості. Деревина може бути вразливою до вологості, тому краще використовувати дерев'яні види, які є стійкими до гнильцю і розкладання, такі як дуб або тик, також можна використовувати плитні матеріали на яких волога має мінімальний вплив. Інші матеріали, такі як пластик та метал, також можуть бути стійкими до вологості.

Меблі можна обробити водовідштовхуючими фінніями, лаком або використовувати пропитки щоб захистити їх від впливу вологості.

Водонепроникні фарби або лаки можуть бути корисними для збереження меблів у вологому середовищі.

Слід забезпечити відповідну вентиляцію в приміщенні з підвищеною вологістю, щоб уникнути конденсації і накопичення вологості в приміщенні.

Це допоможе зберегти меблі в гарному стані.

Необхідно уникати розміщення меблів на мокрій підлозі або в прямому контакті з підлогою, яка може бути вологою. Слід використовувати підставки або ніжки для підняття меблів від підлоги.

Регулярний догляд і підтримка стану меблів є важливими для збереження їх якості. Вологість може спричиняти розвиток плісняви і грибків, тому слід ретельно чистити та доглядати за меблями.

Способи збереження якості дерев'яних виробів

- Важливо контролювати рівень вологості у приміщенні, де зберігаються дерев'яні вироби. Використовуються зволожувачі або осушувачі повітря для підтримання оптимального рівня вологості.

- Потрібно забезпечити ефективну вентиляцію, щоб уникнути збільшення вологості в приміщенні. Правильна вентиляція допоможе підтримувати стабільний рівень вологості.

Не допускається прямий контакт з водою, якщо встановлювати меблі в ванній кімнаті, використовуйте ніжки, або опори.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано основні властивості матеріалів які використовуються для виготовлення меблів. Визначено основні переваги та недоліки використання тих чи інших матеріалів. Проведено аналіз приміщень з високою вологістю повітря, в якому вказано відсоток вологості в цих приміщеннях та методи регулювання. Наведено приклади впливу вологості на фізико-механічні властивості деревини.

2. Проведено огляд та аналіз характеристик, деревинних матеріалів.

За методом аналізу ієрархії визначено пріоритетний матеріал – плити HPL,

для виготовлення виробів який краще використовувати в приміщеннях з високою вологістю повітря.

3. Описано методику проведення досліджень та результати дослідження. За результатами проведених досліджень встановлено, що матеріал MDF має найменший коефіцієнт вологопоглинання та набрякання, а саме зміни розмірів по площі дорівнюють 0,073 мм, та зміна вологості матеріалу дорівнює 7,2%. Тому для виготовлення меблів в приміщенні з високою вологістю повітря за основу обрано плити MDF. Для зменшення набрякання основу з MDF крайкують крайкою ABS, та личкують плитами

HPL, адже саме HPL має найнижче вологопоглинання серед представлених на ринку деревинних матеріалів але його максимальна товщина 5мм.

4. Розроблено конструкцію кутової тумби під умивальник, підібрана фурнітури. Наведено технологічний процес виготовлення кутової тумби під умивальник, та розраховані витрати на її виробництво. Проведено розрахунок окупності виготовлення даного виробу, результати якого показали, що окупність виготовлення настає на 15 місяць виробництва, та наведені рекомендації по зменшенню цього терміну. Наведені рекомендації по експлуатації та вибору матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Меблі. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Меблі> (Дата звернення 24.09.2023)

2. Дячун З.Ю Конструювання меблів: Навчальний посібник: Київ: Києво-Могилянська академія 2011р. 378с.

3. [Wood as a primary selection of material for furniture production](https://www.researchgate.net/publication/337308101) URL: <https://www.researchgate.net/publication/337308101> Wood as a primary selection of material for furniture production (Дата звернення 24.09.2023).

4. Фото шафи URL : <https://assets.wfcdn.com/im/60347618/compr-185/2098/209860857/one-solid-wood-freestanding-bathroom-storage-furniture-set.jpg> (Дата звернення 28.09.2023)

5. MDF or Solid Wood Furniture: What are the Advantages and Disadvantages? URL: <https://www.paradeofhomes.org/blog/mdf-solid-wood-furniture-advantages-disadvantages/> (Дата звернення 24.09.2023).

6. Advantages and Disadvantages of Plywood URL: <https://civiltoday.com/civil-engineering-materials/timber/204-advantages-and-disadvantages-of-plywood> (Дата звернення 24.09.2023).

7. What is chipboard and what is it used for? URL: <https://www.laver.co.uk/blog/what-is-chipboard-and-what-is-it-used-for.html> (Дата звернення 24.09.2023)

8. Controlling Humidity in Exercise and Endless Pool Rooms. URL: <https://www.dehumidifiercorp.com/blog/controlling-humidity-in-exercise-and-endless-pool-rooms/> (Дата звернення 24.09.2023).

9. Фото приміщення з басейном. URL : <https://house-mix.com.ua/wp-content/uploads/2021/10/1452.jpg> (Дата звернення 28.09.2023).

10. How Hot is a Sauna: What's the Best Sauna Temperature and Humidity? URL: <https://saunagenius.com/sauna-temperature-and-humidity/> (Дата звернення 24.09.2023).

11. An Eco-Energetic Performance Comparison of Dehumidification Systems in High-Moisture Indoor Environments. URL: <https://www.rndci.com/2075-3447/13/11/6824> (Дата звернення 24.09.2023).

12. Вологість в лазні усуваємо за допомогою осушувачів повітря. URL: <https://pobut.lviv.ua/articles/vlazhnost-v-bane-ustranyaem-problemu-osushitel-n-vozdusha> (Дата звернення 24.09.2023).

13. Bathroom habits falling short. URL: <https://www.buildmagazine.org.nz/index.php/articles/show/bathroom-habits-falling-short> (Дата звернення 24.09.2023).

14. Фото приміщення з сауною. URL: <https://tradewood.com.ua/images/portfolio/saunas/6.jpg> (Дата звернення 28.09.2023).

15. Фото приміщення з ванною. URL: <https://pragmatika.media/wp-content/uploads/2021/06/ElioPM31may-12.webp> (Дата звернення 28.09.2023).

16. Вологість в кухні: причини появи вологи і способи її усунення. URL: <https://vencon.ua/ua/articles/syrost-v-kukhne-prichiny-poyavleniya-vlazi-i-sposoby-ee-ustraneniya> (Дата звернення 24.09.2023).

17. Bathroom habits falling short. URL: <https://www.buildmagazine.org.nz/index.php/articles/show/bathroom-habits-falling-short> (Дата звернення 24.09.2023).

18. Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074971619479783152?doc_type=2 (Дата звернення 24.09.2023).

19. Фото кухні. URL: https://elnova.ua/wp-content/uploads/2016/08/gerbera_hotspot.jpg (Дата звернення 28.09.2023).

20. Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. URL: <https://e->

construction.gov.ua/laws_detail/3074971619479783152?doc_type=2 (Дата звернення 24.09.2023).

21. Вплив вологості на деревину URL: <https://joiner.org.ua/materialoznastvo-derevoobrobka/vplyv-volohy-na-derevynu.html> (Дата звернення 24.09.2023).

22. Фото деформації стільниці URL: <https://www.popularwoodworking.com/editors-blog/finishing-both-sides-does-not-prevent-warping> (Дата звернення 01.10.2023).

23. Фото тріщин виробу з деревини URL: https://miro.medium.com/v2/resize:fit:828/format:webp/1*ztsVUCfk1itfbM1R79_5gA.png (Дата звернення 01.10.2023).

24. Фото дефектів лакофарбового покриття, від впливу вологості URL: <https://www.difrancowallpaper.com/wp-content/uploads/2017/06/water-damaged-sink-cabinet.jpg> (Дата звернення 01.10.2023).

25. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. Інноваційні технології оброблення деревини. URL: https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/622057/mod_resource/content/2/Метод-Іннов%20ГОД%20КП.pdf (Дата звернення 03.10.2023).

26. Формула усихання деревини. URL: <https://joiner.org.ua/materialoznastvo-derevoobrobka/vplyv-volohy-na-derevynu.html> (Дата звернення 11.10.2023).

27. Малахова О.С. Методичні вказівки до виконання конструкторської частини курсового проекту з дисципліни «Технологія виробів з деревини / О.С. Малахова, Н.В.Марченко. – К. : ВЦ НУБіП України, 2011. – 34 с.

28. Технічний опис клею Termolite TE-45. URL: <https://sp-master.com.ua/ua/p1033966224-klej-dlva-kromki.html> (Дата звернення 25.10.2023).

29. Технічний опис клею KLEIBERIT 605.1. URL: <https://yegho.com.ua/p1524114875-klej-kleiberit-6051.html> (Дата звернення 25.10.2023).

30. Магазин матеріалів ВіАР. URL: <https://vivar.ua/ua/> (Дата звернення 25.10.2023).

31. Клей Kleiberit 605.1. URL: <https://legno.com.ua/p1524114875-klej-kleiberit-6051.html> (Дата звернення 25.10.2023).

32. Клей TERMOLITE TE-45. URL: <https://ukrles.kiev.ua/ru/klei-dlya-komki-qs-adhesivos/222-qs-termolite-te-45-25-kg.html> (Дата звернення 25.10.2023).

33. Марченко Н.В., Мазурчук С.М. Проектування деревообробних підприємств. Методичні вказівки до вивчення курсу з дисципліни «Проектування деревообробних підприємств» для студентів ОКР «Бакалавр» лісогосподарського факультету очної та заочної форм навчання в напрямку підготовки 6.051801 «Деревооброблювальні технології». – К.: НУБіП України, 2015. – 160 с. (Дата звернення 26.10.2023).

34. Пінчевська О.О. Методичні вказівки до вивчення курсу з дисципліни «Проектування деревообробних підприємств» для студентів спеціальності «Технологія деревообробки» / О.О.Пінчевська, Н.В.Марченко – К.: НУБіП України, 2010. – 60 с. (Дата звернення 26.10.2023).

35. Практична робота з дисципліни «Планування на підприємствах деревообробної промисловості». URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/assign/view.php?id=144458> (Дата звернення 26.10.2023).

36. Ціни за електроенергію за від 1 червня 2023 року. URL: <https://tsn.ua/ukrayina/pidvischennya-cin-na-elektroenergiyu-yaka-suma-u-platizhah-bude-u-lipni-2361463.html> (Дата звернення 26.10.2023).

37. Прожитковий мінімум для працездатних осіб. URL: <https://pon.org.ua/novyny/10043-prozhytkovyi-minimum-2023.html> (Дата звернення 26.10.2023).

38. Мінімальний розмір єдиного соціального внеску. URL:

<https://sys2biz.com.ua/news/ostannij-den-splaty-yesy-za-3-kvartal-19-zhovtnya-2023/> (Дата звернення 26.10.2023).

39. Питання оподаткування податком на додану вартість послуг (ПДВ).

URL: https://minjust.gov.ua/m/str_7145 (Дата звернення 26.10.2023).

40. Рекомендації з експлуатації меблів у ванній кімнаті. URL:

<https://yashimebli.com/pravila-eksploatacziyi/> (Дата звернення 28.10.2023).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТОК А

НУБІП України

Результати вимірювання характеристик зразків MDF до експерименту

Таблиця А.1
MDF до

MDF			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага г
1	5,03x5,03	19,13	37,89
2	5,02x5,02	19,13	38,33
3	5,03x5,03	19,12	37,85
4	5,02x5,02	19,10	38,53
5	5,03x5,03	19,13	38,54
6	5,03x5,03	19,13	38,76
7	5,03x5,19	19,25	40,25
8	5,03x5,03	19,13	38,37
9	5,03x5,03	19,16	38,50
10	5,03x5,03	19,11	38,75
11	5,03x5,03	19,13	38,33
12	5,03x5,03	19,12	38,80
13	5,03x5,03	19,14	37,80
14	5,03x5,03	19,11	38,32
15	5,03x5,03	19,11	39,25
16	5,03x4,99	19,27	38,34
17	5,03x5,03	19,15	37,75
18	5,03x5,03	19,17	38,18
19	5,03x5,03	19,12	37,84
20	5,03x5,03	19,12	38,28

Таблиця А.2

Результати вимірювання характеристик фанери до експерименту

Фанера			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага г
1	5,03x5,03	18,40	29,51
2	5,02x5,02	18,42	28,28
3	5,03x5,03	18,36	30,64
4	5,03x5,03	18,36	28,86
5	5,03x5,03	18,37	31,52
6	5,03x5,03	18,39	29,62
7	5,04x5,04	18,36	31,96
8	5,02x5,02	18,37	30,74
9	5,03x5,03	18,35	30,05
10	5,02x5,02	18,39	27,18
11	5,02x5,02	18,39	28,10
12	5,02x5,02	18,38	29,24
13	5,03x5,03	18,34	30,01
14	5,20x5,03	18,31	32,40
15	5,02x5,02	18,38	31,72
16	5,02x5,02	18,36	31,07
17	5,02x5,02	18,37	30,01
18	5,02x5,02	18,36	30,00
19	5,03x5,03	18,36	29,89
20	5,03x5,03	18,38	30,35

Результати вимірювання характеристик ДСП до експерименту

ДСП			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага г
1	5,02x5,02	18,09	29,64
2	5,02x5,02	18,09	29,86
3	5,02x5,02	18,12	29,59
4	5,02x5,02	18,10	29,39
5	5,02x5,02	18,09	29,58
6	5,02x5,02	18,08	29,23
7	5,02x5,02	18,07	29,72
8	5,01x5,01	18,09	29,56
9	5,02x5,02	18,10	29,50
10	5,02x5,02	18,12	29,84
11	5,02x5,02	18,07	29,85
12	5,01x5,01	18,10	29,71
13	5,02x5,02	18,07	29,25
14	5,02x5,02	18,07	29,48
15	5,02x5,02	18,12	29,57
16	5,01x5,01	18,13	29,46
17	5,03x5,03	18,12	30,32
18	5,03x5,03	18,07	29,56
19	5,02x5,02	18,09	29,51
20	5,02x5,02	18,07	29,61

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Результати вимірювання характеристик MDF після експерименту

MDF			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага
1	5,05x5,04	20,11	39,88
2	5,05x5,04	20,16	40,46
3	5,04x5,03	20,27	39,95
4	5,04x5,04	20,16	40,72
5	5,04x5,04	20,11	40,81
6	5,05x5,04	20,07	40,73
7	5,05x5,20	20,41	42,51
8	5,03x5,04	20,10	40,42
9	5,04x5,04	20,13	40,58
10	5,03x5,03	20,17	40,84
11	5,04x5,04	20,04	40,36
12	5,04x5,03	20,10	40,97
13	5,03x5,03	20,06	39,86
14	5,03x5,03	20,25	40,49
15	5,03x5,04	20,19	41,43
16	5,03x5,0	20,39	40,52
17	5,03x5,03	20,25	39,90
18	5,03x5,03	20,29	40,35
19	5,03x5,03	20,12	39,88
20	5,03x5,03	20,10	40,24

Таблиця Б.2

Результати вимірювання характеристик фанери після експерименту

Фанера			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага г
1	5,03x5,04	18,81	31,99
2	5,03x5,03	18,73	30,45
3	5,04x5,04	18,82	32,92
4	5,03x5,04	18,82	31,50
5	5,03x5,04	18,93	34,13
6	5,04x5,04	18,92	32,24
7	5,04x5,04	19,12	34,99
8	5,04x5,04	18,85	33,20
9	5,03x5,03	18,87	32,56
10	5,03x5,03	18,85	29,44
11	5,03x5,04	18,84	30,52
12	5,03x5,03	18,91	31,75
13	5,04x5,03	18,92	32,80
14	5,22x5,04	18,86	35,12
15	5,04x5,04	18,95	34,85
16	5,03x5,03	18,83	33,70
17	5,03x5,04	18,87	32,80
18	5,04x5,03	18,91	32,53
19	5,04x5,04	18,89	32,43
20	5,04x5,04	19,03	33,32

Таблиця Б.3

Результати вимірювання характеристик ДСП після експерименту

ДСП			
№	Ширина та довжина мм	Товщина мм	Вага г
1	5,03x5,03	19,18	31,56
2	5,02x5,03	19,03	31,78
3	5,02x5,03	19,11	31,56
4	5,03x5,03	19,04	31,31
5	5,03x5,03	19,21	31,49
6	5,03x5,04	19,18	31,18
7	5,03x5,03	19,03	31,58
8	5,03x5,04	19,10	31,41
9	5,03x5,03	19,06	31,33
10	5,03x5,03	19,12	31,71
11	5,04x5,04	19,16	31,79
12	5,04x5,03	19,21	31,70
13	5,03x5,04	18,95	31,02
14	5,03x5,04	19,05	31,46
15	5,03x5,03	19,08	31,43
16	5,02x5,03	19,19	31,52
17	5,04x5,04	19,11	32,28
18	5,05x5,05	19,09	31,56
19	5,02x5,03	19,04	31,33
20	5,04x5,04	19,11	31,55

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Початкова вологість матеріалів

W, %			
№	MDF	Фанера	ДСП
1	10	8,3	9,2
2	10,1	8,1	8,8
3	9,8	8,6	9
4	10,2	8,2	8,9
5	9,9	8,6	9,3
6	9,8	8,2	8,7
7	10	8,5	9,5
8	9,7	8,3	8,5
9	10,2	8,4	9,1
10	10	8,1	8,9
11	10,1	8,2	9,3
12	10	8,5	8,4
13	9,9	8,3	9,6
14	10,1	8,2	8,2
15	10	8,4	9,7
16	10,1	8,1	8,3
17	10,2	8,4	9,8
18	9,7	8,2	8,3
19	10,2	8,3	9,8
20	10	8,0	8,5
Середнє значення	10,00	8,3	9,0