

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

УДК 684.43.07

НУБІП України

ПОРОДЖЕНО

Директор ННІ
лісового і садово-паркового
господарства

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
технологій та дизайну виробів з
деревини

Лакида П.І. Пінчевська О.О.
(підпис) (підпис)
« » 2022 р. « » 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

на тему: «Вибір клейової композиції, що забезпечує міцне шпигове з'єднання дерев'яного каркасу м'яких меблів»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Освітня програма 187 Деревообробні та меблеві технології

Магістерська програма: Сучасні деревооброблювальні технології

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програм
д.т.н., проф.

Пінчевська О.О.

Керівник магістерської роботи
д.т.н.

(підпис)

Пінчевська О.О.

(підпис)

Виконав

Ерамова О.С.

НУБІП України

(підпис)

Київ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

ІНІ ЛіСП

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Пінчевська О.О.

“ ” 2021 року

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Егамовій Олені Сергіївні

НУБІП України

Спеціальність: 187 Дерев'яні та меблеві технології

Освітня програма: «Дерев'яні та меблеві технології»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Вибір клейової композиції, що забезпечує міцне шипове з'єднання дерев'яного каркасу м'яких меблів»

затверджена наказом ректора НУБІП України від “19” 10 2021 р. №1766 «с»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 07.11.2022 р.

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

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз клейових композицій, що використовуються у виготовленні м'яких меблів

2. Аналіз конструкцій м'яких меблів та видів з'єднань

3. Вплив вологості дерев'яного каркасу на якість клейового з'єднання

4. Вибір пріоритетної клейової композиції

Дата видачі завдання 10.11.2021р

Керівник магістерської роботи Пінчевська О.О.

Завдання прийняв до виконання Егамова О.С.

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи мить 78с., рис.43, табл.26, 29 джерел.

Об'єкт дослідження: процес виготовлення дерев'яних каркасів для м'яких меблів.

Предмет дослідження: якісні характеристики клейових композицій

Мета роботи: розробити рекомендації щодо покращення міцного шипового з'єднання дерев'яного каркасу м'яких меблів шляхом вибору пріоритетної клейової композиції.

Завдання:

1. Провести аналіз сировинної і технічної бази обраного підприємства.
2. Розглянути особливості клейових композицій, та вибрати ту, яка забезпечить міцне шипове з'єднання дерев'яного каркасу.

3. Запропонувати рекомендації щодо покращення роботи виробництва.

Методи дослідження: аналітичний – для конструкцій м'яких меблів та клейових композицій, що використовуються для з'єднання дерев'яного каркасу; теоретичний – для визначення пріоритетної клейової композиції із застосуванням методів нечіткої логіки – експертного методу, методу розставляння пріоритетів та методу аналізу ієрархій, експериментальний – для визначення вологості дерев'яних деталей каркасу.

Магістерська робота складається з чотирьох розділів. Перший розділ присвячений аналізу конструкцій м'яких меблевих виробів, з'єднань дерев'яного каркасу та клейових композицій, які використовуються для цього.

У другому розділі розглянуто особливості будови деревини ясеня, наведені результати експериментальних досліджень вологості меблевих заготовок та запропоновану пропозицію для забезпечення необхідної кінцевої вологості

Теоретичні розрахунки, наведені у третьому розділі дозволили визначити пріоритетну клейову композицію. У четвертому розділі проаналізовано недоліки роботи підприємства та наведено рекомендації щодо вдосконалення його роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ВИГОТОВЛЕННІ М'ЯКИХ МЕБЛІВ	6
1.1 Опис підприємства з виготовлення м'яких меблів.	7
1.2 Аналіз конструкцій м'яких меблів та їх компонентів.....	16
1.3 Види з'єднань дерев'яного каркасу м'яких меблів.....	22
1.4 Огляд клейових композицій	30
Розділ 2 ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВ'ЯНОГО КАРКАСУ М'ЯКИХ МЕБЛІВ НА ЯКІСТЬ КЛЕЙОВОГО З'ЄДНАННЯ	33
2.1. Особливості будови деревини ясеня.....	33
2.2. Методика та результати досліджень вмісту вологи меблевих заготовок з деревини ясеня	37
2.3. Розрахунок необхідної кількості сушильних камер для якісного висушування заготовок з деревини ясеня	42
Розділ 3 ВИБІР КЛЕЙОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ.....	48
3.1. Опис обраних клейових композицій	48
3.2. Визначення пріоритетної клейової композиції за методом розставлення пріоритетів	53
3.3. Визначення пріоритетної клейової композиції за методом аналізу ієрархії	61
Розділ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА.....	67
4.1 Недоліки організації підприємства та пропозиції щодо покращення	67
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

ВСТУП

Меблеве виробництво – це не тільки якісні фасадні та фурнітура. Якісний клей для меблів – запорука міцності, стійкості і довговічності конструкції, яку в підсумку отримують після складання. Саме тому меблевий ринок пропонує з величезний, без применшення, вибір клеїв, матеріалів, що відрізняються між собою фізико-хімічними характеристиками. Можна зустріти контактний клей для меблів, аерозольний, або ж спрей. Об'єднує одне – надійне скріплення елементів конструкції.

Якщо вам необхідно обрати клейову композицію для виробництва м'яких меблів, то спочатку потрібно спиратися на те, щоб вибір припав на продукт, який би відповідав наступним критеріям: висока міцність склеювання, нетоксичність, стабільність в зберіганні, волого-і термостійкість. Однією з найважливіших властивостей переклеєних конструкцій є, в першу чергу, забезпечення їх міцності та надійності за певний термін служби цих конструкцій.

Конструкція каркасів м'яких меблів з часом не зазнала особливих змін, то ж сидіння, ті ж ніжки, спинка. Єдине, що змінилося - використання матеріалів у їх виготовленні. Природно, що сучасний світ диктує нам і нові матеріали, раніше не відомі людству.

Сьогодні виготовляють каркасів м'яких меблів з різних матеріалів, часом їх вдало комбінують, але популярність дерева, як матеріалу для виробництва каркасів, з роками не зменшується, а навпаки збільшується. Які ж породи дерев застосовуються виробниками для виготовлення каркасів? Їх досить багато і всі вони екологічні і красиві, мають неповторну унікальну текстуру і відмінні експлуатаційні якості. До них відносяться – бук, дуб, береза, ясен, модрина, сосна.

Розділ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ВИГОТОВЛЕННІ М'ЯКИХ МЕБЛІВ

1.1. Опис підприємства з виготовлення м'яких меблів

Підприємство ТОВ «МЕЙВЕН ГРУП» спеціалізується на виготовленні м'яких меблів для за індивідуальним замовленням. Підприємство розташоване в місті Черноморськ за адресою: вул. Промислова 1. Компанія діє згідно Статуту від 15.08.2021 р. Основними приміщеннями є цех та офіс. Замовлення на виготовлення виробу приймають в офісі. В цеху виготовляють вироби і складають.

На підприємстві поряд з основними є також допоміжні приміщення: склади сировини та матеріалів. В складах сировини зберігаються текстильні матеріали, лакофарбові матеріали а також склад готової продукції де зберігаються готові вироби для реалізації. Всі матеріали поставляються на підприємство автотранспортом.

У своєму розпорядженні підприємство має устаткування, технологію і матеріали для виготовлення корпусних меблів за індивідуальним замовленням. При проектуванні меблів на замовлення дизайнер враховує правила ергономіки і функціональні вимоги.

Штабна чисельність працівників складає 12 чоловік.



Рис. 1. Команда підприємства «МЕЙВЕН ГРУП»

На підприємстві використовують такі верстати.

Фуговальний станок АЗ-41А Hammer (рис.1.2), який має наступні параметри.

- двигуни 4,0 К. С. (5,5кВт)
- ширина стругання макс. 410 мм
- довжина фуговання 1700 мм
- 3-х ножовий строгальний вал
- строгальний упор з кутом повороту від 90 до 45 градусів



Рис.1.2 Фуговальний станок АЗ-41А Hammer

Безпосадовча промислова швейна машина Turisal GC 0617D зі збільшеним човником і потрійним механізмом просування матеріалу. При такому вигляді просування, матеріал переміщається за допомогою нижньої рейки, голководу і крокуючої ланки, тобто за рахунок трьох рушійних механізмів. Таким чином, під час переміщення забезпечується надійна фіксація всіх шарів сточуючих матеріалів по відношенню один до одного.

Дана модель ідеально підходить для пошиття виробів зі шкіри та надважких матеріалів: поясних ременів, рюкзаків, клатчів, сумок, автомобільних чохла, меблевої оббивки, тентів.



Рис.1.3 Машина швейна промислова GC0617D

Також для роботи з текстильними матеріалами використовують пересувний шабельний розкрійний сервоніж TYPE SPECIAL 12, який має наступні характеристики:

- робоча напруга 220V;
- потужність 250 Вт;
- робоча висота настилу до 6 см
- вага 9кг.



Рис.1.4 Пересувний шабельний розкрійний сервоніж TYPE SPECIAL

Станок ЧПУ MTech F1313 Pro це високопродуктивний фрезерний верстат з числовим програмним керуванням та робочим полем 1300x1300x150 мм.



Рис.1.4 Станок ЧПУ MTech F1313 Pro

Відмінною особливістю цього фрезерного верстата по дереву та м'яким металам є зубчата рейка по осях X та Y, що забезпечує значну швидкість переміщення для столів такого розміру. Продуктивність, точність та потужний шпindel робить цей фрезерний верстат з ЧПУ універсальним інструментом у будь-якій майстерні з виготовлення рекламних виробів, меблів, сувенірів тощо.

Вже в базовій комплектації на верстаті використовується потужний шпindel на 3000Вт, квадратні напрямні Hiwin HGR20, автомастило направляючих, стіл для вакуумного та механічного притиску заготовки, DSP-пульт Richauto A11 та ряд інших покращень.

Кутова шліфувальна машина GL-280 (рис.1.5) використовується для різки габаритного металу товщиною стінки до 5 мм (труба звичайна та профільна, швелер) та його шліфування зачисним кругом. Ідеально підійде

для виконання швидких вертикальних різів габаритного металу, звичайного та армованого бетону.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІ



ІНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Рис.1.5 1GP-A16 оббивний скобозабивний пневмопістолет

Пневмостеплер PREBENA 1GP-A16 (рис.1.6) застосовується для оббивки м'яких меблів, зшивання декоративних виробів, оббивки стін тканиною, зшивання країв картону, шкіри та іншого.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІ



ІНИ

НУБІ

ІНИ

Рис.1.6 Пневмостеплер PREBENA 1GP-A16

Основна лінійка виробів підприємства представлена в основному для сегменту HORECA.

НУБІП УКРАЇНИ

Процес виробництва текстильних виробів, а саме: подушки для дивана, складається з наступних технологічних операцій (рис.1.7):

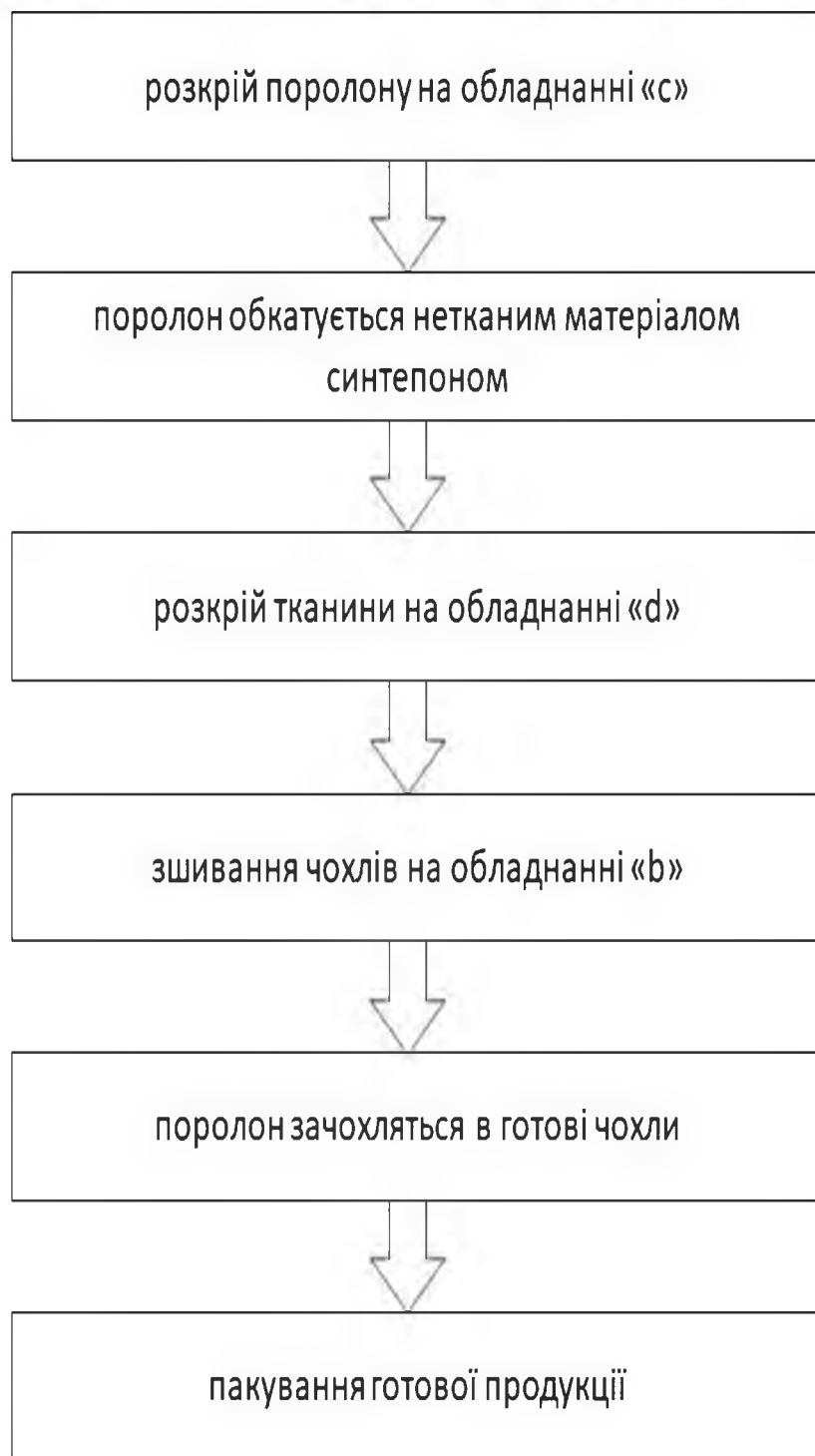


Рис. 1.7 Типова схема виробництва подушок

Процес виробництва товару стільців (рис.1.8) з металевим каркасом, полягає в наступних технологічних операціях:



Рис.1.8 Типова схема виробництва стільця з металевим каркасом

НУБІП України

Процес виробництва гсвару стільців з металевим каркасом з шкіряною оббивкою (рис.1.9), полягає в наступних технологічних операціях:



Рис.1.9 Типова схема виробництва стільця з металевим каркасом з шкіряною оббивкою

НУБІП України

Процес виробництва крісла з фанерним каркасом та шкіряною оббивкою (рис. 1.10), полягає у наступному:

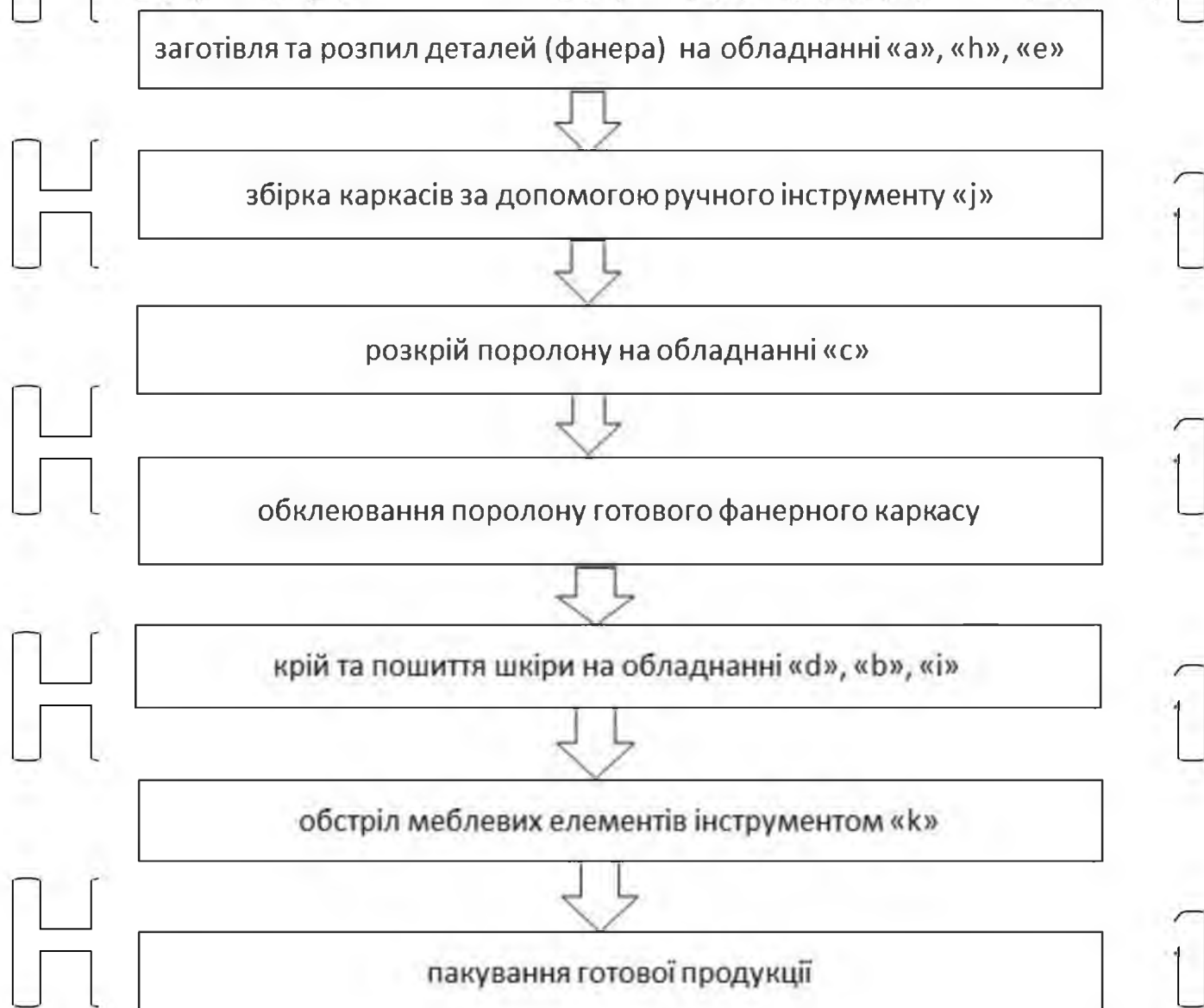


Рис. 1.10. Типова схема виробництва крісла з фанерним каркасом та шкіряною оббивкою

Процес виробництва крісла (рис.1.11) з дерев'яним каркасом (фанера та пиломатеріали), полягає у наступному:

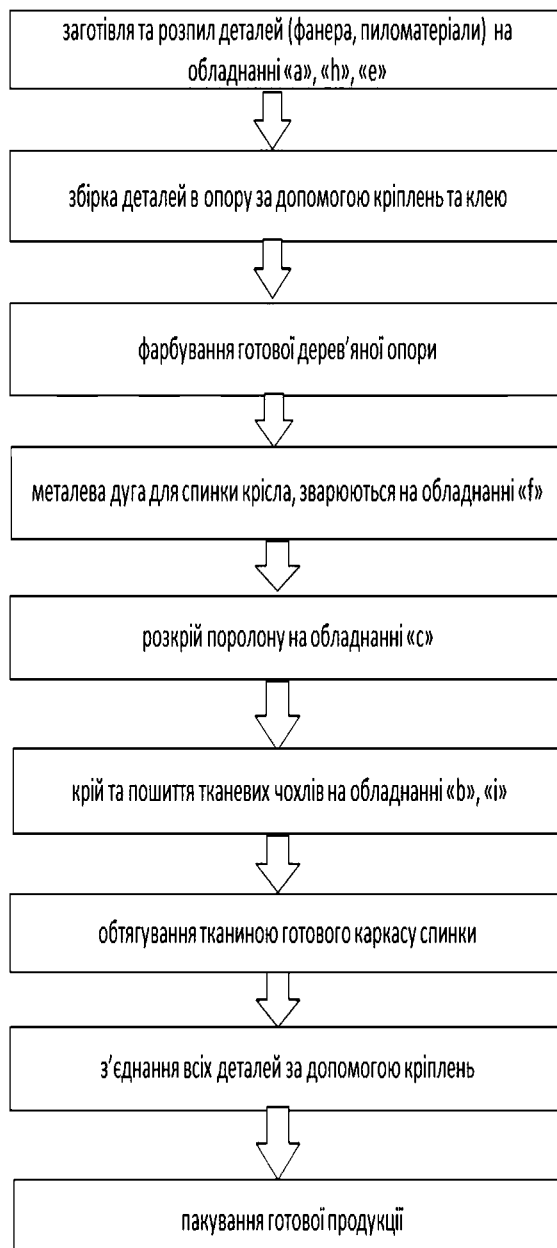


Рис.1.11 Типова схема виробництва крісла (рис.1.10) з дерев'яним каркасом

Конструкторський відділ забезпечений 3D-програмами, зокрема ПО «3D-constructor» та «Autocad» для конструювання виробів з плитних матеріалів, та «3D MAX» для візуалізації.

1.2. Аналіз конструкцій м'яких меблів та їх компонентів

Основними типами меблевих виробів для сидіння і лежання є ліжка, дивани, дивани-ліжка, кушетки, тахти, банкетки, стільці, крісла робочі, крісла для відпочинку, крісла-качалки, шезлонги, лави.

Ліжка можуть бути одинарні (шириною не більше 900 мм) і подвійні (шириною більше 1000 мм). Ліжка можуть бути дерев'яні, металеві чи змішаної конструкції. Існує кілька різновидів конструктивних рішень ліжок: ліжка з навісними спинками на матраці; з опорними спинками з'єднаними царгами; з опорними спинками з прикріпленим до них матрацом; з навісними спинками на основі з ніжками, при цьому основа під матрац може мати еластичне (пружне) заповнення, виконане у виді пружної металевої сітки, чи бути жорсткою.

Традиційно ліжко може бути виготовлене на опорних ніжках, або мати відділення для зберігання білизни. Застосування сучасних механізмів дає можливість легкого і зручного доступу до відділення для зберігання білизни без значних зусиль. Таке ліжко може бути як односпальне, так і двоспальне.

Сучасний дизайн ліжка передбачає не тільки прямокутну форму.

Випускаються ліжка, у яких можна змінювати положення частин тіла людини за рахунок гнучкої зміни положення м'якого елемента. Вони використовуються в лікарнях, санаторно-курортних установах і в побуті.

Дивани – вироби меблів зі спинкою, з підлокітниками чи без них, призначені для відпочинку кількох людей у положенні сидячи і короткочасного відпочинку в положенні лежачи.

Залежно від наявності або відсутності спільного місця дивани можна розділити на наступні категорії:

- розкладні – вироби з механізмом трансформації;
- нерозкладні – ті, що не призначені для сну, тому не комплектуються механізмом трансформації.

Розкладиш

Для щоденного використання особливо зручні книжки та єврокнижки, адже окладання та розкладання не займає багато часу. У єврокнижки або книжки (рис.1.12 -1.13) сидіння легко витягується вперед, а спинка з вертикального положення переходить у горизонтальне, після чого її необхідно опустити в нішу, щоб утворилася в спальне місце готове.

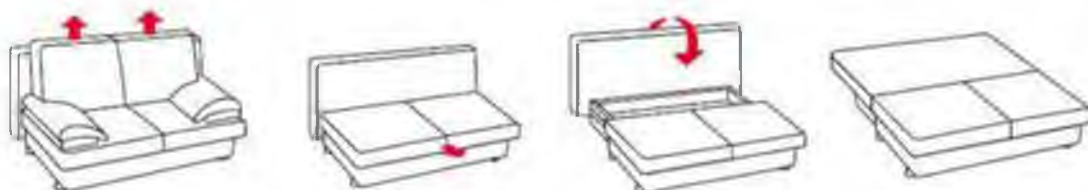


Рис.1.12 Механізм «єврокнижка»



Рис.1.13. Механізм «книжка»

Розкладачка розкривається за принципом розгортання сувоя. Виділяють такі види:

- французька (рис.1.14) – матрац розкладається у три етапи, попередньо потрібно зняти подушки;



Рис.1.14 Механізм «французька розкладачка»

- американська (рис.1.15) – диван перетворюється на спальне місце у два етапи;



Рис.1.15 Механізм «американська розкладачка»

- італійська – розкласти диван можна без зняття подушок.

Різновид єврокнижки – дивани з механізмом «тік-так» (рис.1.16), та «клік-кляк» (рис.1.17). Вдійність таких моделей у тому, що при висунанні сидіння, піднімається, а не викочується по підлозі. Для багатьох це актуально, коли підлогове покриття делікатне і його легко можна пошкодити.

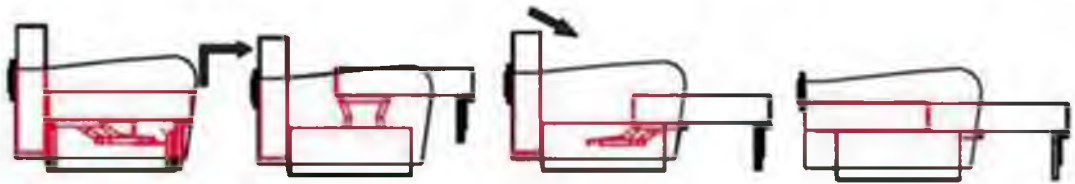


Рис.1.16 Механізм «тік-так»



Рис.1.17 Механізм «клік-кляк»

Викатні — моделі «акордеон», «дельфін»

Це дивани з надійним і простим у використанні механізмом, швидко розкладаються, формуючи рівне і просторе спальне місце. Найпопулярніші варіанти таких моделей – це «акордеон» і «дельфін». Вони легко вписуються

в будь-яку кімнату, не займають багато місця, швидко трансформуються в спальне місце (рис. 1. 18).

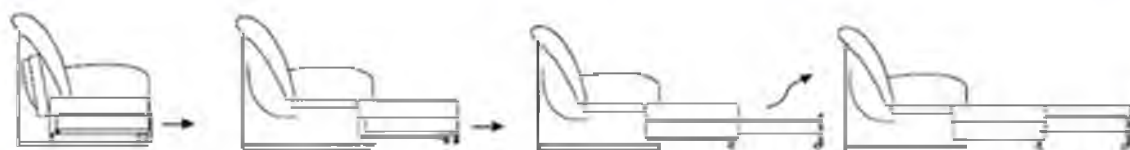


Рис. 1.18 Загальний механізм «викотний»

У дивана «акордеон» (рис.1.19) спальне місце ділиться на три частини: одна – це сидіння, а дві інші – складені у формі спинки. Щоб розкласти таку мебль, сидіння висувують вперед, а подвійну спинку розташовують на одній з ним площині.



Рис. 1.19 Механізм «акордеон»

Щоб розкласти диван «дельфін» (рис. 1.20) або «шума» (рис. 1. 21) , достатньо потягнути за ручку і спеціальний блок, прихований під сидінням, після чого розгорнути книжкою м'яку частину сидіння.

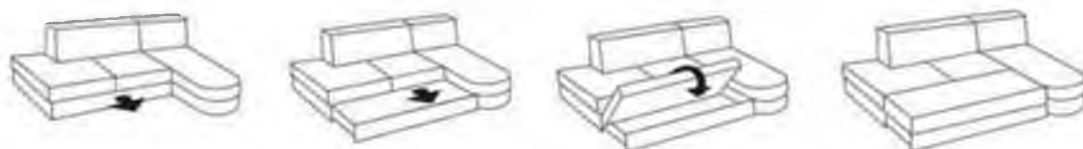


Рис. 1.19 Механізм «дельфін»

НУ

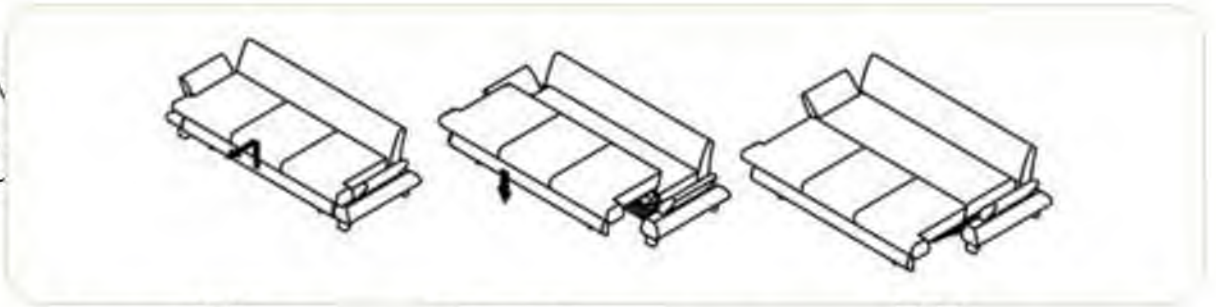


Рис.1.20 Механізм «пума»

НУБІП УКРАЇНИ

Повороти

Найчастіше це кутові моделі диванів, сидіння яких повертається на 90 градусів, і за рахунок примикання до бічної частини дивана утворюється спальне місце. Серед переваг таких варіантів – зручність, простота розкладання і наявність місткого боксу для зберігання постільної білизни.

Види моделей за конфігурацією і розміром

Залежно від форми дивани ділять на дві групи: кутові та прямі. За способом з'єднання окремих елементів виділяють

- стаціонарні (рис.1.21). Ті, у яких основні елементи мають нерухоме з'єднання, через що їхня конфігурація і розміри залишаються незмінними.

НУБІП УКРАЇНИ

НУ



ІИ

НУБІП УКРАЇНИ

Рис.1.21 Приклад «стаціонарного» дивана

модульні (рис. 1.22). Вироби, що складаються з кількох модулів або блоків, що компонується між собою в довільному порядку. Завдяки такій конструкції диван може змінювати розміри і конфігурацію. Також більшість виробників пропонують покупцеві вибрати кількість блоків для дивана.



Рис. 1.22 Приклад «модульного» дивана

Окремо від кутових і прямих диванів можна виділити ще одну категорію – острівні моделі. Такі вироби відрізняються оригінальною формою, розташовуються не вздовж стіни, а частіше в центрі кімнати, як острівце. Складається такий диван з декількох окремих модулів.

Якщо говорити про розмір дивана, то основна характеристика тут – кількість посадкових місць, що безпосередньо залежить від ширини сидіння і спинки. Прямі дивани бувають двомісними, тримісними і чотиримісними. Більше чотирьох посадкових місць зустрічається у кутових і модульних конструкцій. Єдиного стандарту на розміри м'яких меблів немає: наприклад, один виробник випускає двомісний диван довжиною 1,6 м, а інший – 1,9 м [1-

1.3. Види з'єднань дерев'яного каркасу м'яких меблів

Каркаси з деревних матеріалів (рис. 1.24) бувають з цільної деревини різних порід у вид брусків, рамок, коробок, зібраних між собою на традиційні столярні з'єднання чи за допомогою різних металевих стяжок, болтових з'єднань і т.д. Крім того, каркаси можуть бути виготовлені з деревостружкових і деревоволокнистих плит у сполученні з брусковими елементами з деревини, а також з відходів деревини (стружка, тирса), спресованих з в'язкими добавками і наповнювачами.



Рис. 1.24 Заготовки для виробництва стільців

Меблі для сидіння (загального призначення) включають столярні, гнуті і гнутоклеєні стільці і робочі крісла. Стільці і робочі крісла конструюють твердими і м'якими.

Стілець будь-якої конструкції складається з двох задніх ніжок, у верхній частині перехідних у спинку, і двох передніх ніжок, зв'язаних між собою царгами і проніжками, а також сидіння і спинки.

У спинці мається ряд брусків різних форм і розмірів, що утворюють ґрати, раму чи опорну площину. Оформлення спинки залежить від типу стільця. Звичайно її оформляють відповідно до сидіння, однак часто в стільцях навіть з м'яким сидінням роблять ґратчасту чи тверду спинку.

Інші елементи – ніжки, царги і проножки - у стільцях усіх типів різні за формою, розмірами, профілем перетину і вигину. Для більшої стійкості заднім ніжкам додають вигин, що дозволяє перенести точку опори стільця трохи назад. Для зручності сидіння, за рахунок вигину задніх ніжок, спинка повинна мати відхилення від вертикалі на 10...18°. Ніжки можуть бути в перетині прямокутними чи круглими, за формою – конусними, прямими (виріб представлений ТОВ «МЕЙВЕН ГРУП» на рис. 1.25) і вигнутими



Рис.1.25 Стілець з асортименту «МЕЙВЕН ГРУП»

Бруски царг (передньої, бокової і задньої) у столярних стільцях мають переважно прямокутний перетин. Вони з'єднуються на клею глухим шипом з потемком із передніми ніжками і без потемка - із задніми.

У деяких випадках царги з'єднують з ніжками на круглі вставні шипи. Іноді царгам надають круглу, трапецієподібну чи вигнуту форму (у плані), що поліпшує зовнішній вигляд стільця.

На додаток до царг для збільшення міцності в більшості випадків роблять нижні бруски обв'язки (проножки), що представляють собою подобу царг, але з меншим перетином. Проніжки ставлять чи тільки бокові, чи бокові і передню. Між задніми ніжками проножки не ставлять, тому що вузол стінки і так досить жорсткий.

Передню проножку рекомендується встановлювати на такій висоті, щоб вона не заважала ногам. У стільцях деяких конструкцій передні проножки не ставлять, замінюючи її іншими кріпленнями.

Для підвищення міцності стільця (особливо якщо бічні царги вигнуті і шипи мають великий переріз волокон деревини) з'єднання підсилюють дерев'яними косинцями (бобишками). Такі косинці врубують у царги і закріплюють клеєм і шурупами.

У деяких конструкціях столярних стільців відсутні передня і задня царги.

Вони замінюються загальною коробкою, що утворює сидіння. Коробку сидіння скріплюють з боковинами стільця за допомогою круглих шипів і металевих гвинтових стяжок. Для щільного прилягання боковин до коробки царги з внутрішньої сторони повинні бути зашліфовані з ніжками. Коробка в'яжеться на прямий ящиківий шип із клеєм. Така конструкція дозволяє робити стільці розбірними. На рис 1.26 представлені різновиди кріплення елементів стільця

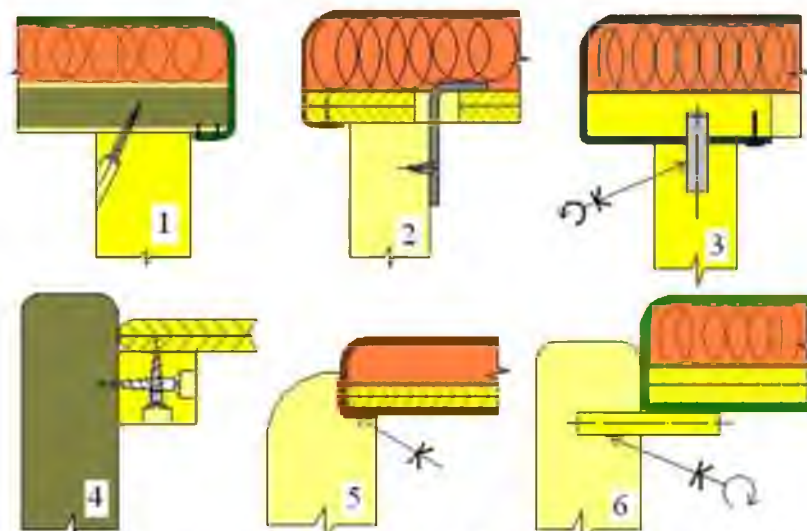


Рис. 1.26 Кріплення сидіння стільця: 1 – накладного за допомогою шурупа; 2 – накладного за допомогою куточків; 3 – накладного за допомогою шкантів; 4 – вкладного за допомогою монтажних брусків; 5 – за допомогою клею; 6 – вкладного за допомогою шкантів та клею

Впроваджуються стільці розбірної конструкції, у яких відсутня коробка, а передня і задня царги з'єднуються з боковинами металевими гвинтами. Стілець виготовляють зі спинкою і сидінням різної категорії м'якості. Стинка кріпиться шурупами на клеї; при товщині 12 мм через задану ніжку боковини, а при товщині 6 мм - з лицевої сторони (голівки шурупів в обох випадках зашпаровують пробками).

Стілець може бути гонований чи світлий (вироби ТОВ «МЕЙВЕН ГРУП» представлені рис. 1.27) зі збереженням натурального кольору деревини



Рис. 1.27 Стільці з асортименту «МЕЙВЕН ГРУП»: а – гоновані шижки, б – світлі

Кріпильні металеві вироби повинні мати антикорозійне покриття. Майже у всіх конструкціях стільців відстань між передніми ніжками робиться ширше, ніж між задніми. Тому в плані єднальна коробка утворює трапецію. Така форма додає стільцю велику жорсткість і стійкість [3].

Іноді столярні стільці для додання ще більшої жаркості оснащуються рамкою сидіння, поставленою на клею і круглих шипах. Рамку в'яжуть на плоский потайний шип чи на вує у передніх кутах і виріул у задніх. Для вкладання щита-філенки в сидінні по внутрішній частині рамки фрезерують

чверть.

На щиток чи філенку сидіння в залежності від необхідної м'якості укладають шар настільного матеріалу визначеної висоти, а потім сидіння

обтягають оббивним матеріалом. У м'яких стільцях фанерні філенки сидіння заміняють гнучкими основами із тканинних смужок, гумових стрічок чи пружин «змійка» які також прикріплюють до царг. рис.1.28

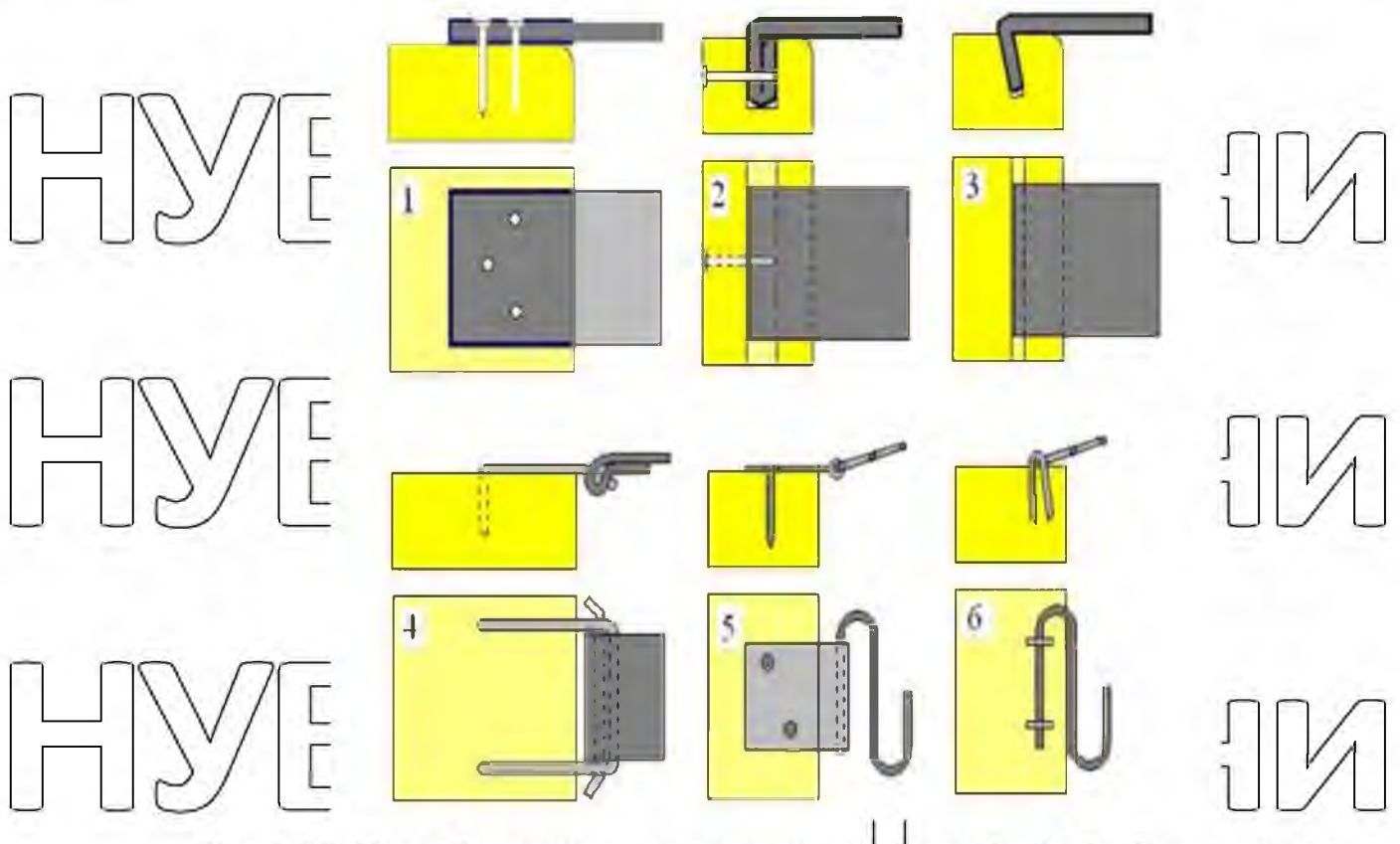


Рис.1.29 Способи кріплення гумових стрічок (1, 2, 3, 4) та пружин «змійка» (5, 6) в еластичних основах

У більшості випадків столярні стільці виотворюють без рамки сидіння, а щиток-філонку вкладають у чверті, вибрані безпосередньо в царгах, чи накривають царги зі звисом 20...30 мм і закріплюють знизу бобишками на клею і шурупах.

Матеріалом для виготовлення столярних стільців звичайно служить деревина твердих листяних порід, що мають значну міцність.

Розміри перетинів основних деталей стільця (мм) повинні бути в межах:

задньої і передньої ніжок (25...30)х(35...45), царги (20...25)х(45...65), пронижки (20...22)х(20...25). Від цих розмірів можна відступати в межах, що не вплинуть на зовнішній вигляд і міцність стільця.

Для полегшення виготовлення стільців у виробничих умовах з'єднання царг, пронижок і брусків спинки конструюють із платиками, а сидіння зі звисами (рис.1.30).

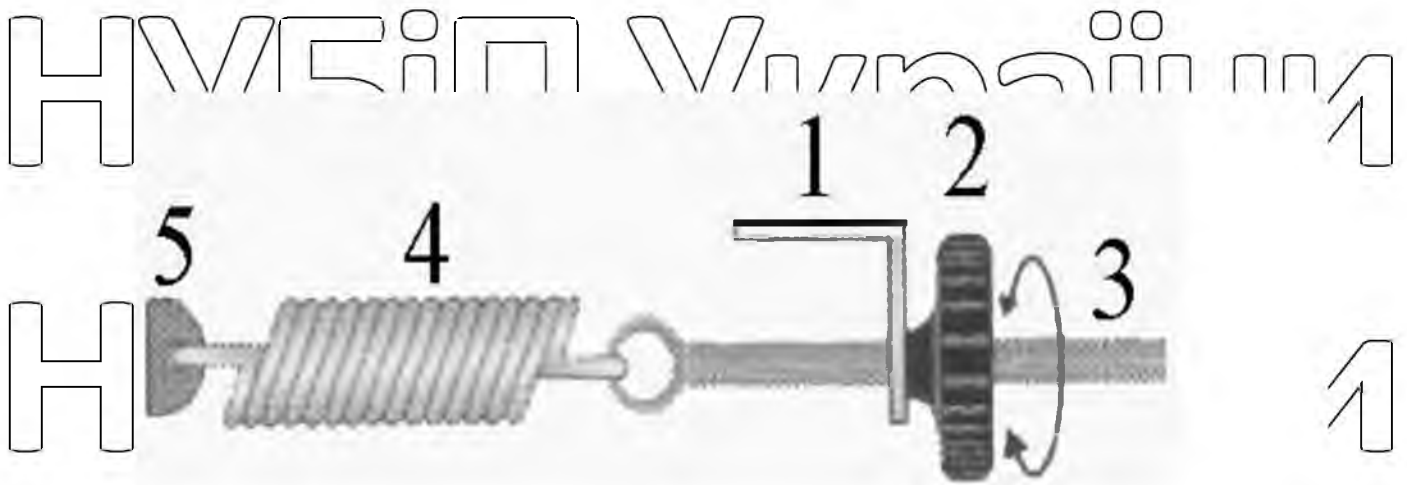


Рис. 1.30 Дерев'яні основи ліжок з можливістю зміни положення: 1 – опора, 2 – регулювальна гайка, 3 – гвинт, 4 – пружина, 5 – сітка

Основна кількість деталей, з яких виготовляють гнуті меблі, виготовляється шляхом гідротермічної обробки і гнуття. Усі деталі й елементи з'єднують в основному металевими скріпками-гвинтами, глухарями, болтами і т.д.

Конструкція гнутих меблів більш проста. Гнуті меблі складаються в основному з деталей із круглим чи прямокутним перетином, вигнутих по заданому профілю, чи робиться з деталей круглого й іншого перетинів, зігнутих у замкнутий контур круглої, трапецієподібної і іншої форми.

Гнутий стілець складається із задніх і передніх ніжок, царги, кільця, що замінює проножку, підлокітників, бобишок, що підсилюють кріплення ніжок, нагелів, додатково скріплюючих з'єднання в царзі, фанерного сидіння і спинки.

Спинка може бути фанерною чи з масивних деталей, вигнутих за заданою формою і скріпдених із задніми ніжками.

Конструкції інших виробів гнутих меблів (качалок, крісел і т.д.) істотно не відрізняються від конструкції стільця, за винятком трохи зміненої форми і розмірів деталей.

Крім столярних, гнутих і гнутостолярних стільців з деталей, оброблених механічним і гідротермічним способами, конструюють стільці з гнутопропильних і гнутоклеєних деталей. Кривизна деталей цих стільців забезпечується шляхом згинання з одночасним пресуванням і склеюванням тієї частини бруска, у якій зроблені подовжні пропили і вставлені змазані клеєм смужки шпону.

Інший спосіб одержання криволінійних деталей полягає в згинанні смуг шпону, змазаних клеєм і зібраних у панки заданої товщини, з одночасним пресуванням і склеюванням.

Гнутоклеєні стільці по конструкції подібні з гнутими, а за формою й економічністю вигідно відрізняються від столярних.

Стілець із гнутих, гнутоклеєних і гнутопропильних деталей складається з трапецієподібної чи круглої царги з твердим чи напівм'яким сидінням, спинки, задніх і передніх ніжок. У деяких стільцях цієї конструкції є трапецієподібна чи кругла проножка. Передні ніжки кріплять до царги на крупний шип із клеєм.

Для більш міцного з'єднання додатково ставлять клин. Для посилення кріплення передньої ніжки до царги підклеюють бобышку. Задні ніжки до царги кріплять болтами, що пропускаються через ніжку та царгу і глухарями, що пропускаються через царгу і угвинчуються в ніжку.

Спинку і проножки кріплять до ніжок шурупами, а фільтрону сидіння до царги – шурупами чи на клею. Робочі крісла, як і стільці, можуть бути столярними, гнутими, гнутоклеєними, гнутопропильними, а також змішаної конструкції.

Крісла (вироби ТОВ «МЕЙВЕН ГРУП» представлені на рис 1.31) відрізняються від стільців формою, конструкцією, категоріями м'якості елементів, можуть бути з підлокітниками та без них і мати збільшені розміри

сидіння. Інші конструктивні елементи а також з'єднання залишаються такими ж, як і в стільцях.

НУБІП Україна



Рис.1.31 Крісла з асортименту «МЕЙВЕН ГРУП»:

Усе більше поширення знаходять стільці і робочі крісла змішаної конструкції, у яких щиток сидіння і спинки виклеєні із шпону, а каркас — із столярних чи виклеєних боковин, з'єднаних між собою підвісними передньою і задньою царгами.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

1.4 Огляд клейових композицій

Клейові композиції (клеї) – це розчини або розплави, які здатні після нанесення на поверхню склеювати матеріали їх з різним ступенем міцності. До їх складу входять полімери (клейові речовини), розчинники, наповнювачі, пластифікатори та ін..

На деревообробних та меблевих підприємствах процеси склеювання є досить поширеними. На відміну від інших видів з'єднань елементів передача зусиль у клейовому шві не супроводжується місцевим змінанням матеріалу у відрізах або гніздах, а відбувається шляхом безпосередньої роботи клейової плівки (адгезиву) і граничного шару (субстрату) на зсув, без місцевого послаблення елементів, що сполучаються. Таким чином, несуча здатність клейового з'єднання визначається не гранично допустимою деформацією, а фізичним руйнуванням адгезійних зв'язків. В даний час існує кілька теорій, що пояснюють природу адгезії полімеру, що знаходиться в тонкому шарі і стикається з субстратом, а саме механічна, електрична, адсорбційна, дифузійна [4,5].

Відповідно до механічної теорії адгезії клейове з'єднання утворюється виключно за рахунок механічного зачеплення полімеру і шорсткості матеріалів, що з'єднуються. З електричної теорії випливає, що субстрат, розділений прошарком адгезиву, є конденсатор, розсуванню обкладок якого перешкоджають електричні сили. Відповідно до адсорбційної, чи молекулярної теорії, взаємодія відбувається на міжмолекулярному рівні завдяки силам молекулярної природи. Нарешті, прибічники дифузійної теорії припускали, що адгезія забезпечується лише завдяки дифузії адгезиву у субстрат.

Єдиної теорії адгезії поки що не існує. Виразно можна стверджувати, що перераховані вище підходи виявляються одночасно при зіткненні клейових швів зовнішнім впливом, і для конкретного виду клейового з'єднання визначальну роль буде грати одна з теорій.

Якість клейового шва та його експлуатаційна працездатність залежать: від породи деревини та підготовки поверхні до склеювання; від виду та якості клею; від контролю за технологічним процесом склеювання; від типу з'єднання; від умов експлуатації.

Вважається, що матеріал склеєний задовільно, якщо міцність з'єднання при сколюванні дорівнює або вище міцності матеріалу при цьому виді роботи. Опір клейового з'єднання залежить від щільності матеріалу, його будови, вологості під час склеювання, чистоти обробки поверхні. Щільні породи деревини вимагають клеїв найвищої якості та більш ретельного контролю процесу склеювання, ніж матеріали малої щільності.

Для клейових з'єднань деревини, з урахуванням основної ролі міжмолекулярних впливів адгезиву та субстрату, прийнято високий сьомий клас шорсткості, коли максимальна висота нерівності становить не більше 0,1 мм.

Клеї поділяють за походженням: натуральні, у яких основа речовина тваринного або рослинного походження; синтетичні – одержують із штучних смол-полімерів. Синтезованих а допомогою хімічних реакцій.

До натуральних клеїв відносять глютинові або колагенові, казеїнові, альбумінові, які виробляють із кісток рогатої худоби, мезри, сухого знежиреного сиру, крові тварин, яєчного білка. Колагенові клеї ще називають столярними. Вони екологічно безпечними і довгий час використовувалися для склеювання деревини. Сьогодні вони не втратили своєї популярності.

Синтетичні клеї почали застосовувати порівняно недавно- у середині минулого століття але за своїм значенням вони перевершили всі колишні види клеїв. Фенольні клеї широко застосовують у виробництві фанери хвойних порід, що призначається для експлуатації у жорстких умовах.

Карбамідні клеї використовують у виробництві фанери листяних порід для меблів та внутрішньої обробки приміщень. Для склеювання склеєних дерев'яних елементів несучих конструкцій застосовуються клеї на основі

термореактивних синтетичних смол (фенолформальдегідної та резорцинової), а для склеювання деревини зі сталлю – епоксидний.

Карбамід формальдегідні клеїв мають такі переваги: високу адгезію до деревини; забезпечують міцні, стійкі до холодної води з'єднання; середню атмосферо стійкість; високі діелектричні властивості; швидкість їх затвердіння у 2,5 рази більша, ніж у фенолформальдегідних клеїв; вони є недефіцитними і дешевими.

Проте ці клеї мають дуже суттєвий недолік – токсичність. Наявність в них частини непрореагованого формальдегіду під час поліконденсації робить шкідливий вплив на здоров'я людини як під час гарячого пресування. Так і у процесі експлуатації готового виробу через утворення тріщин у клейовому шарі.

Цього недоліку позбавлені полівінілацетатні клеї. Полівінілацетатні (ПВА) клеї відносяться до термопластичних клеїв, тобто є клеями, що плавяться при нагріванні. Їх одержання можливе шляхом розчинення смоли у відповідному розчиннику. Найбільшу міцність склеювання забезпечують розчини полімерів у мономері, до яких додають ініціатор та прискорювач полімеризації. Такі клеї відрізняються еластичністю та хімічною стійкістю, але невисокою теплостійкістю [4,5].

Переваги ПВА-клеїв полягають у тому, що вони не вимагають затверджувача і тому мають майже необмежену життєздатність, швидко твердіють при кімнатній та підвищеній температурі. Затвердіння відбувається за рахунок видалення вологи та зростання ланцюгів макромолекул. Недоліки ПВА-клеїв – низька теплостійкість (до 40-60 °С), текучість під навантаженням, низька водостійкість. Незважаючи на ці недоліки ПВА-дисперсія сьогодні є найбільш прийнятним, екологічно чистим адгезивом для багатьох деталей меблів та столярно-будівельних виробів, що експлуатуються усередині приміщень.

Сьогодні набули популярності поліуретанові клеї (ПУР) різних виробників. Вони належать до двокомпонентних клейових композицій, які

складаються із подізоціанату та гідроксилостіткого поліетіру або багатостомного спірту, а також ініціаторів тверднення і наповнювачів. Поліуретанові клеї мають високі адгезійні властивості до більшості матеріалів, дають еластичні водо- і морозостійкі клейові шви. Їх застосовують головним чином для склеювання металів із неметалевими матеріалами (фанера, стружкові плити, термодеревини тощо). Крім того, їх можна рекомендувати для склеювання деревини, призначеної для експлуатації у змінних кліматичних умовах.

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

Розділ 2 ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВ'ЯНОГО КАРКАСУ М'ЯКИХ МЕБЛІВ НА ЯКІСТЬ КЛЕЙОВОГО З'ЄДНАННЯ

2.1 Особливості будови деревини ясеня

Назва деревної породи «ясен» походить від слова ясно або світлий. Це пов'язано з тим, що листя ясенів добре проводять сонячне світло. Рід ясеня налічує 70 видів. Серед вітчизняних видів найбільше поширення отримали ясен звичайний, високий, маньчжурський. Серед ростучих деревних порід в Україні ясен займає лише 3% [6].

Ясен звичайний є однією з найцінніших деревних порід України. Він живе 200-250, іноді до 350 років. Дерево має високо підняту крону, стрункий стовбур і велике непарно-перисте листя. Коріння ясеня сильно розгалужене і глибоке, оскільки воно повинно міцно тримати стовбур заввишки 35 – 40 м і діаметром 1,5–2 м. Кора на молодих гілках гладенька, зеленкуватого кольору, на стовбурах і старих гілках сіра.

Деревина ясеня міцна і пружна, через це вона часто використовувалася для виготовлення знарядь полювання. З нього робили кілки, бойові напичі, луки, списи, стріли, колісні обводи і спиці. З давніх часів з ясеня виготовляли весла. У 1703 р. за наказом Петра I, порода ця була взята під охорону і їй дозволялося рубати лише для потреб кораблебудування. У 19 столітті з ясеня робили карети і сани [7].

Деревина за багатьма якостями схожа на дубову, але світліша і не має виражених серцевинних променів (рис.2.1). Ясен відмінно гнеться після пропарювання, мало тріскається під час сушіння, при знебарвленні набуває незвичайний відтінок сивини.

Нині з ясеня роблять паркет, фанеру, музичні інструменти, бейсбольні бити, кії для більярду, гоночні весла, високоякісні лижі різні сувеніри та художні вироби. Використовують ясен у токарній і столярній справі, машинолітако- і суднобудуванні та інших галузях народного господарства. На стовбурах ясеня інколи утворюються нарости - капи з надзвичайно красивою

текстурою. Саме з них виготовляють найцінніші сувеніри і художні вироби.
Меблі зрешлені з ясеня або оздоблені ясеневим шпоном є надзвичайно привабливими (рис.2.2).

НУВІП УКРАЇНИ



Рис.2.1 Поперечний переріз деревини ясеня



Рис.2.2 Комод із деревини ясеня

Дерева ясеня має високу щільність, ударну в'язкість, добре гнеться, не дає відщепів і тому досить широко використовується при виготовленні

спортивного інвентарю. За показниками міцності ясен перевершує дуб і поступається лише грабу. Здатність утримувати кріплення (швівки, шурупи) значно вища, ніж у всіх вітнізняних порід, включаючи дуб. Деревина ясен є дешевшою за дуб. Використовуючи його можна досягти суттєвої економії у виробництві [8].

Деревина ясеня відноситься до групи стійких до ураження грибами. Причому біостійкість зростає із віком дерева. Проте, оскільки в умовах підвищеної вологості деревина швидко пошкоджується шкідниками. Тому ясен піддають антисептичній обробці.

Схильність до впливу вологи - істотний мінус, з яким доводиться мати справу. У разі недотримання технології обробки з часом можуть з'являтися тріщини. За фізичними властивостями ясен багато в чому нагадує дуб. За механічної міцності він навіть перевершує його на 10%. Ясень неодмінно знайшов би ту ж популярність, що і деревина дубу, якби не згубний вплив підвищеної вологості [9].

2.2 Методика та результати досліджень вмісту води меблевих заготовок з деревини ясеня

Деревина є гігроскопічним матеріалом. Вона це може або вбирати або віддавати вологість залежно від її кількості в навколишньому середовищі.

Вологість повітря у приміщенні, де експлуатуються меблеві вироби змінюється зі зміною пори року. Під час опалювального періоду відносна вологість повітря зменшується. Це призводить до висихання. У міжсезоння та під час дощової погоди відносна вологість повітря збільшується і сприяє збільшенню розмірів дерев'яних деталей. Тому важливо контролювати як вологість дерев'яних деталей. Так і відносну вологість повітря.

Нормативні показники вологості деревини з якої виготовляються меблі становить 6-8%. Для того, щоб дерев'яні меблі зберігали форму та вигляд, відносна вологість навколишнього середовища повинна коливатися в межах 45-60%. В такому випадку показник рівноважної вологості в деревині після того, як вона попаде в оселю, офіс чи комерційне приміщення, не буде відхилятися більше чим на 2%, що в принципі, не повинно призвести до деформації конструкції.

Проте, варто розуміти, що є категорія приміщень з постійно підвищеною вологістю: шаби, склади та інші приміщення, де не завжди підтримують температуру на сталому рівні. Для таких приміщень нормативне значення вмісту вологості в деревині зростає і становить 9-10%.

Важливим аспектом під час склеювання дерев'яних деталей є вміст їх вологості. Якщо він буде більшим за 2%, виникнуть проблеми міцності з'єднання, що може призвести до руйнації виробу. Тому необхідно перевіряти якість сушіння пиломатеріалів.

Оцінюють якість сушіння пиломатеріалів за вимогами ДСТУ 4921:2008 [10]. Для цього можна використовувати різні методи вимірювання кінцевої вологості, а саме прямий ваговий або посередній, під час якого вимірюють електричні властивості деревини, що залежать від її вологості [11]. Найбільш точним є ваговий метод, який базується на вилученні води шляхом

висушування до абсолютно сухого стану. Точність вимірювання становить $\pm 1,0\%$. Процедура займає 8-10 год і потребує наявності певного сушильного обладнання: сушильної шафи, технічних вагів тощо.

З партії матеріалу відбирають дошки, з яких випилюють контрольні зразки. Ці дошки повинні бути характерними за будовою, щільністю і вологістю для даної партії висушуваних підматеріалів. З обох боків контрольних зразків випилюють секції (рис.2.3) для визначення початкової вологості за стандартом [12].

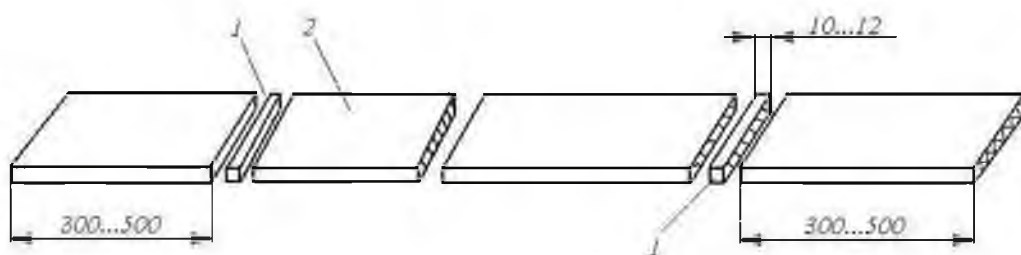


Рис.2.3 Схема випилювання секцій вологості (1) та контрольного зразка

(2)

Випилені секції зачищають зважують на технічних вагах з точністю до 0.01г. Зважені секції складають в сушильну шафу де висушують їх до абсолютного сухого стану за температури $103 \pm 2^\circ\text{C}$ знову зважують. Вологість секцій визначають за формулами:

$$W_1 = \frac{m_1 - m_{01}}{m_{01}} * 100\% , \quad (2.1)$$

$$W_2 = \frac{m_2 - m_{02}}{m_{02}} * 100\% , \quad (2.2)$$

де W_1, W_2 - значення вологості кожної секції, %;

m_1, m_2 - маса секцій до сушіння, г;

m_{01}, m_{02} - маса секцій після сушіння, г.

Оскільки цей спосіб є досить довготривалим і вимагає руйнації дошок, у промисловості використовують експрес-метод або посередній метод. Для цього використовують відповідні прилади – вологоміри. Більш точні значення

вологості забезпечують кондуктометричні вологоміри. Голки яких мають занурюватися на 1/3 товщини пиломатеріалів (рис.2.4).



Рис.2.4. Вимірювання вологості пиломатеріалів за допомогою кондуктометричного вологоміру

Щоб визначити середню вологість партії висушених пиломатеріалів за ДСТУ [11] слід зробити випадкову вибірку дошок, величина якої залежить від кількості висушуваних дошок у партії.

На підприємстві ТОВ «Мейвен Груп» відсутні сушарки, висушений матеріал закуповують на інших підприємствах. Партія дошок з деревини ясеня, яка була в наявності на підприємстві складала 20 шт. Тому у всіх дошках було виміряно вміст вологи за допомогою наявного вологоміру марки МТ-10 ЕМТ01 (рис. 2.5)



Рис 2.5 Вологомір МТ-10 ЕМТ01

Результати вимірювання наведені у табл.2.1

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.1. Результати вимірювання кінцевої вологості пиломатеріалів з деревини ясеня товщиною 50 мм

№ зразка	Значення вологості, %	Середнє значення партії, %	Середнє квадратичне відхилення, ±2 ₉ %
1	9,40	8,85	3,58
2	10,60		
3	11,00		
4	7,20		
5	6,90		
6	9,60		
7	8,50		
8	10,00		
9	11,00		
10	7,80		
11	8,10		
12	6,70		
13	10,60		
14	9,80		
15	5,70		
16	6,10		
17	9,80		
18	10,20		
19	11,10		
20	6,80		

Як видно, що середня вологість партії відповідає тим вимогам, що висуваються до меблевих виробів. Проте розсіювання вологості серед 20 наявних дощок, що визначається таким кількісним показником як середнє квадратичне відхилення, є значно більшим, ніж регламентоване ДСТУ [1]. Оскільки пиломатеріали, з яких виготовляють дерев'яні деталі м'яких меблів мають бути висушені за другою категорією якості.

Для другої категорії якості відхилення кінцевої вологості окремих одиниць пиломатеріалів в партії від заданої кінцевої вологості пиломатеріалів $\pm 2\sigma$, % не повинно перевищувати $\pm 1,5\%$ ДСТУ [1]. Отже, у разі склеювання деталей, виготовлених з різних за вмістом вологості дощок неодмінно буде

негативний результат. Тому актуальним є проведення процесу сушіння пиломатеріалів з деревини ясеня на власному виробництві із використанням технології низькотемпературного сушіння. Для цього варто придбати відповідне устаткування.

На вітчизняному ринку сушильні камери для пиломатеріалів представлені досить широко. Вибір фірми, яка виготовляє сушарки залежить від можливостей підприємства. Враховуючи сьогоденний політичний стан вважаємо недоцільним придбання великої за обсягом завантаження камери.

Крім того моніторинг цін показав, що польські камери є дешевшими і вони спроможні забезпечити високу якість сушіння. Тому прийнято рішення щодо встановлення на підприємстві камери LUKA LU ST-6010 обсягом завантаження 8 м³.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2.3. Розрахунок необхідної кількості сушильних камер для якісного висушування заготовок з деревини ясеня

Камери польської фірми «LUKA», моделі LU ST-6010, відповідають всім міжнародним стандартам (рис. 2.6). Камера має горизонтально-поперечне кільце циркуляції повітря [13]. Переміщення повітря забезпечують реверсивні вентилятори осьового типу, що забезпечують швидкість 2,5 м/с. Теплоносієм є гаряча вода нагріта до температури 90 °С.



Рис. 2.6 Сушильна камера LU ST-6010: а – розміщення штабелю пиломатеріалів; б – розміщення вентиляторів і калориферів

Камера LU ST-6010 призначена для використання на деревообробних підприємствах. В ній якісно висушують пиломатеріали з деревини хвойних та листяних порід. Теплоносієм є гаряча вода. Такі камери можуть застосовуватись на підприємствах з виготовлення меблів, музичних інструментів, паркету, столярних виробів, спеціальної тари тощо.

Сушильна камера LU ST-6010 відповідає сучасним вимогам до сушильної техніки, а також міжнародним стандартам. Розміри сушильної камери – 6,5x2,4x2,4 м дозволяють завантажити зібрану цілком камеру на вантажний автомобіль. Процес сушіння керується за допомогою комп'ютера.

При управлінні в камері підтримують задану по режиму температуру та стан насиченості сушильного агента. Для підвищення степеню насиченості сушильного агента закривають припливно-витяжні канали. У випадку, коли

необхідно підвищення цього показника, в камеру подають воду через зволожувальні труби із форсунками [14].

Щоб визначити необхідну кількість сушильних камер слід розрахувати термін сушіння, а для цього спочатку обирають режими сушіння. Так, для пиломатеріалів з деревини ясеня товщиною 50 мм обрано нормальний режим сушіння [15], параметри якого наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Параметри режиму сушіння пиломатеріалів з деревини

ясеня товщиною 50 мм

Номер режиму	ступеня вологості на ступеню режиму, %	Параметри режиму	Пиломатеріали з деревини ясеня товщиною 50 мм	
1	>35	t, °C	45	
		Δt, °C	2	
2	35-25	φ	0,89	
		t, °C	47	
		Δt, °C	3	
3	25-20	φ	0,84	
		t, °C	51	
		Δt, °C	5	
4	20-15	φ	0,75	
		t, °C	54	
		Δt, °C	9	
5	<15	φ	0,60	
		t, °C	65	
		Δt, °C	18	
			φ	0,37

Термін сушіння визначають табличним способом за формулою [16] :

$$\tau = \tau_{\text{вих}} * A_p * A_{\text{ц}} * A_{\text{в}} * A_{\text{як}} * A_{\text{д}} \quad , \quad (2.3)$$

де τ – термін сушіння, год,

$\tau_{\text{вих}}$ – вихідний термін сушіння, год, [16];

A_p – коефіцієнт, який залежить від категорії обраного режиму сушіння

[16];

$A_{\text{д}}$ – коефіцієнт, який залежить від швидкості циркуляції повітря в камері [16];

A_v - коефіцієнт, який враховує початкову та кінцеву вологість пиломатеріалів [16];
 $A_{як}$ - коефіцієнт, який враховує необхідну категорію якості сушіння [16];

A_d - коефіцієнт, який враховує довжину пиломатеріалів [16].
 Результат розрахунку терміну сушіння необрізних пиломатеріалів з деревини ясенатовщиною 50 мм наведено у табл.2.3

Таблиця 2.3 Результат розрахунку терміну сушіння

Порода	Розміри матеріалу, мм			$\tau_{вих}$ год.	Коефіцієнти					$\tau_{с'}$ год.	$\tau_{с'}$ діб
	S_1	S_2	L		A_p	$A_{ц}$	A_v	$A_{як}$	A_d		
Ясен	50	н/о	3000	255	1,0	0,97	1,25	1,15	1	355,56	14,8

Тривалість одного камерообігу визначають як суму терміну сушіння та час на завантаження і розвантаження камери (2,4 доби). Тобто $14,8 + 2,4 = 17,2$ діб.

Кількість камерообігу протягом року визначають за [17]:

$$n = \frac{365}{17,2} * 0,92 = 20$$

Розміри штабелю, що завантажується у камеру становлять - $ш*в*д=1,4*2,0*6,0$ м. Штабель складають на перекладках товщиною 25 мм.

Об'ємний коефіцієнт заповнення штабелю висушуваним матеріалом дорівнює $\beta_{об} = 0,316$ [17]. Обсяг висушеного матеріалу, E , що завантажується у камеру розраховують за формулою [17]:

$$E = l * b * h * m * \beta_{об} \quad (2.4)$$

де $l b h$ - довжина, ширина та висота штабелю, м;

m - кількість штабелів в камері,

$$E = 3,0 * 1,4 * 2,0 * 2 * 0,316 = 5,3 \text{ м}^3$$

Річну продуктивність камери визначають за формулою [17]:

$P = E * n$, (2.5)
 $P = 5,3 * 20 = 106 \text{ м}^3$

Підприємство ТОВ «Мейвен Груп» протягом року використовує 100 м³ сухих ясеневих пиломатеріалів товщиною 50 мм. Тобто одна камера LU ST-6010 забезпечить потреби підприємства.

Щоб отримати якісно висушений пиломатеріал необхідно дотримуватись наступних правил під час складання штабелю та проведення процесу сушіння.

Основа штабеля повинна бути горизонтальною та жорсткою, оскільки камера LU ST-6010 завантажується на рейках, то основою може бути спеціальна рама зварена із металевих деталей. В один штабель складають

дошки лише однієї товщини - 50 мм. Оскільки висушують необрізні дошки, то їх складають відземками у різні боки [17]. Різні за довжиною дошки необхідно складати розбіжно. При цьому найдовші необхідно складати по краях, щоб запобігти жолобленню. Стиковані за довжиною дошки необхідно розмішувати не менше, ніж на двох перекладках. Перекладки слід укладати суто вертикально, одну над іншою. Крайні перекладки необхідно розмішувати на

одному рівні з торцями дошок. Це також запобігає жолобленню та провисанню дошок і розтріскуванню торців. Під час формування штабелю у нього слід закласти контрольні зразки (рис.2.3) та встановити зонди вологомірів. Це допоможе слідкувати за вологістю пиломатеріалів протягом всього процесу.

Контрольні зразки нумерують і розміщують у місця інтенсивного та уповільненого сушіння штабелю. Ці зразки слід розмішувати так, щоб їх можна було б в будь-який час взяти для контролю поточної вологості. Як правило, закладають по 2-3 контрольні зразки у штабель [18].

Цикл камерного сушіння пиломатеріалів складається з ряду операцій: початкове прогрівання деревини, безпосередньо сушіння за визначеним режимом, кінцева (іноді додаткова проміжна) вологотеплообробка та кондиціонування, що виконуються послідовно [19].

Під час прогрівання пиломатеріалів витримують деякий час у повітрі з підвищеною і вологістю і поступово зростаючою температурою повітря до рівня температури першого ступеню сушіння. Контролюють процес за допомогою системи автоматичного регулювання, яка поставляється разом із камерою.

В процесі сушіння необхідно виконувати контрольні операції. Протягом всього процесу безперервно або періодично ведуть контроль за температурою, відносною вологістю сушильного агенту та вологістю пиломатеріалів. У разі контролю за вологістю пиломатеріалів за

контрольними зразками їх попередньо, до закладання у штабель зважують, а потім зважуючи кожен день і підраховуючи за формулами (2.6 і 2.7) розраховують вологість контрольних зразків [15].

$$M_c = \frac{100 \cdot M_0}{100 + W_0} * 100\% , \quad (2.6)$$

$$W_i = \frac{M_i - M_c}{M_c} * 100\% , \quad (2.7)$$

де M_c - маса контрольного зразка в абсолютно сухому стані, кг;

M_0 - маса контрольного зразка перед вкладанням у штабель, кг;

W_0 - початкова вологість контрольного зразка, яка відповідає середній вологості секцій, визначених за формулами (2.1 і 2.2), %;

W_i - поточна вологість i - го контрольного зразка, %;

M_i - поточна маса i - го контрольного зразка, кг.

За результатами цього контролю змінюють параметри сушильного агенту, тобто згідно з режимом (табл. 2.2) переходять з одного ступеню на інший. Перед кінцевою вологотеплообробкою та після неї (іноді у середині процесу сушіння) проводять контроль за внутрішніми напруженнями та залишковими деформаціями. Ця процедура подана у ДСТУ 4921:2008 [10].

Проводячи процес сушіння пиломатеріалів за вказаними рекомендаціями можна отримати рівномірно висушений матеріал з

мінімальними внутрішніми напруженнями, який після склеювання буде тримати форму і не руйнуватися.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 3 ВИБІР КЛЕЙОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ

3.1. Опис обраних клейових композицій

На підприємстві ТОВ «Мейвен Груп» відсутні гарячі преса тому для склеювання дерев'яного каркасу м'яких меблів було обрано клеї холодного затвердіння, серед яких столярний клей, клеї на основі полівінілацетатної дисперсії та поліуретановий клей.

Столярний клей використовують під час виробництва та реставрації меблів[21]. Виробляється продукт з натуральних матеріалів тваринного походження і включає наступні види клею: рибачий клей, мездровий клей, кістковий клей. Столярний клей є досить водостійким, він міцно склеює не лише дерев'яні поверхні, а й полімерні. Як правило, клей поставляється у вигляді гранул або брикетів (рис.3.1). Столярний клей необхідно готувати для подальшого застосування спеціальним чином, суворо дотримуючись температурного режиму та пропорцій клею. Для цього клей вариться у воді, також до нього можна додати невелику кількість антисептика. Поверхня просочена цим клеєм набуває властивостей, що клеять, тому часто їм просочують ґрунт для нанесення золотого листа або поталі.

Кістковий клей виготовляють із кісток тварин, які очищують, дроблять, знежирюють, видаляють мінеральні солі і потім варять у спеціальних апаратах, у яких кістки піддаються багаторазовому впливу пари та води. В результаті такої обробки, колаген, що є в кістках, переходить в глютин, який є клейкою речовиною. Головним призначенням кісткового клею є склеювання дерев'яних поверхонь, тому він застосовується в деревообробній, паперовій, меблевій промисловості, в палітуро-брошурувальному виробництві [22].

Мездровий клей виробляють з мездри - "нижнього шару шкіри тварин, відокремленої при виробленні шкіри", сухожилля і кісток тварин. Сировину обробляють спочатку у вапняному молоці, а потім розчином соляної чи сірчаної кислоти. Для отримання з мездри високоякісного клею її варять за температури 80-90°. Результатом варіння стає драго подібна речовина, яка

підлягає сушінню. Мездровий клей також може поставлятися у вигляді гранул. Його, як і кістковий використовують у деревообробній та меблевої промисловості. Так само він використовується в технології золочення для кращої адгезії сусального золота і поталі з поверхнею, що обробляється [22].

Риб'ячий клей виробляють з риби осетрових порід, він вважається найкращим серед тваринних клеїв. Його отримують шляхом розмочування внутрішньої оболонки плавального міхура в теплій воді або вапняному молочі. Цей вид клею застосовується у деревообробній, текстильній промисловості.

Також вищі сорти риб'ячого клею застосовують для освітлення рідин, зокрема вина. Майстри позолотники додають риб'ячий клей у грунт для наклеювання сусального золота [22].



Рис.3.1. Пакети із гранулами кісткового клею

Серед полівінілацетатних клеїв популярності набув клей Titebond III Ultimate D4 [23]. Це однокомпонентний клей, на основі запатентованого полімеру. Він забезпечує високу міцність з'єднання деталей, має високу здатність до шліфування, простої використання. Його виготовляють відповідно до DIN EN 204 відповідає класу вологостійкості D4, що дозволяє використовувати його для виробів, що експлуатуються назовні або у приміщеннях з високим рівнем вологості (рис.3.2.)

Серед переваг клею Titebond III Ultimate D4 можна відзначити: міцність клеєного шва є більшою за міцність деревини; може використовуватись для

виробів, які експлуатуються у вологих приміщеннях або просто неба; клейове з'єднання відповідає класу 1 ANSI/HPVA; може застосовуватись як для гарячого, так і холодного склеювання різних порід деревини, деревино композиційних матеріалів, шкіри, тканин тощо; екологічний – може використовуватися у виробках, що стикаються з продуктами харчування; не псує ріжучу крайку інструментів; клейовий шов має підвищену вологостійкість; добре переносить зміни температури і витримує п'ять циклів заморожування і розморожування [23].



Рис.3.2. Види фасування торгівельної марки клею Titebond III Ultimate D4 [23]

Щодо недоліків, то клей Titebond III Ultimate D4 не рекомендовано для виробів, які потребують тривалого занурення у рідину. Також його не можна використовуватися для несучих будівельних конструкцій.

Для застосування клею необхідно видалити з поверхні матеріалу масляні і жирові плями, бруд, цвіль, віск, стару фарбу тощо, ретельно відшліфувати для досягнення однорідної структури поверхні. Наносять клей наноситься щіткою або валиком. Тиск пресування залежить від щільності

деревини: для низької щільності тиск становить 7-10,5 кг / см²; для середньої щільності – 8,8-12,3 кг / см²; для високої щільності – 12,3-17,6 кг / см². Час пресування коливається від 30 хв до 120 хв [24].

Клей GEPAR EXPRESS WD4 – це італійський однокомпонентний, водоемульсійний клей, який містить дисперсію гомополімерів вінілацетату, що сформована з реакційними групами [25]. Все це дозволяє витримувати навантаження категорії D4 згідно стандарту DIN EN 205 – рис 3.3.



Рис.3.3 Видгляд тари з клеєм GEPAR EXPRESS WD4 [25]

Клей GEPAR EXPRESS WD4 застосовується для холодного склеювання у виготовленні віконних рам і дверей, меблів для кухні, ванних кімнат, сходів. Він має невеликий час пресування.

Для використання клею необхідно, щоб температура оточуючого середовища, клею і деревини була в межах 15-20°C; вологість деревини має становити - 8-12%; відкрита витримка становить не більше 5 хвилин; час пресування при 20°C становить мінімум 15 хвилин; тиск пресування - 3-8 кг/см².

Клей наноситься на основу за допомогою валика або щітки. Перед використанням необхідно добре перемішати продукт, не слід додавати воду у клей. Бажано уникати контакту клею з металевими включеннями та деталями, оскільки це може призвести до виникнення фіолетових плям на деревині.

Клейова композиція Kleiberit 507.0 PUR Д4 (виробництво – Німеччина) – це реактивний, однокомпонентний, вологостійкий і температуростійкий клей, що застосовується для склеювання стиків вікон і дверей, ламелей, деревино композиційних матеріалів; керамічних матеріалів, мінеральних плит, бетону та пінопласту [26]– рис.3.4.



Рис 3.4 Вигляд тари з клеєм Kleiberit 507.0 PUR [26]

Клей Kleiberit 507.0 PUR має багато переваг – просте застосування; відносно короткий час затвердіння, необмежену життєздатність; клейовий шов має високі показники міцності; стійкий до зміни кліматичних умов, потребує невеликої витримки – до 10 хв. Процес пресування відбувається при 20°C протягом 60 хв [26].

Для свідомого вибору клейової композиції можна провести експериментальні дослідження або застосувати системний підхід за

допомогою економіко-математичних методів рішення багатоваріантних задач.

До таких методів відносяться наступні: метод експертних оцінок, метод розставляння пріоритетів, метод аналізу ієрархій.

3.2. Визначення пріоритетної клейової композиції за методом розставляння пріоритетів

Для прийняття рішення щодо вибору клею серед розглянутих вище, перелік клеїв з їх властивостями зведено у табл.3.1.

Таблиця 3.1 Характеристики клеїв

Вид клею	Ціна, грн/кг	Сухий залишок, %	Температура застосування, °C	Витрати, г/м ²
Клей Titebond III Ultimate D4	216	48	13	200
GEPAR EXPRESS WD4	122	53	18	130
ПУР Kleiberit 507.0 D4	230	66	20	150
Кістковий клей	96	83	25	350

Для оцінювання та порівняння між собою чотирьох клейових композицій побудовано квадратні матриці бінарних відношень, у яких співвідношення характеристик виражаються математичними знаками: більше $>$, дорівнює $=$, менше $<$. Кількість матриць дорівнює 4.

Для переходу від якісної до кількісної оцінки по кожному показнику визначено значення найкращого об'єкту i на яку величину воно відрізняється від найгіршого за формулою [27]:

$$K_j = \frac{x_{ij \max}}{x_{ij \min}}, \quad (3.1)$$

де: $x_{ij \max}$ – максимальне значення i -того об'єкта за j -го показника;

$x_{ij \min}$ – мінімальне значення i -того об'єкта за j -го показника.

Для визначення кількісних значень членів матриці суміжності, які замінюють матриці бінарних відношень визначають коефіцієнт ω_j , за формулою [27]:

$$\omega_j = \left(\frac{k-1}{k+1} + \sqrt{\frac{0.05}{n}} \right) \quad (3.2)$$

Суміжні члени матриць визначають за формулами [27]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 + \omega, \text{ якщо } X_i > X_j \\ 1, \text{ якщо } X_i = X_j \\ 1 - \omega, \text{ якщо } X_i < X_j \end{cases} \quad (3.3)$$

$$A_j = \begin{pmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \dots, & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \dots, & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1}, & a_{i2}, & \dots, & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}, & a_{n2}, & \dots, & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.4)$$

З використанням (3.1-3,4) формують матриці бінарних відношень для порівняння клейових композицій за ціною - табл. 3.2, за сухим залишком- табл.

3.3, за температурою застосування - табл. 3.4, за витратою табл. 3.5.

Таблиця 3.2 Матриця порівняння клейових композицій за ціною

	X ₁ =216	X ₂ =122	X ₃ =230	X ₄ =96	K ₁ =X _{макс} /X _{мін}	ω ₁
X ₁ =216	=	>	<	>	6,39	0,84
X ₂ =122	<	=	<	>		
X ₃ =230	>	<	=	>		
X ₄ =96	<	<	<	=		

Ціна є важливим фактором у виборі клейової композиції, тому пріоритетною є нижча ціна

Таблиця 3.3 Матриця порівняння клейових композицій за сухим залишком

	$X_1=48$	$X_2=53$	$X_3=66$	$X_4=83$	$K_2=X_{\max}/X_{\min}$	ω_2
$X_1=48$	=	<	<	<		1,73 0,38
$X_2=53$	>	=	<	<		
$X_3=66$	>	>	=	<		
$X_4=83$	>	>	>	=		

Більш концентрована клейова композиція має більший сухий залишок.

Таблиця 3.4 Матриця порівняння клейових композицій за температурою застосування

	$X_1=13$	$X_2=18$	$X_3=20$	$X_4=25$	$K_3=X_{\max}/X_{\min}$	ω_3
$X_1=13$	=	<	<	<	1,92	0,43
$X_2=18$	>	=	<	<		
$X_3=20$	>	>	=	<		
$X_4=25$	>	>	>	=		

Нижча температура застосування є більш привабливою

Таблиця 3.5 Матриця порівняння клейових композицій за витратою

	$X_1=200$	$X_2=130$	$X_3=150$	$X_4=350$	$K_4=X_{\max}/X_{\min}$	ω_4
$X_1=200$	=	>	>	<	2,69	0,57
$X_2=130$	<	=	<	<		
$X_3=150$	<	>	=	<		
$X_4=350$	>	>	>	=		

Витрати клею впливають на собівартість виробу

Для визначення пріоритету кожної клейової композиції по кожній характеристиці P_i пріоритету показника P_j вводять поняття потужності критерію L -го порядку $P(L)$, що розраховується по рядках за відповідними формулами [27]:

$$P(L) = A * P(L - 1) , \quad (3.5)$$

$$P_i^1 = \sum_{i=1}^n a_i, \quad (3.6)$$

$$P_j^1 = \sum_{j=1}^m a_j, \quad (3.7)$$

P_i та P_j знаходять з:

$$P_i(L) = \frac{P_i(L)}{\sum_{i=1}^n P_i(L)} \quad (3.8)$$

$$P_j(L) = \frac{P_j(L)}{\sum_{j=1}^m P_j(L)} \quad (3.9)$$

Для підвищення точності розрахунків проводять кілька ітерацій, при цьому на другій ітерації за потужність критерію приймають результат першої ітерації. Відповідно третю ітерацію проводять з врахуванням потужності другої ітерації. Результати розрахунків матриць суміжності та відповідних ітерацій наведені у табл. 3.6 – 3.9.

Таблиця 3.6. Матриця суміжності для порівняння клейових композицій за ціною

	X ₁ =216	X ₂ =122	X ₃ =230	X ₄ =96	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X ₁ =216	1	1,84	0,16	1,84	4,84	0,30	14,41	0,29	39,33	0,28
X ₂ =122	0,16	1	0,16	1,84	3,16	0,20	7,68	0,15	20,75	0,15
X ₃ =230	1,84	1,84	1	1,84	6,52	0,41	23,97	0,48	71,62	0,50
X ₄ =96	0,16	0,16	0,16	1	1,48	0,09	3,78	0,08	11,10	0,08
Σ					16,00	1,00	49,85	1,00	142,80	1,00

Таблиця 3.7. Матриця суміжності для порівняння клейових композицій за сухим залишком

	X ₁ =48	X ₂ =53	X ₃ =66	X ₄ =83	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X ₁ =48	1	0,62	0,62	0,62	2,86	0,18	11,02	0,18	42,14	0,18
X ₂ =53	1,38	1	0,62	0,62	3,62	0,23	13,48	0,22	51,42	0,22
X ₃ =66	1,38	1,38	1	0,62	4,38	0,27	16,51	0,27	62,79	0,27
X ₄ =83	1,38	1,38	1,38	1	5,14	0,32	20,12	0,33	76,67	0,33
Σ					16,00	1,00	61,13	1,00	233,02	1,00

Таблиця 3.8 Матриця суміжності для порівняння клейових композицій за температурою застосування

	X ₁ =8,3	X ₂ =12,2	X ₃ =8,2	X ₄ =3	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X ₁ =8,3	1	0,57	0,57	0,57	2,72	0,17	10,32	0,17	38,95	0,17
X ₂ =12,2	1,43	1	0,57	0,57	3,57	0,22	13,01	0,22	48,93	0,22
X ₃ =8,2	1,43	1,43	1	0,57	4,43	0,28	16,43	0,27	61,52	0,27
X ₄ =3	1,43	1,43	1,43	1	5,28	0,33	20,58	0,34	77,34	0,34
Σ					16,00	1,00	60,34	1,00	226,75	1,00

Таблиця 3.9 Матриця суміжності для порівняння клейових композицій за витратою

	X1=200	X2=130	X3=150	X4=350	P 1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
X1=200	1	1,57	1,57	0,43	4,57	0,29	16,01	0,28	56,22	0,28
X2=130	0,43	1	0,43	0,43	2,29	0,14	8,18	0,14	29,38	0,14
X3=150	0,43	1,57	1	0,43	3,43	0,21	11,44	0,20	40,57	0,20
X4=350	1,57	1,57	1,57	1	5,71	0,36	21,87	0,38	77,81	0,38
Σ					16,00	1,00	57,50	1,00	203,99	1,00

Щоб визначити комплексний пріоритет необхідно встановити пріоритети одиничних показників: ціни, сухого залишку, температури застосування, витрати. Для цього використовують метод експертних оцінок.

З цією метою було залучено 9 експертів з викладачів кафедри технологій та дизайну виробів з деревини, які поставили оцінки в балах кожному з показників – табл.3.10.

Оскільки $K_{екс} > 0,5$, думка експертів вважається узгодженою.

Знаючи середнє значення оцінки експертів по кожному показнику, далі роблять розрахунки аналогічні з визначення пріоритетів одиничних показників. Для цього будують квадратну матрицю бінарних відношень (табл.3.11). За формулами (3.1 – 3.4) знаходять значення K_i і ω_j , потім будують матрицю суміжності (табл.3.12), змінивши символи краще, дорівнює гірше на числові значення.

Таблиця 3.11. – Матриця бінарних відношень

	$Y_1=3$	$Y_2=3,44$	$Y_3=1,67$	$Y_4=2$	$K_5=Y_{\max}/Y_{\min}$	ω_5
$Y_1=3$	=	<	>	>	2,06	0,46
$Y_2=3,44$	>	=	>	>		
$Y_3=1,67$	<	<	=	<		
$Y_4=2$	<	<	>	=		

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.10 Експертна оцінка пріоритетів показників

Кількість експертів	Ціна, грн/кг			Сухий залишок, %			Температура застосування, °С			Витрати г/м ²		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	-1,00	1,00	4	-0,56	0,31	1	0,67	0,44	2	0,00	0,00
2	4	-1,00	1,00	4	-0,56	0,31	1	0,67	0,44	1	1,00	1,00
3	2	1,00	1,00	3	0,44	0,20	2	-0,33	0,11	3	-1,00	1,00
4	3	0,00	0,00	3	0,44	0,20	2	-0,33	0,11	3	-1,00	1,00
5	2	1,00	1,00	4	-0,56	0,31	2	-0,33	0,11	1	1,00	1,00
6	2	1,00	1,00	3	0,44	0,20	1	0,67	0,44	2	0,00	0,00
7	2	1,00	1,00	2	1,44	2,09	2	-0,33	0,11	1	1,00	1,00
8	4	-1,00	1,00	4	-0,56	0,31	2	-0,33	0,11	3	-1,00	1,00
9	4	-1,00	1,00	4	-0,56	0,31	2	-0,33	0,11	2	0,00	0,00
Сер.зн балу	3,00			3,44			1,67			2,00		
Σ/8			1,00			0,53			0,25			0,75
Сер.кв.відх			1,00			0,73			0,50			0,87
Коеф.вар./100%			0,33			0,21			0,30			0,43
Кексп.1			0,67		Кексп.2	0,79		Кексп.3	0,70		Кексп.4	0,57
Кексп	0,68											

Таблиця 3.12. – Матриця суміжності для порівняння показників, що характеризують клейові композиції

	Y ₁ =3	Y ₂ =3,44	Y ₃ =1,67	Y ₄ =2	P 1	P1*	P2	P2*
Y ₁ =3	1	0,54	1,46	1,46	4,46	0,28	16,36	0,27
Y ₂ =3,44	1,46	1	1,46	1,46	5,37	0,34	20,87	0,35
Y ₃ =1,67	0,54	0,54	1	0,54	2,63	0,16	9,87	0,17
Y ₄ =2	0,54	0,54	1,46	1	3,54	0,22	12,70	0,21
				Σ	16,00	1,00	59,80	1,00

Отримавши пріоритети клейових композицій по одиничних показниках і пріоритети показників, будують підсумкову матрицю для розрахунку комплексного пріоритету клею (табл.3.13).

Таблиця 3.13 Підсумкова матриця

Вид клею	Пріоритет клею по одиничних показниках				Пріоритет показника	
	1	2	3	4	номер	значення
Клей Titebond III Ultimate D4	0,28	0,18	0,17	0,28	1	0,35
CEPAR EXPRESS WD4	0,16	0,22	0,22	0,14	2	0,27
ПУР Kleiberit 507.0 D4	0,50	0,27	0,27	0,20	3	0,17
Кістковий	0,08	0,33	0,34	0,38	4	0,21

Найбільше значення пріоритету отримав клей Titebond III Ultimate D4.

Для впевненості у валідності отриманих розрахунків прийнято рішення про розрахунки за методом аналізу ієрархій.

3.3 Визначення пріоритетної клейової композиції за методом аналізу ієрархій

У разі застосування методу аналізу ієрархій (MAI) відбувається порівняння кожної альтернативи за більшим числом факторів пріоритетності [28]. Це підвищує точність оцінки і дає можливість вивчати якість об'єкта дослідження. При цьому експерт звертає увагу не на всіх альтернативах одночасно, а лише на двох, які порівнює у певний момент, що сприяє полегшенню роботи. Метод аналізу ієрархій дає можливість отримати не лише середню оцінку, що надав кожний експерт, а й дисперсію цієї оцінки. Це дозволяє провести більш глибокий економіко-математичний аналіз.

MAI дозволяє експерту в інтерактивному режимі знайти такий варіант (альтернативу), який найкраще узгоджується із розумінням задачі, яку треба вирішити. Для цього використано дані табл.3.1, які переформатовані у вигляді ієрархії. Ієрархічна структура наведена у табл. 3.14 і включає мету, альтернативні варіанти досягнення цілі та критерії для оцінки якості альтернатив [28].

Таблиця 3.14 Ієрархічна структура вибору клейової композиції

Мета – Вибір пріоритетної клейової композиції			
Критерії			
K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Ціна, грн/кг	Сухий залишок, %	Температура застосування, °C	Витрати, г/м ²
Альтернативи			
A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Кістковий клей	ПУР 507.0 Д4	Kleiberit GEPAR EXPRESS WD4	Клей Titebond III Ultimate D4

Для визначення пріоритетів всіх елементів ієрархії з використанням методу парних порівнянь використовують шкалу Сааті [29]. Потім будуть

матрицю парних порівнянь (МПП) критеріїв відносно мети, а МПП альтернатив будуть відносно кожного критерію. У нашому випадку МПП альтернатив було чотири.

Для кожної матриці розраховують середнє геометричне, G_i , та локальний пріоритет, $ЛПp_n$, кожного рядка матриці за формулою [28] :

$$G_i(a_{i1}, a_{i2} \dots a_{is}) = (a_{i1} * a_{i2} * \dots * a_{is})^{\frac{1}{s}}, \quad (3.10)$$

де i - номер рядка матриці;

s - кількість елементів в i -му рядку матриці;

$$a_{i1} = \frac{w_1}{w_1}, a_{i2} = \frac{w_1}{w_2}; \dots a_{is} = \frac{w_1}{w_s}, \quad (3.11)$$

w - прийняте числове значення за шкалою Сааті [29].

$$ЛПp_n = \frac{[(w_n/w_1)(w_n/w_2)\dots(w_n/w_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}, \quad (3.12)$$

де n - номер рядка МПП.

Щоб перевірити узгодженість експертних оцінок використовують дві характеристики - індекс узгодженості (CI) і відношення узгодженості (CR) за формулою [28] :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1}, \quad (3.13)$$

$$CR = \frac{CI}{P_m}, \quad (3.14)$$

де n - розмір матриці;

P_n - індекс узгодженості для позитивної зворотної симетричної матриці

випадкових оцінок розміру $m \times m$, який знаходять з табл.3.15;

λ_{max} - максимальне власне число МПП, яке розраховують за формулою [28].

$$\lambda_{max} = (\sum a_{1i}) * ЛПp_1 + (\sum a_{2i}) * ЛПp_2 + \dots + (\sum a_{ni}) * ЛПp_n, \quad (3.15)$$

де $\sum a_{1i}$ - сума значень першого стовбця МПП;

$ЛПp_1$ - значення локального пріоритету першого рядка МПП.

При $CR < 0,1 \dots 0,2$ проведені розрахунки вважаються задовільними.

Таблиця 3.15 Індекс узгодженості для позитивної зворотної симетричної матриці випадкових оцінок розміру $m \times m$ [28]

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_n	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Побудовані матриці критеріїв відносно мети та альтернатив відносно критеріїв наведено в табл.3.16 -3. 20.

Таблиця 3.16 Матриця парних порівнянь критеріїв відносно мети

Назва		Kp1	Kp2	Kp3	Kp4	Серед.геом.	ЛПр (ПрКр)
Kp1	Ціна	1,00	0,50	0,33	0,11	0,26	0,038
Kp2	Сухий залишок	2,00	1,00	1,00	0,11	0,61	0,086
Kp3	Температура застосування	3,00	1,00	1,00	0,11	0,69	0,099
Kp4	Емісія формальдегіду	9,00	2,00	9,00	1,00	5,45	0,777
Сума =						7,015	1,000

Показники: DIM=3; Lam= 3,11 CI=0,055 CR= 0,095

Таблиця 3.17 Матриця парних порівнянь альтернатив ($A_1 \dots A_4$) відносно критерію K_1

Назва		A1	A2	A3	A4	Серед.геом.	ЛПр1
A1	Клей кістковий	1,00	0,50	0,50	0,20	0,47	0,090
A2	ПУР Kleiberit 507.0 D4	2,00	1,00	0,50	0,17	0,64	0,121
A3	GEPAR EXPRESS WD4	2,00	2,00	1,00	0,33	1,07	0,204
A4	Клей Titebond III Ultimate D4	5,00	6,00	3,00	1,00	3,08	0,585
Сума =						5,266	1,000

Показники: DIM=4; Lam= 4,06 CI=0.022 CR= 0,024

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.18 Матриця парних порівнянь альтернатив (A₁ ... A₄) відносно критерію K₂

Назва	A1	A2	A3	A4	Серед.геом.	ЛПр2
A1 Клей кістковий	1,00	0,50	0,33	0,33	0,49	0,094
A2 ПУР Kleiberit 507.0 Д4	2,00	1,00	0,50	0,25	0,71	0,136
A3 GEPAR EXPRESS WD4	3,00	2,00	1,00	0,14	0,96	0,186
A4 Клей Titebond III Ultimate D4	3,00	4,00	7,00	1,00	3,03	0,584

Сума = 5,182 1,000

Показники: DIM=4; Lam= 4,52 CI=0,172 CR= 0,191

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.19 Матриця парних порівнянь альтернатив (A₁ ... A₄) відносно критерію K₃

Назва	A1	A2	A3	A4	Серед.геом.	ЛПр3
A1 Клей кістковий	1,00	1,00	0,11	0,17	0,37	0,069
A2 ПУР Kleiberit 507.0 Д4	1,00	1,00	0,50	0,25	0,59	0,112
A3 GEPAR EXPRESS WD4	9,00	2,00	1,00	0,50	1,73	0,325
A4 Клей Titebond III Ultimate D4	6,00	4,00	2,00	1,00	2,63	0,494

Сума= 5,328 1,000

Показники: DIM=4; Lam= 4,19 CI=0,064 CR= 0,071

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.20 Матриця парних порівнянь альтернатив ($A_1 \dots A_4$)
відносно критерію K_4

	Назва	A1	A2	A3	A4	Серед.геом.	ЛПр4
A1	Клей кістковий	1,00	1,00	0,25	0,13	0,42	0,059
A2	ПУР Kleiberit 507.0 D4	1,00	1,00	0,20	0,11	0,39	0,055
A3	GEPAR EXPRESS WD4	4,00	5,00	1,00	0,11	1,22	0,173
A4	Клей Titebond III Ultimate D4	8,00	9,00	9,00	1,00	5,05	0,713
A5							
Сума=						7,073	1,000

Показники: DIM=5; Lam= 4,47 CI=0.157 CR= 0,174

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно

кожного з критеріїв наведена в табл 3.21.

Таблиця 3.21 Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв

	Назва	ПрКр	A1 Клей кістковий	A2 ПУР Kleiberit 507.0 D4	A3 GEPAR EXPRESS WD4	A4 Клей Titebond III Ultimate D4
Кр1	Клей кістковий	0,038	0,090	0,094	0,069	0,059
Кр2	ПУР Kleiberit 507.0 D4	0,086	0,121	0,136	0,112	0,055
Кр3		0,099	0,204	0,186	0,325	0,173
Кр4	Клей Titebond III Ultimate D4	0,777	0,585	0,584	0,494	0,713
Сума =		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Рішення задачі багатокритеріального ранжування представляють у вигляді вектору глобального пріоритету ($GлПр$) альтернатив по відношенню

до мети. Обчислюють цей вектор ($GлПр$) наступним чином: кожен компонент

цього вектору є скалярним добутком вектору локальних пріоритетів ($Lлпр$)

критеріїв на вектор, складений з локальних пріоритетів альтернативи поданим

критеріям. Найбільша величина вектору $G_{лПр}$ відповідає пріоритетній альтернативі. Результати розрахунку наведено у табл. 3.22.

Таблиця 3.22 Глобальні пріоритети альтернатив

	Назва	ГлПр
A1	Клей кістковий	0,499
A2	ПУР Kleiberit 507.0 D4	0,489
A3	GEPAR EXPRESS WD4	0,528
A4	Клей Titebond III Ultimate D4	0,589
Максимальний глобальний пріоритет $G_{лПр} =$		0,589

Видно, що найбільший пріоритет має клей Titebond III Ultimate D4, що збігається із результатом, отриманим шляхом методу розставляння пріоритетів, результат розрахунку за яким наведено у підрозділі 3.2. Таким чином, застосування клею Titebond III Ultimate D4 забезпечить надійне з'єднання якісно висушених заготовок з деревини ясеня.

Розділ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

4.1. Недоліки організації підприємства та пропозиції щодо покращення

Найголовнішим недоліком є те що підприємство не обробляє масивну деревину, а замовляє в інших виробників. Цим саме не може підтримувати широкий асортимент виробів із деревини та при цьому втрачає досить широкий ринок споживачів.

Немає власного автотранспортного забезпечення і тому для транспортування потрібно наймати додатково людину з автомобілем. Це підвищує ціну доставки та ціну виробу загалом.

Запропоновано розширити лінійку асортименту стільців в недорогому сегменті. Запропонований розрахунок виробничої собівартості нового виробу

Запропоновано розширити лінійку асортименту стільців в недорогому сегменті. Запропонований розрахунок виробничої собівартості нового виробу з урахуванням використання у виробництві клею Titebond III Ultimate D4 забезпечить надійне з'єднання якісно висушених заготовок з деревини ясеня.

Річний обсяг випуску стільців становить 1530 шт в рік . Сума адміністративних витрат залежить від чисельності центрального апарату управління. Адміністративні витрати прийемо на за даними підприємства. Адміністративні витрати не розподіляються між окремими видами робіт, а відображаються у виробничо – фінансовому плані підприємства розділом.

Розрахунок собівартості робіт, запланованих в виробничій програмі наводимо в таблиці

Вартість матеріалу, фурнітури, комплектуючих на дверний блок у розібраному вигляді складає 4977,63 гривні.

Оскільки ціль проекту вдосконалення конструкції виробу, які випускаються в умовах діючого виробництва для оцінки економічного ефекту інвестицій використовуємо статі витрат, які сформовані на підприємстві. Калькуляція собівартості виробу наведено у таблиці 4.1.

Основні фінансові показники які ми маємо розрахувати це :

Н

- термін окупності проекту,
- запас фінансової міцності (точку беззбитковості),
- чистий приведений дохід.

]

Таблиця 4.1 Калькуляція собівартості виробу

№	Статті витрат	Всього, грн.
1	Вартість сировини та матеріалів	4977,63
2	Основна заробітна плата	110,11
3	Парахування на зарплату	42,94
	Виробнича собівартість	5130,68
4	Накладні витрати	1026,14
	Загально заводська собівартість	6158,82
5	Прибуток	1539,71
	Ціна виробу	7698,53

Розрахуємо прибуток з дверного полотна за формулою 4.1:

$$\Pi = P \times C / 100 \% \text{ грн.} \quad (4.1)$$

де P – рентабельність, %, дорівнює 25 %.

C – собівартість, грн.

$$\Pi = 25 \times 6158,82 / 100 \% = 1539,71 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну виробу 4.2:

$$\text{Ц} = C + \Pi + \text{ПДВ (грн.)} \quad (4.2)$$

$$\text{ПДВ} = (C + \Pi) \times 20 \% \text{ (грн.)} \quad (4.3)$$

$$\text{ПДВ} = (6158,82 + 1539,71) \times 20 \% = \text{грн.}$$

НУБІП України

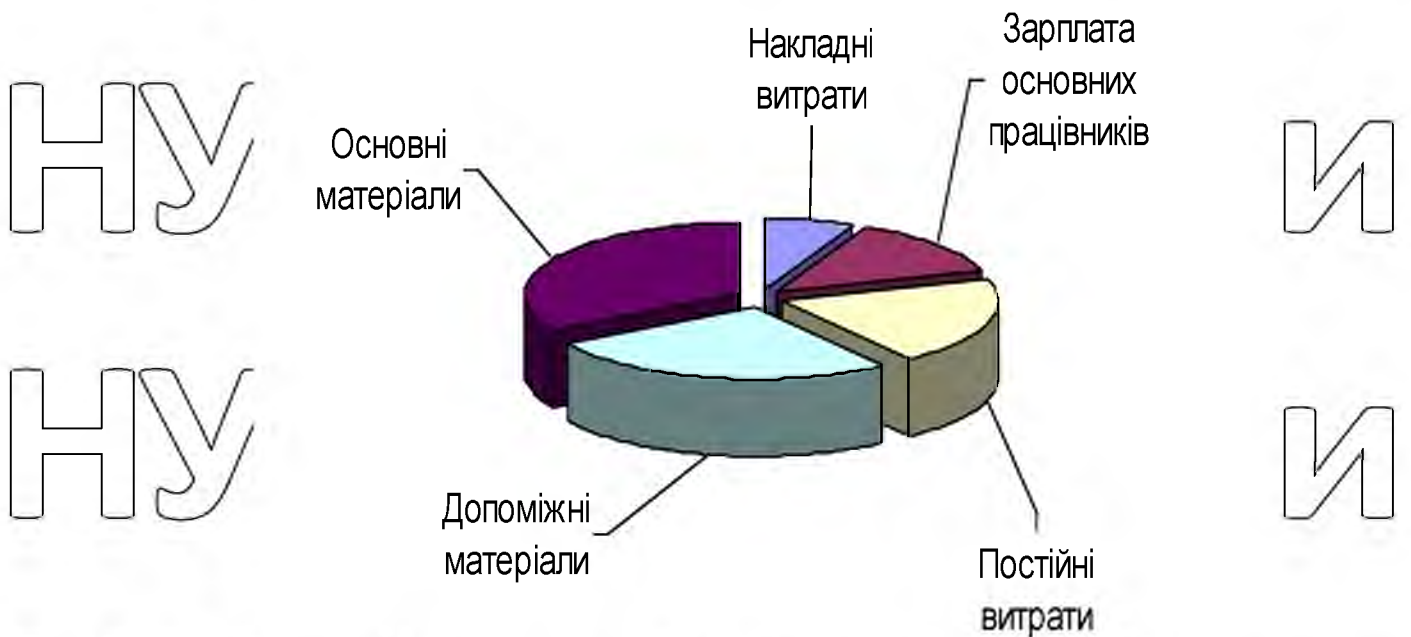
$$Ц = 6158,82 + 1539,71 + 1539,71 = 9238,24 \text{ грн.}$$

Аналіз вартості на ринку України показав що вони знаходяться в діапазоні 6000 – 12000 грн.

НУБІП України

Тому приймаємо початкову ціну 9300 грн.

Основні статті затрат на виробництво показуємо на діаграм (рис. 4.1)



НУБІП України

Рис. 4.1. Діаграма витрат на виробництво

Розрахуємо дохід підприємства якщо ціна виробу 9300 грн. за формулою 4.4:

НУБІП України

$$Д = Ц \times Q, \quad (4.4)$$

$$Д = 9300 \times 11530 = 107229 \text{ т. грн.}$$

Визначимо прибуток підприємства за формулою 4.5:

НУБІП України

$$П = Д - ВВ, \quad (4.5)$$

$$П = 107229 \text{ т.} - 71011 \text{ т.} = 36218 \text{ т. грн.}$$

Визначимо чистий прибуток за формулою 4.6:

$$\text{ЧП} = \Pi / 1,2, \quad (4.6)$$

$$\text{ЧП} = 36218 \text{ т} / 1,2 = 30181,5 \text{ т. грн.}$$

Визначаємо точку безбитковості. Для цього розрахуємо обсяг виробництва та реалізації виробу, під час якого підприємство не буде мати збитків, але й прибутку не буде мати.

Розрахуємо безбитковий обсяг виробництва та реалізації за формулою

4.7:

$$Q_{\text{Б}} = \text{ПВ} / \text{Ц} - 3\text{В}_{\text{од}} (\text{шт}), \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{Б}}$ – обсяг виробів, що забезпечує безбиткове виробництво, шт.

Ц – ціна одного виробу без ПДВ, грн. (7698,33 грн/шт).

ПВ – постійні витрати, грн.

$3\text{В}_{\text{од}}$ – змінні витрати на одиницю продукції, грн.

Постійні витрати складаються з витрат на утримання адміністративного, цехового персоналу і амортизаційні відрахування обладнання за формулою

4.8:

$$\text{ПВ} = \text{AB} + \text{ЦВ} + \text{A}_p (\text{грн.}), \quad (4.8)$$

де AB – витрати на утримання адміністративного персоналу, грн.;

ЦВ – витрати на утримання цехового персоналу, грн.;

A_p – амортизаційні відрахування, грн.

Для встановлення амортизаційних відрахувань користуємося даними підприємства,

$$\text{A}_p = \sum \text{A}_{\text{змі}} \times a \times n, (\text{грн.}), \quad (4.9)$$

$$\text{A}_p \approx 15369,56 \text{ грн.}$$

$$ПВ = 3256713 + 15369 = 3272082 \text{ грн.}$$

До змінних витрат відносять витрати, що змінюються із зміною обсягів виробництва (формула 3.10):

$$ЗВ = ВВ - ПВ \text{ грн.,} \quad (4.10)$$

$$ЗВ = 7101100 - 3272082 = 3829018 \text{ грн.}$$

Змінні витрати на одиницю продукції складуть за формулою 4.11

$$ЗВ_{од} = ЗВ / Q \text{ (грн.)} \quad (4.11)$$

$$ЗВ_{од} = 3829018 / 11530 = 332,09 \text{ грн.}$$

Отже,

$$Q_0 = 3272082 / 4977,63 - 332,09 = 325 \text{ шт.}$$

Визначимо дохід підприємства при обсязі виробництва Q_0 :

$$Д = 325 \times 4977,63 = 1619258 \text{ грн.}$$

За отриманими даними будемо графік точки безбитковості, де вісь абсцис – обсяг випуску продукції, шт., а вісь ординат – доходи, грн. що наведено на рис. 4.2. Точка безбитковості буде знаходитись на перетині прямої доходів і прямої валових витрат.

Обсяг виробництва в точці безбитковості складає 325 шт. виробів на рік, а доходи при цьому становлять 1619258 грн.

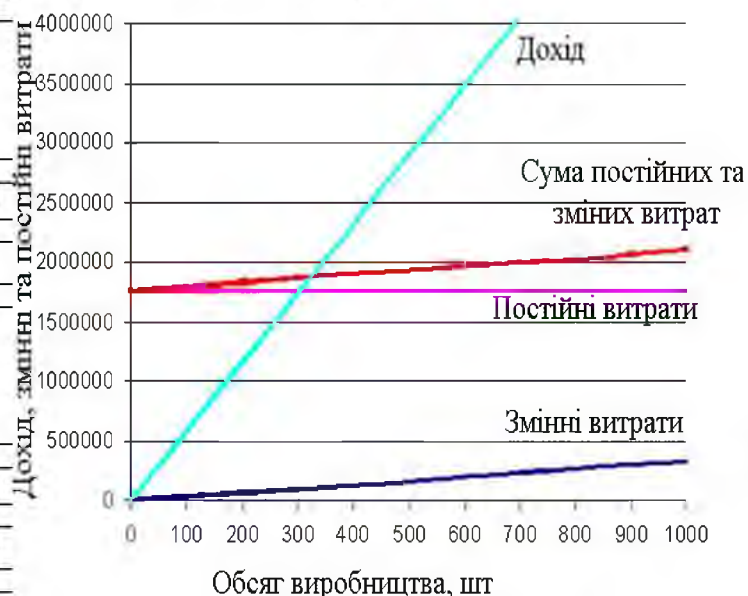


Рис.4.2. Графік точки беззбитковості

НУБІП України

Термін виходу виробництва на максимальну річну потужність – 1 рік;
Загальна вартість інвестованих в проект грошових коштів складає 1079505 грн. (до інвестицій входять витрати на придбання, а також 10 % від загальної вартості нового та існуючого обладнання).

НУБІП України

Коефіцієнт загальної економічної ефективності капітальних вкладень:

$$E = E_{ef} / K = 1619258 / 1079505 = 1,5$$

де E_{ef} – фактичний річний прибуток;
 K – капітальні вкладення.

НУБІП України

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T = K / E_{ef} = 1079505 / 1619258 = 0,67 \text{ року} = 8 \text{ місяців}$$

Підприємство почне отримувати прибуток вже через 8 місяці після введення у процес виробництва нового продукту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз конструкцій м'яких меблів та видів з'єднань їх дерев'яного каркасу, що застосовуються на підприємстві ТОВ «МЕЙБЕН ГРУП».

Аналіз клейових композицій дозволив обґрунтовано вибрати такі, що забезпечує міцне шпигове з'єднання дерев'яного каркасу м'яких меблів з метою підвищення експлуатаційних вимог м'яких меблів та для підвищення ефективності роботи виробництва.

Проведено комплексний аналіз особливості будови деревини ясеня, визначено необхідність дотримання технологічного регламенту склеювання дерев'яних деталей, який передбачає необхідний рівень їх вологості. Викладена методика та результати досліджень вмісту вологи меблевих заготовок з деревини ясеня. Визначено доцільність організації власного сушильного господарства для забезпечення необхідної кінцевої вологості заготовок з деревини ясеня. Розраховано необхідну кількість сушильних камер для якісного їх висушування.

Для визначення пріоритетної клейової композиції застосовано методи нечіткої логіки, а саме експертний метод, метод розставлення пріоритетів та метод аналізу ієрархій. Результати розрахунків показали, що кращі результати має клей Titebond III Ultimate D4, який забезпечить надійне з'єднання якісно висушених заготовок з деревини ясеня.

Запропоновано розширити лінійку асортименту стільців в недорогом сегменті. Запропонований розрахунок виробничої собівартості нового виробу з деревини ясеня з використанням представлених досліджень. Обсяг виробництва в точці беззбитковості складає 325 шт. виробів на рік, а доходи при цьому становлять 1619258 грн. Ця точка показує, яку кількість продукції необхідно виробляти підприємству для того, щоб воно не було збитковим.

Підприємство почне отримувати прибуток вже через 8 місяці після введення у процес виробництва нового продукту

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Даниленко В. Я. Основи дизайну: Підручник. Харків: ХДАДМ, 2003. – 320 с.

2. Smardzewski J., Kabała A., Matwiej L., Wiaderek K., Idzikowska W., Papięz D. Antropotechniczne projektowanie mebli do leżenia i siedzenia, 2008 In: Raport końcowy projektu badawczego MNiSzW nr 2 PO6L 013 30, umowa nr 0998/P01/2006/30.

3. Дячун З. Й. Конструювання меблів: Корпусні виробы: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. Київ: ВД. «Києво-Могилянська акад.», 2007. Ч. 1. 387 с.

4. Бехта П. А. Технологія деревинних плит і пластиків: підручник. К.: Основа, 2004. – 780 с.

5. Sedliačik M., Sedliačik J. Chemické látky v Drevarskom priemysle. – Zvolen: TUZVO, 1998. – 286 s.

6. Національна інвентаризація лісів України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://forest.gov.ua/news/natsionalna-inventaryzatsiia-lisiv-ukrainy-prodovzhuietsia>

7. Властивості деревини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://doska.dp.ua/wood_properties/

8. Ясен, деревина, структура, механічні властивості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kraina.one/education/yasen-derevina-tekstura-mekhanichni-vlastivosti.html>

9. Меблі з ясена [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.44.ua/news/3247159/mebli-z-asena-ak-integruvati-svitle-derevo-v-bud-akij-interer>

10. Пилопродукція. Оцінювання якості сушіння: ДСТУ 4921:2008. – [Введ. 2008-22-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 7 с.

11. Вологість зразка пиломатеріалу. Ч. 2: Визначення методом електричного опору: ДСТУ EN 13183-2:2004. – [Чинний від 2005-01-01] – К.: Держстандарт України, 2006. – 7 с.

12. Вологіть зразка пиломатеріалу. Ч. 1 : Визначення абсолютно сухим методом : ДСТУ EN 13183-1 : 2004. [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 9 с.

13. Конвективні сушки для деревини LUCA Польша [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mwm-kyiv.com.ua/cgi-bin/myAccount/myAccount.cgi?action=dp&vs=2/scId=6&p=catalog&catalogId=10>

14. Сучасна технологія сушіння деревини в камерах LUCA [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.derevo.info/content/detail/4668>

15. Білей П. В. Сушіння та захист деревини : підручник / П. В. Білей, В. М. Павлюст. – Львів : ТзОВ «Кольорове небо», 2008. – 312 с.

16. Пінчевська О. О. Технологія та обладнання виробництва пилопродукції / О. О. Пінчевська, З. С. Сірко, В. С. Коваль, Н. В. Марченко. – К. : «Освіта України», 2013. – 648 с.

17. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту з дисципліни “ Технологія сушіння і захисту деревини ”/ Пінчевська О.О., Спірочкін А.К., Борячинський В.В. – К.: НУБІП України, 2018. - 80 с.

18. Сучасне лісосушильне та лісопилне устаткування/О.О. Пінчевська, З.С. Сірко, В.С. Коваль Н.В. Марченко. – К: КрКВ «ЦентрІнформ», 2005. – 176с.

19. Технологія та обладнання виробництва пило продукції /Пінчевська О.О., Коваль В.С., Сірко З.С., Марченко Н.В. – К: Освіта України, 2013. – 648 с.

20. Методичні вказівки до виконання лабораторних практичних робіт з дисципліни “ Технологія сушіння і захисту деревини ”/ Пінчевська О.О., Спірочкін А.К – К.: НУБІП України, 2022. - 121 с.

21. Бехта П.А. Технологія виробництва фанери : навчальний посібник. - К.: ІЗМН. 1996. - 280 с.

22. 17. Sedláčik J. Adhesives and coating materials. – Zvolen : TUZVO,

2013.

– 160 s.

23. Професійний клей для деревини [Електронний ресурс] – Режим

доступу до ресурсу: [https://colorclub.ua/ua/ves-asortiment/klei-i-germetiki/kley-](https://colorclub.ua/ua/ves-asortiment/klei-i-germetiki/kley-pp-derevu/titebond-iii-ultimate-wood-glue-professionalnyy-kley-dlya-dereva-237)

[pp-derevu/titebond-iii-ultimate-wood-glue-professionalnyy-kley-dlya-dereva-237](https://colorclub.ua/ua/ves-asortiment/klei-i-germetiki/kley-pp-derevu/titebond-iii-ultimate-wood-glue-professionalnyy-kley-dlya-dereva-237)

24. Клей Titebond III Ultimate D4 [Електронний ресурс] – Режим

доступу: <https://prom.ua/p765868438-klej-titebond-iii.html>

25. Клей GEPAR EXPRESS WD4 [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://www.geparcollanti.it/it/home/69-express-a.html>.

26. Hip-trade [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://hip-](https://hip-trade.com.ua/p360472832-klej-dlya-drevesiny.html)

[trade.com.ua/p360472832-klej-dlya-drevesiny.html](https://hip-trade.com.ua/p360472832-klej-dlya-drevesiny.html)

27. Пінчевська О.О. Методичні вказівки до виконання курсового

проекту з дисципліни: «Актуальні проблеми механічного оброблення

деревини» / Пінчевська О.О. – Київ: НУБіП України. 2014. – 43.

28. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Інноваційні

технології механічного оброблення деревини», / Пінчевська О.О. – Київ:

НУБіП України. 2020. – 73.

29. Саати Т. Прийняття рішень. Метод аналізу. М.: Радио и

связок, 1993 – 278 с. Метод аналізу ієрархій [Електронний ресурс] – Режим

доступу до ресурсу: <http://pcomonline.com/assets/files/lib/books/saaty.pdf>