

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННІ Лісового і садово-паркового господарства

УДК 684:630\*8

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНН

Лісового і садово-паркового  
господарства

Роман ВАСИЛИШИН

(підпис)

« \_ » \_ 20 \_ р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри

Технологій та дизайну виробів з  
деревини

Андрій СПРОЧКИ

(підпис)

« \_ » \_ 20 \_ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему: «Можливість застосування низькоякісної деревини твердих  
листяних порід для меблевих виробів»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Спеціалізація: «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Деревообробні та меблеві технології

Програма підготовки: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Ілля СУРЯДНОВ

(ПІВ студента)

КМІВ – 2023

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННД 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  
Суряднову Іллі Ігоровичу

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Сучасні деревооброблювальні технології

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Можливість застосування  
низькоякісної деревини твердих листяних порід для меблевих виробів»  
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 ринку продукції із низькоякісної деревини
2. Провести огляд ринку продукції з клеєної деревини.
3. Провести експериментальні дослідження з визначення міцності клейового з'єднання
4. Розробити проект стола з низькоякісної деревини дубу та розрахувати  
прибуток від виготовлення запропонованого виробу

Дата видачі завдання «    »      20     р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Олена ПІНЧЕВСЬКА

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Ілля СУРЯДНОВ

# НУБІП України

## РЕФЕРАТ

# НУБІП України

Пояснювальна записка МР містить 69 с., 35 рис., 11 табл., 25 джерел

Магістерська робота складається з чотирьох розділів. У першому розділі проведено аналітичний огляд стану лісів та кількості сухостійного дубу, огляд шкідників, які уражають дуб та методи боротьби з ними, проаналізовано існуючі способи боротьби зі шкідниками, наведено тенденції застосування низькоякісної деревини у виготовленні меблевих виробів.

Другий розділ присвячений технології виготовлення меблевих щитів з низькоякісної деревини, наведені елементи конструкцій різних щитів та різні варіанти склеювання компонування брусків з врахуванням розташування річних кілець та варіантів змикання склеюваних ділянок за шириною. Наведено приклади застосування клеєного меблевого щита у різних меблевих виробках.

В третьому розділі обґрунтовано актуальність експериментальних досліджень наведено результати експериментальних досліджень з визначення міцності клейового з'єднання меблевого щ, наведено методіку та отримані результати, запропоновані режими склеювання.

Четвертий розділ присвячений розробці конструкції стола зі стільницею із низькоякісної деревини дубу, розрахунку економічних показників для виробництва стільниць, що включають розрахунок витрат на сировину, енергоносії та очікуваний прибуток від продажу розробленого виробу.

Ключові слова: низькоякісна деревина, клеєна деревина, режими склеювання, конструкція стола

# НУБІП України

# НУБІП України

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ РИНКУ ПРОДУКЦІЇ ІЗ НИЗЬКОЯКІСНОЇ ДЕРЕВИНИ.....	6
1.1. Огляд сировинної бази.....	6
1.2. Огляд шкідників, які є причиною ураження.....	10
1.3. Аналіз засобів боротьби з шкідниками.....	15
1.4. Тенденції виготовлення меблевої продукції із низькоякісної деревини.....	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РИНКУ ПРОДУКЦІЇ З КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ.....	23
2.1. Особливості технології виготовлення меблевих щитів з масивної деревини.....	23
2.2. Різновид меблів з меблевого щита.....	29
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
3.1. Актуальність дослідження.....	36
3.2. Матеріали та методи дослідження.....	38
3.3. Проведення виробування.....	42
3.4. Розробка режимів склеювання.....	44
3.5. Результати експериментальних досліджень.....	46
РОЗДІЛ 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛІВ ЗІ СТІЛЬНИЦЯМИ З НИЗЬКОЯКІСНОЇ ДЕРЕВИНИ ДУБА.....	52
4.1. Розроблення конструкції стола із стільницею з низькоякісної деревини дубу.....	52
4.2. Витрати на верстати та сировину.....	53
4.3. Витрати на заробітну плату та електроенергію.....	60
4.4. Розрахунковий прибуток від продажу виробів.....	62
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

## ВСТУП

Значна кількість деревної сировини втрачає свою комерційну цінність з різних причин, таких як пошкодження, кривизна та всихання. Однією з основних причин всихання лісу є поширення шкідників. Останнім часом обсяг сухостійної деревини значно зріс, збільшившись з 8% до 18% протягом останніх 7–8 років. В даний момент всиханням охоплено понад 35 тисяч гектарів лісів.

Однією з можливих причин всихання є ураження деревини шкідниками, які послаблюють її структуру. Існує безліч методів боротьби з шкідниками, проте немає ефективного способу використовувати вже уражену деревину в промислових цілях.

В наш час широко застосовуються вироби з клеєної деревини, виготовлені з відходів лісопиляння та деревобробки, такі як панелі, щити та бруси, а також комбінована деревина, наприклад, столярні плити.

Переваги клеєної деревини включають низьку середню щільність, водостійкість, можливість виготовлення матеріалів складної форми та великих конструкційних елементів. Вироби з клеєної деревини характеризуються підвищеною стійкістю до гниття та низьким вмістом смоли, їх не схильність до всихання та деформації. Клеєні дерев'яні вироби та конструкції конкурують зі сталевими та бетонними виробами за швидкістю та вартістю монтажу, а також за стійкістю до впливу агресивного навколишнього середовища. Вони ефективно використовуються для зведення промислових підприємств, виставкових, торгових павільйонів та збірно-розбірних будівель та споруд.

Номенклатура виробів із клеєної деревини дуже різноманітна. Наприклад, зі щільних відрізків дерев'яних дощок виготовляються клеєні щити, які застосовуються для побудови перегородок, обробки будишків, підлоги і інших цілей. З кускових відходів лісопиляння виготовляють клеєні щити, які використовуються головним чином для підлогових настилів. Для виготовлення дверей, перегородок та вбудованих меблів застосовують столярні плити, які облицьовані з обох боків шпоном.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес виготовлення меблевих виробів з низькоякісної деревини твердих листяних порід.

**Мета роботи** є визначення можливості застосування низькоякісної деревини твердих листяних порід для меблевих виробів.

**Предмет дослідження** – визначення міцності клейового з'єднання меблевого щита з подальшим використанням його для виготовлення стільниць.

**Методи досліджень**-теоретичний аналіз технологічного процесу виготовлення продукції з низькоякісної деревини твердих листяних порід.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ РИНКУ ПРОДУКЦІ ІЗ НИЗЬКОЯКІСНОЇ ДЕРЕВИНИ

# НУВБІП України

## 1.1 Огляд сировинної бази

Ліси України різноманітні за складом деревних порід, включаючи близько 30 видів. Серед них переважають сосна, дуб, бук, ялина, береза, вільха, ясен, граб і ялиця. Хвойні дерева, зокрема сосна, займають 43% загальної площі лісів, при цьому сосна виростає на 35% цієї площі. Твердолистяні насадження становлять 43%, і з них дуб та бук складають 37%.

Слід відзначити, що щорічно спостерігається значний ріст площі соснових та дубових насаджень в різних областях України, таких як Кіровоградська область (дуб – 40,3 тис. га, сосна – 3,4 тис. га), Житомирська область (сосна – 16,4 тис. га, дуб – 3,8 тис. га), Волинська область (сосна – 36,8 тис. га, дуб – 2,6 тис. га), Черкаська область (сосна – 13,7 тис. га, дуб – 10,6 тис. га), Чернігівська область (сосна – 14,1 тис. га, дуб – 1,5 тис. га), Черкаська область (сосна – 13,7 тис. га, дуб – 10,6 тис. га) та інші [1].

У деяких регіонах України також існують осередки шкідників. Наприклад, у 2014 році площа зареєстрованих осередків шкідників лісу в центральних регіонах складала 123 тис. га, що на 68 тис. га (або 59%) менше, ніж у 2013 році. З цієї площі 65% припадають на осередки звичайного соснового пильщика, які основним чином розповсюджені в Житомирській, Київській, Черкаській і Чернігівській областях.

Також важливо відзначити, що стовбурові шкідники відіграють важливу роль серед шкідливих комах лісу. Більшість цих видів є технічними шкідниками, які розкладають деревину. Проте під сприятливими умовами деякі види можуть завдати шкоду живим деревам. Наприклад, короїд-типограф може винести ялинові насадження, особливо якщо вони вже ослаблені гниллю або стихійними подіями. Дубовий заболонник, вершинний та шістьозубий короїди також можуть завдати серйозної шкоди лісовим насадженням.

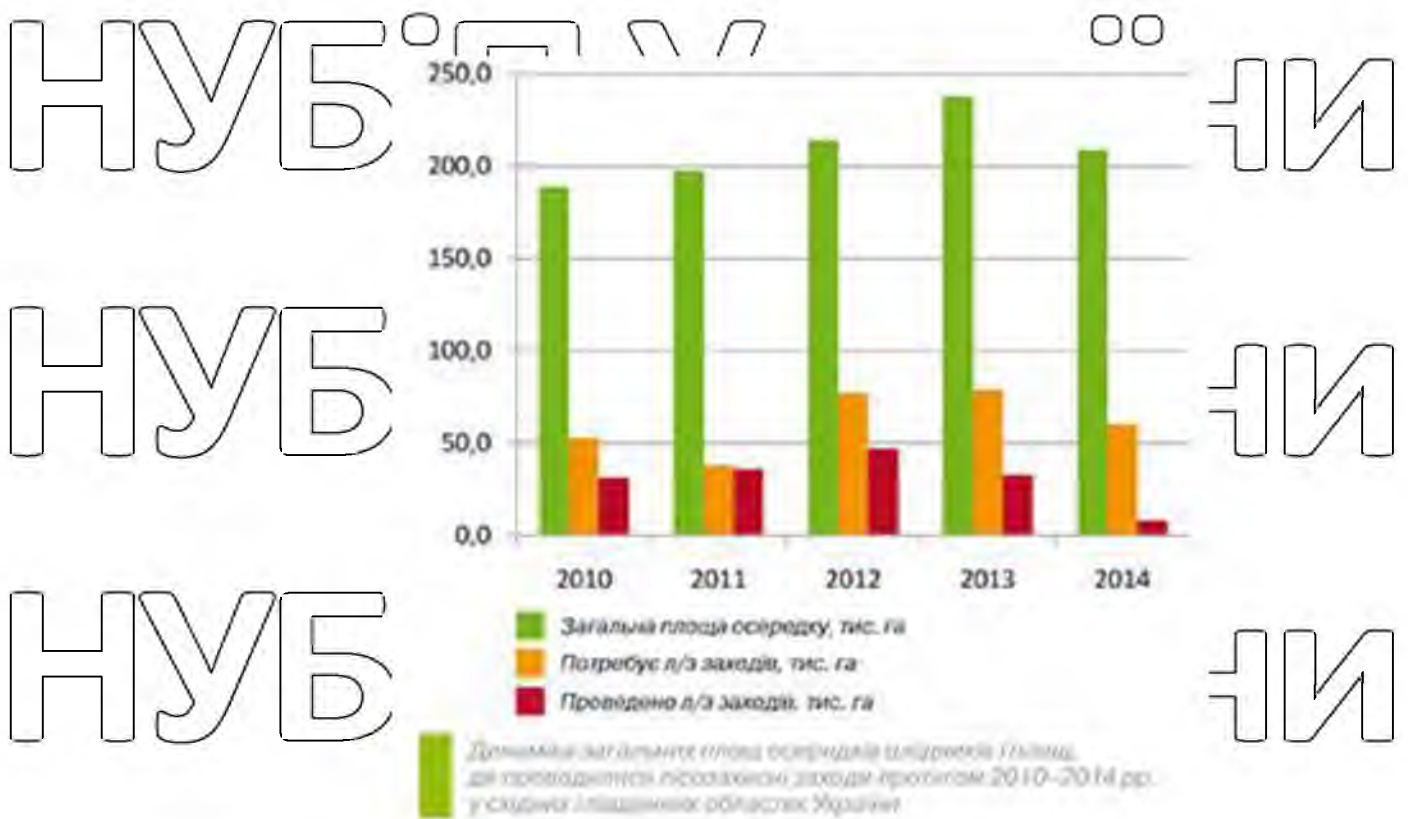


Рис. 1. Динаміка зміни площ ураженої деревини

Ці комахи можуть бути носіями не лише офіостомових грибів, але також кореневої губки та інших агентів, що спричиняють гниль та хвороби у лісі. На жаль, в Україні дослідження цієї проблеми розпочалося лише кілька років тому, коли стало очевидним масштабне поширення явища куртинного висихання сосни звичайної в Подільських регіонах (вперше виявлене в 2012 році).

Останнім часом виникла серйозна проблема з можливістю передачі стовбуровими комахами різних патогенних мікроорганізмів, включаючи офіостомові гриби та інші хворобоутворюючі агенти. Протягом останнього десятиліття в різних частинах світу, включаючи Європу, проводились комплексні дослідження для вивчення різноманітності грибів, які можуть бути передані стовбуровими комахами.

Симптоми пошкодження дерев включають пожовтіння та подальше побуріння хвої, зазвичай починаючи з верхньої частини крони та кінців основних



гідок. Крім того, вказані гриби спричиняють зараження дерев забарвлюючими грибами, що веде до втрати якості лісопродукції.

У останні роки в лісових насадженнях України спостерігається негативна динаміка щодо збільшення площі діючих осередків хвороб лісу в усіх регіонах, і ця площа зросла до 30%. Наприклад, 60% суцільних санітарних рубок було проведено через пошкодження насаджень хворобами. Основним видом хвороби, яка переважає в структурі хвороб, є коренева губка. Незважаючи на значну наукову роботу, яка ведеться в різних країнах світу, ефективних методів захисту соснових насаджень від кореневої губки досі не вдалося розробити. Низька ефективність наявних методів боротьби з хворобою змушує активно вживати лісівничі заходи та спрямовувати наукові і виробничі зусилля на створення молекулярно-генетично стійких насаджень проти цієї хвороби.

Особливий акцент у проблемах лісозахисту робиться на проблемі масового всихання ялиників у Карпатських горах України та Європи. Масштаби і інтенсивність цього процесу вражають: чорно-сірі плями мертвого лісу на фоні зелених Карпат ширяться швидко.

На сьогодні площа всихаючих ялиників перевищує 35 тисяч гектарів, і інтенсивність цього процесу зросла з 8% до 18% протягом останніх 7–8 років.

Наукові дослідження визнали надзвичайну ситуацію, викликану природними чинниками, серед яких виділяються три основні фактори всихання: клімат, коренева губка і короїд-типограф. Держлісагентством України вже затверджено

збірник рекомендацій від науковців щодо лісового господарства в Карпатах, який надає можливість впровадити переформування насаджень у всихаючих ялиниках.

Також слід звернути увагу на проблему формування лісових насаджень. Складна ситуація в лісопатології країни та глобальні зміни клімату мають основний вплив на молоді насадження. Оскільки більшість лісових культур представляють собою штучні екосистеми, вимагає багато зусиль і значних фінансових витрат для їх перетворення в повноцінні насадження. Це можна порівняти з вихованням дітей, яке вимагає від батьків багато років тяжкої праці,

як моральної, так і матеріальної, а результат відкладається на довгий час. Крім того, лісові культури менше стійкі до впливу комах, коренегризів і хвороб, порівняно з лісовими насадженнями. Тому захист лісових культур - це сфера, на якій не можна економити. Крім того, сьогодні, окрім шкідливих комах і коренегризів, на культурах все частіше поширюються нові, інвазивні та навіть карантинні види. Завдяки великій кількості ландшафтних компаній, торгових фірм і т.д., які імпортують декоративні рослини для садів і парків, на територію України потрапляє значна кількість нових шкідників і хвороб, які можуть стати джерелом масового розповсюдження або епіфітотії. Ця проблема також становить загрозу для лісових культур.

Існують приклади проблем у лісовому господарстві. Наприклад, в Європі протягом останнього десятиріччя поширилося масове зараження ясенів грибом *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, що призводить до їх хвороби. В Литві було пошкоджено понад 40 тисяч гектарів насаджень ясеня протягом 10 років, що складає 75% всієї площі ясеня. У 2011 році в Швеції ясен був включений до Червоної книги після епіфітотії цієї хвороби. У 2012 році в Україні молекулярними методами було підтверджено наявність цього хвороботворного гриба.

Інший приклад - це поширення дотістромозу, хвороби, яка була імпортована з Північної Америки і зараз поширена в 60 країнах, поразивши більше ніж 80 видів хвойних дерев. У 2004 році цей інвазивний вид був виявлений спеціалістами ДСЛП "Харківлісозахист" і "Херсонлісозахист" в Херсонській і Миколаївській областях на великій площі культур сосни кримської, у 2011 році - в Криму та в Запорізькій області, і у 2014 році - в насадженнях Луганської та Харківської областей. Ця хвороба впливає на хвою і призводить до загибелі соснових культур та насаджень.

Останнім часом стає актуальним також питання фітопатогенних нематод, які можуть шкодити лісам. Вони швидко спричиняють усихання насаджень, призводячи до цього за кілька тижнів. На щастя, на сьогодні в Україні не виявлено карантинних нематод, але спеціалісти лісозахисних підприємств

виявили фітопатогенних нематод, які можуть спричинити усихання соснових культур та мелодняків [2].

## 1.2. Огляд шкідників, які є причиною ураження

Жуки нападають на ослаблені та зрубані дерева, створюючи ходи в заболоні, під корою та в деревині. Це призводить до втрати товарної цінності пошкоджених дерев. Личинки жуків оселяються в колодах, які довгий час перебували в лісі, і виробляють ходи в деревині, що призводить до серйозних економічних збитків. Під час відкладання яєць самки жуків переносять личинок четвертої стадії стовбурових нематод із заражених дерев на здорові. Через "зарубки" в корі, які формують самки, а також ходи, створені личинками, нематоди проникають в деревину. У стовбурі нематод живуть гіфи грибів (зазвичай *Ceratocystis* sp.), які також передаються жуками. Приблизно через три тижні після зараження соснових дерев нематодами з'являються перші ознаки засихання, виділення смоли зменшується. Нематоди, які переносяться жуками, спричиняють зниження транспірації хвої, а згодом її повне припинення, жовтіння та в'янення, що призводить до загибелі дерева. Ослаблене дерево приваблює жуків.

Конічні зарубки для відкладання яєць на поверхні кори свідчать про наявність вусачів в дереві. При відшаровуванні кори можна побачити молодих личинок, які прокладають ходи в деревині. Також на наявність шкідників вказують овальні входні отвори, хоча їх можуть приховувати під порохнею та купками тирси біля стовбурів дерев.

Перш ніж розпочати боротьбу, важливо ознайомитися із невидимими комахами, які можуть завдати шкоди деревам та навіть меблям і стінам будинку. Це жуки короеди (рис. 1.2.) які поширені практично в усіх країнах Європи.

НУБІ



НИ

НУБІ

НИ

НУБІП УкРАЇНИ

Рис. 1.2. Жук-короед [2]

Незважаючи на свої невеликі розміри, які коливаються від 8 до 9 мм, ці комахи можуть завдати значної шкоди. Вони часто обирають деревину для свого проживання, але виходять на поверхню, щоб відкласти свої яйця. Оскільки вони проводять більшу частину свого життя всередині деревини, вони розгризають значну кількість ходів діаметром від 1 до 3 мм. Виявити наявність цих шкідників

в деревині досить просто: слід уважно оглянути її на предмет невеликих отворів з описаними розмірами або на трухлявину, яка з'явилася після руйнування ходів.

Якщо такі ознаки виявлені, необхідно обробити деревину спеціалізованими антисептиками. Ще одним поширеним шкідником деревини є меблевий точильник (рис. 1.3.), який зазвичай зустрічається у будинках.

НУБІП УкРАЇНИ

НУ



НИ

НУ



НИ

НУБІП УкРАЇНИ

Рис. 1.3. Меблевий тощильник [2]

Цей жук не становить загрози для меблів, але його личинки роблять ходи в дереві та харчуються тирсою. Основною метою життя меблевого тощильника є розмноження. Личинки цього жука легко руйнують віконні рами, опорні балки, меблі, паркетні підлоги, а також дерев'яні колоди в будинках. Найбільшим поціновувачем деревини є жук-вусач (рис. 1.4.).

НУБІ



НИ

НУБІ

НИ

Рис. 1.4. Жук-вусач [3]

НУБІП УкРАЇНИ

Розміри цього жука варіюються від 16 до 30 мм. Його головною особливістю є довгі вуса. Жук-вусач майже не споживає деревину; він просто відкладає свої личинки в щілини або тріщини. В дерев'яних тріщинах личинка (рис. 1.5.) може перебувати до двох років, поступово розчищаючи дерево та створюючи нові ходи. Через свої значні розміри, її досить легко помітити.



Рис. 1.5. Личинка жука-вусача [2]

Весною цей вид комах наближається до поверхні, щоб перетворитися в лялечку для розмноження. Якщо деревина повністю пошкоджена, жук-вусач шукає здоровий матеріал.

Ще одним надзвичайно вправним, але неординарним шкідником є терміт (рис. 1.6.) У представників цього виду комах є потовщена галля і звивисті гладенькі вусики або антенки.



Рис. 1.6. Терміт [3]

Зазвичай, тіло терміта має білий колір. Представники цього виду зазвичай вибирають місце проживання: в деревині, камені, або цегловій підстильці. Лише 10% термітів є шкідниками, здатними завдавати збитку не лише ростучим деревам, але і дерев'яним будівлям. Як захистити себе від термітів? Спочатку варто уникати прямого контакту деревини з землею, використовуючи бетонний фундамент. Проте іноді терміти здатні пройти навіть через фундамент, використовуючи тунелі. Другий спосіб - обробка деревини захисними засобами, такими як антисептики або інсектициди, що можуть заблокувати апетит ненаситних комах. Третій метод боротьби полягає в використанні деревини, стійкої до нападу термітів, зокрема, певних видів.

Довгоносик-трухляк (рис. 1.7) славиться своєю характерною формою голови, яка нагадує кобот, часто відомий як «сголик».



Рис. 1.7. Довгоносик-трухляк

Цей жук має характерне коричневе тільце, вкрите ворсинками, і досягає довжини близько 3 мм. Він віддає перевагу вологій деревині хвойних порід і часто може бути знайдений у ванних кімнатах, на дерев'яних підлогах та в різних дерев'яних конструкціях [3].

### 1.3. Аналіз засобів боротьби з шкідниками

Один із найефективніших, але потенційно небезпечних методів боротьби зі шкідниками - це фумігація. Вона становить загрозу через використання отруйних газів. Процес фумігації-газації є ефективним у боротьбі з гризунами та комахами, оскільки включає в себе насичення приміщення отруйним газом.

Важливо підкреслити, що такі роботи повинні виконувати фахівці з необхідними дозволами. Відмінність цього методу від інших полягає в тому, що фумігант проникає не лише в усі частини приміщення, але й в матеріали та товари. Це робить фумігант більш ефективним порівняно з іншими методами, такими як обкурювання або вологе прибирання, оскільки отрути у вигляді диму або аерозолів не можуть проникнути на велику глибину заражених поверхонь.

У інших методах отрути намагаються впливати на шкідників за допомогою частинок твердої речовини або рідини. Газовий фумігант проникає глибше, діючи на молекулярному рівні і забезпечуючи певний результат.

Ще одним методом знищення надокучливих комах є фугація, яка використовує хімічні інсектициди у формі аерозолу, генерованого спеціальними пристроями. Отрути перетворюються на пари і проникають у уражені ділянки дерев'яних виробів, проникаючи всередину ходів комах. Цей метод також повинні виконувати лише кваліфіковані фахівці.

Найпоширенішим способом захисту є обробка антисептиками на основі інсектицидів. Цей метод не лише допомагає видалити комах, але і захищає від грибка. Обробку рекомендується проводити перед збіркою та монтажем дерев'яних виробів, оскільки вона забезпечує захист на глибину до 2-3 міліметрів, створюючи захисний бар'єр. Цей метод доступний в торговельних мережах і може бути виконаний самостійно без допомоги фахівців.

Спосіб обробки заражених ділянок деревини схожий на попередній метод, і використовується переважно на ранніх стадіях пошкодження деревини та в умовах відсутності грибкових захворювань. Інсектициди вприсковуються в уражені отвори деревини за допомогою шприца, а потім оброблені ділянки



покриваються, щоб зберегти речовину на глибині тунелів та подовжити її ефективність проти шкідників.

Існує також нестандартний метод боротьби з жуками, відомий як «Мікрохвильовий інсектицидор» (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Мікрохвильовий інсектицидор [3]

Даний метод використовує коробку з магнетроном, який генерує магнітні хвилі і направляє їх у глибини деревини, де вони нагрівають та руйнують біологічні об'єкти. Цей метод діє на принципі мікрохвильової печі: деревина прогрівається, а все живе всередині руйнується. Зіставляючи це з подібністю до пирога, булка легко нагрівається, а начинка готується практично до кипіння.

Спілкуючися про ефективні методи боротьби, найбільш дієвим вважається видалення заражених шматків деревини та їхнє подальше спалення. Проте цей метод вимагає обережності і перевірки, оскільки жук може перейти в сусідню колоду, не обов'язково в ту, яку вже відрізали [3].

Нещодавні дослідження в галузі термічної обробки деревини для знищення біологічних паразитів і комах показали обіцяні результати. Термообробка зразків деревини призвела до значно менших втрат маси та повної гибелі всіх комах всередині матеріалу.

Дослідження також підтвердили, що вплив високих температур може знищити комах та грибок, навіть після певної ступені інфекції. Розігрівання деревини до температури не менше 65 °C і підтримка такого режиму протягом принаймні 30 хвилин гарантує повне знищення шкідника. Метод базується на тому, що при таких температурних умовах відбувається руйнування білка, що призводить до загибелі личинки шкідника. Найважливіше у цьому процесі - рівномірне нагрівання матеріалу з усіх сторін на певну температуру і утримання її на протязі визначеного часу.

#### 1.4. Тенденції виготовлення меблевої продукції із низькоякісної деревини

Після визначення жуків, зовнішній вигляд деревини стає несумісним із виробництвом продуктів для продажу. У середині деревини суттєво пошкоджені безліч тунелів, створених жучками-точильниками, і з часом вона розпадається та перетворюється на трухлявину. Після знищення шкідників отвори, створені жуками, можна заповнити за допомогою шпаклівки, складеної з бджолиного воску, каніфолі, а також невеликої кількості гіпсу та скипидару.

Далі потрібно відновити частково пошкоджену деревину або замінити її, яка вже не підлягає реставрації. Для цього можна використовувати полімерні засоби, які проникають глибоко і закріплюють матеріал. Проте варто бути обережним, оскільки вони можуть викликати набухання, усушку або навіть розриви деревини. Зазвичай використовується ПВА, яке надає добрий зміцнюючий ефект.

Після проведених дій деталі потрібно відшліфувати, переклеїти та знову відшліфувати. Якщо це стосується стільниць, її можна покрити новим шпоном. Після цього поверхню слід покрити кількома шарами лаку.

Якщо ми прагнемо зберегти природну текстуру деревини, ми можемо розглянути технологію виготовлення стільниць з епоксидної смоли (рис. 1.9.).



Рис. 1.9. Стільниця з епоксидної смоли [5]

Сучасна популярність використання деревини в поєднанні з епоксидною смолою свідчить про раптову моду на цей матеріал. Епоксидна смола, відкрита ще у 1936 році, знайшла своє використання в різних сферах, від будівництва до радіотехніки. У поєднанні з деревиною цей полімерний матеріал сьогодні дозволяє створювати надзвичайно привабливі та незвичайні предмети інтер'єру, такі як стільниці, стільці, тумби, книжкові полиці, шафи, а також декоративні елементи, наприклад, картини та світильники, які несподівано вибухнули популярністю в ресторанах, офісах та вітальнях приватних будинків (рис. 1.10.).



Рис. 1.10. Поєднання деревини і епоксидної смоли у меблевих виробках [5]

Для виготовлення стільниць за технологією заливання епоксидною смолою потрібно виконати наступні кроки [5]:

1. Зняти кору та видалити дефекти, такі як сухі та розкришені сучки, дірочки, прогризені комахами, відколи, та тріщини.

2. Якщо на деревині є гниль або "синява," вони повинні бути видалені фрезером до отримання чистого дерева.

3. Загалом, всю поверхню необхідно очистити, відшліфувати, зберігаючи природну форму або додавши рельєфу за бажанням і здібностями.

4. Площину дошки також слід відшліфувати, щоб виголосити деревний малюнок, та при бажанні підкреслити його. Можна використовувати різні засоби, такі як морилку, масло для деревини, обпалити лампою, а потім відшліфувати, використовуючи дрібну шітку та інше.

5. Перед основним заливанням, деревину слід "погрунтувати" тією самою епоксидною смолою, яку ви будете використовувати в роботі. Спочатку залийте всі невеликі каверни та отвори, які виявлені під час зачитки.

6. Залийте і періодично прогривайте залиті ділянки протягом двох-трьох годин. Пір деревини виділяє повітря, тому при прогріванні забезпечте вивітрювання пор. Якщо смола не прогрівати, в товщі смоли можуть залишитися бульбашки. Якщо потрібно досягти прозорості, бульбашки слід видалити.

7. Після висихання, відшліфуйте залиті ділянки, вирівнюючи їх з поверхнею дошки.

8. Нарешті, покрийте дошку тонким шаром смоли, щоб стабілізувати її та видалити повітря з пор.

Виготовлення стільниць за цією технологією є методом для створення більш дорогих та красивих меблів.

Україна, як малолісиста держава, за останні два роки також стала активно використовувати деревину низької якості. Деревина такого виду відноситься до класу D, якщо вона відповідає вимогам цього класу. У випадку, якщо деревина не відповідає стандартам класу D, рекомендується використовувати її як дрова.

Така оброблена деревина може знайти застосування в різних видів виробів, таких як столярно-будівельні та декоративні вироби [6].

Сьогодні в Україні спостерігається стрімкий розвиток нового напрямку використання цієї деревини. Вона все частіше використовується для виготовлення таких продуктів, як:

1) світильники (рис. 1.11.);

2) стінові панелі;

3) інтер'єрні дошки;

4) предмети декору;

5) фасадні дошки;

6) стільниці;

7) рамки для дзеркал та для освоєння нового виду виробів, наприклад стільців.

Один із найбільш перспективних напрямків використання такого сегменту сировини – розпилення її на різні види пиломатеріалів, яка може слугувати напівфабрикатами (дошки, бруски, заготовки) для столярних та будівельних виробів (рис. 1.10.).



Рис. 1.10. Варіанти використання низькоякісної деревини [7]



Рис. 1.11. Світильники [8]

Внаслідок аналізу результатів експериментальних досліджень фізико-механічних характеристик низькоякісної деревини твердих листяних порід було встановлено, що такий вид деревини майже не відрізняється фізико-механічними показниками від здорової деревини. З огляду на той факт, що вартість 1 м.куб. здорової деревини (клас якості А - С) за останнім часом зросла майже у 3 рази, сегмент низькоякісної деревини стає все більш привабливим та високопопитним на ринку сировини та продукції. Крім того, встановлені фізико-механічні характеристики дозволяють використовувати таку деревину та продукцію з неї в практично тих самих напрямках, що й здорову деревину.



Рис. 1.12. Стіл обідній [9]

Рис. 1.13 Журнальний столик [11]



Рис. 1.14. Журнальний столик [10]

Пропонується використовувати низькоякісну деревину дуба як пилопродукцію для виготовлення меблевих щитів та стільниць меблевих виробів.

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РИНКУ ПРОДУКЦІЇ СКЛЕСНОЇ ДЕРЕВИНИ

## НУБІП України

## 2.1. Особливості технології виготовлення меблевих щитів з масивної деревини

## НУБІП України

При виборі меблів та будівельних конструкцій споживачі все частіше віддають перевагу виробам із натуральної деревини. Крім високих фізико-технологічних і експлуатаційних характеристик, вони також вражають природною красою та індивідуальністю, створюють відчуття затишку та комфорту в інтер'єрі. Для виготовлення виробів із масивної деревини часто використовують клеєні конструкції (рис. 2.1).

## НУБІП України

Використання таких конструкцій дозволяє більш ефективно використовувати деревину, оскільки при розкрої дерев'яної колоди не завжди можна отримати цілі деталі без дефектів, таких як сучки, смоляні кишені, тріщини, синява тощо. Крім того, склеєні деталі є міцнішими в порівнянні зі суцільними, вони не піддаються усадці, не розтріскуються і не деформуються під час обробки та експлуатації. Це особливо стосується зрощених у ламелі брусків,

## НУБІП України

як окремих заготовок, так і склеєних шарів товщиною від 20 до 4 штук для виготовлення складових частин меблів [7].

## НУБІП України

При використанні такої деревини важливо ретельно відбирати матеріал, оскільки, незважаючи на якість інструментів і обладнання, низькосортна деревина може обмежити отримання високоякісних виробів. Також необхідно враховувати умови експлуатації готових виробів та особливості дерев'яних порід, такі як схильність до витікання смоли, висихання тощо [7].

## НУБІП України

## НУБІП України



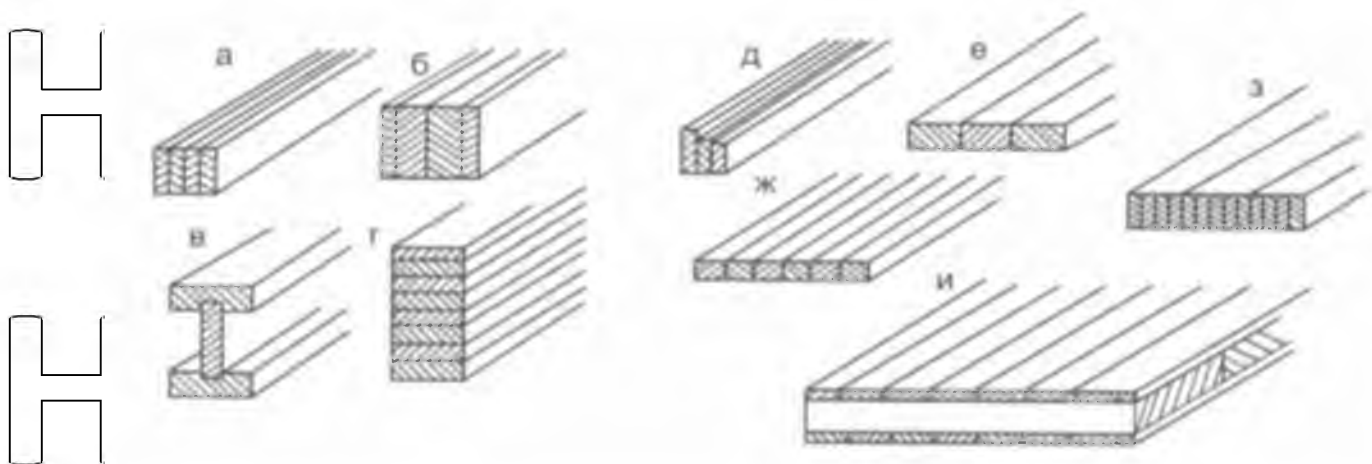


Рис. 2.1. Вироби із клеєної деревини: а – елемент конструкції щита; б – складовий елемент з різнотовщинних брусків; в – двотавровий елемент; г – елемент для будівельної конструкції; д – бруски для виготовлення віконних рам; ж – щити із брусків, склеєних на ребро; з – щити із брусків, склеєних по пласті; и - багатошарові щити [12].

Для виготовлення бруса та меблевого щита використовують різні лісоматеріали твердolistяних та хвойних порід, таких як бук, дуб, сосна, модрина та інші. Бук і дуб славляться своєю вишуканістю, особливо текстурою та кольором, і мають високі фізико-механічні властивості. Тому більшість престижних щитів виготовляється саме з бука та дуба, навіть за високої вартості дубового матеріалу. Вони володіють високою довговічністю та відповідають найвищим естетичним стандартам [9].

Склеювання матеріалу по товщині дозволяє отримати товсті заготовки з тонких ламелей. Збільшення кількості шарів збільшує міцність і стабільність деталей, а також підвищує опір розколюванню і сколюванню деревини в напрямку, перпендикулярному клейовим шарам. Комбіноване або зубчастопластеве склеювання коротких і тонких відрізків чи пластин дозволяє отримувати заготовки різної довжини і товщини [10].

Поперечне склеювання ламелей в напрямку по товщині використовується для виготовлення брусів, тоді як склеювання по краї використовується для одержання меблевого щита [10].

Різні варіанти складання шарів при склеюванні масивної деревини по товщині представлені на рис. 2.2. Товщина шарів ділянок може бути однаковою (рис. 2.2, а) або різною (рис. 2.2, б). Окремі шари за шириною можуть бути суцільними (рис. 2.2, а, б) чи складеними з кількох ділянок (рис. 2.2, в, г). У випадку переклеєних щитів (рис. 2.2, г) суміжні шари розташовуються під певним кутом (зазвичай 90 градусів), що підвищує їхню стабільність. Шари, склеєні по ширині з окремих ділянок, перед склеюванням у бліски піддаються обробці по товщині.

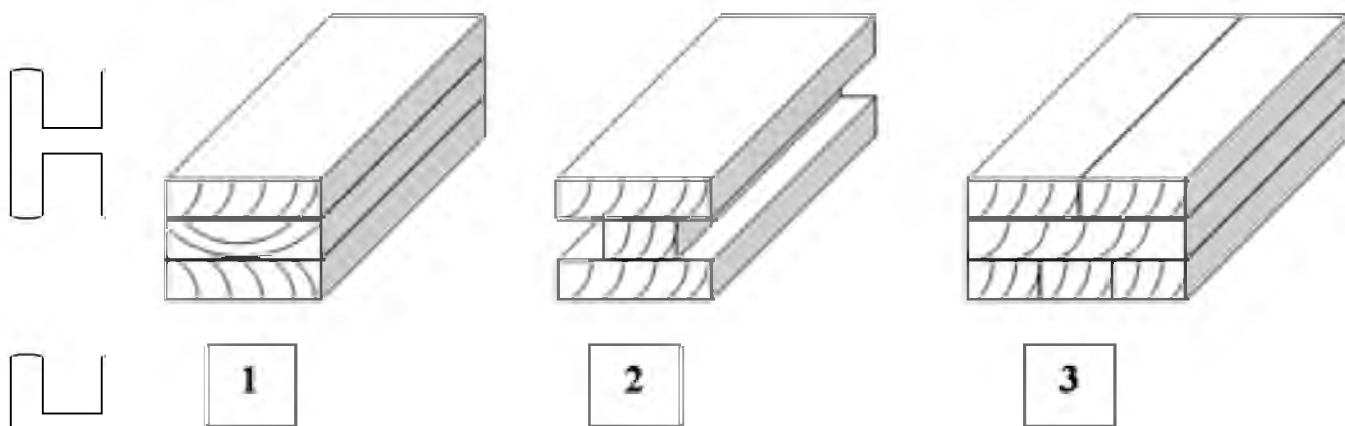


Рис. 2.2. Варіанти склеювання масивної деревини по товщині [11].

Під час склеювання деревних матеріалів різної щільності рекомендується зробити поверхні більш щільного матеріалу більш шорсткими. Це може бути досягнуто шляхом цанювання поверхонь більш щільної деревини, паперово-шарового пластика або металу.

Ділянки масивної деревини, призначені для склеювання, повинні відповідати наступним вимогам:

- Влагистість деревини не повинна перевищувати рівноважну в межах 1,5%...3,0%;
- Довжина хвилі після поздовжнього фрезерування не повинна перевищувати 5 мм для шпилькових порід і 3 мм для листяних;
- Шорсткість поверхні ( $R_{m\max}$ ) не повинна перевищувати 200 мкм після фрезерування і 300 мкм після пиляння.

Рис. 2.3 демонструє деякі можливі варіанти склеювання масивної деревини за шириною з метою виготовлення меблевого щита.

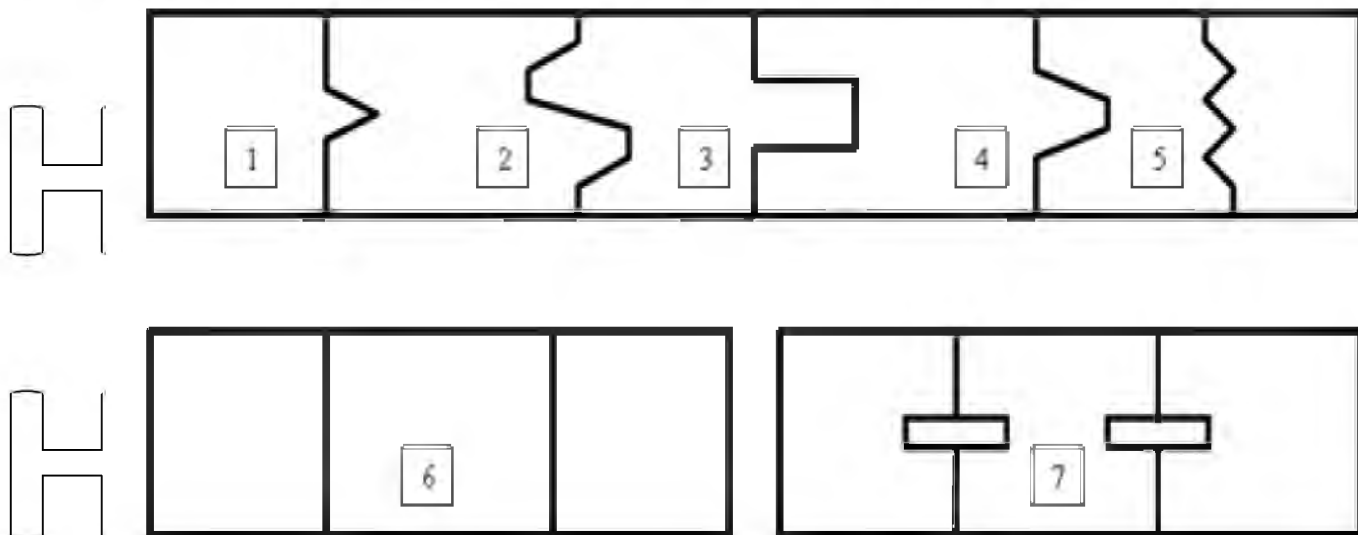


Рис. 2.3. Змикання ділянок за шириною: 1 – на зуб; 2 – на шпунт і гребінь кінцевий асиметричний; 3 – на шпунт і гребінь; 4 – на шпунт і гребінь кінцевий; 5 – на зубчастий шип; 6 – на гладку фугу; 7 – на вставну рейку [11]

При склеюванні щитів з ділянок тангентального розкрою із розташуванням річних шарів в одному напрямку форма щита пожолобиться в один бік. При наборі щита із ділянок з перемінним розташуванням річних кілець щити будуть менш пожолобленими, ніж в попередньому випадку, але форма пожолобленості буде хвилястою [12]. При розташуванні річних кілець перпендикулярно до площини щита можливі різні форми щита [12]. Найбільш правильним буде таке розташування заготовок, при якому сусідні крайки будуть однаковими - заболонь до заболоні, серцевина до серцевини, а пласті в сусідніх ділянках (зовнішня і внутрішня) будуть взаємопротилежними. Перед набором в щити всі (при зрощуванні у ламелі) або окремі ділянки можуть бути склеєними по довжині [12].

Склеювання брусків по крайці у шпунт і гребінь, на вставні рейки чи шпунт та в нагрят, хоч і збільшують міцність склеювання, але вимагають збільшення

витрат деревини, а інколи й трудозатрат [11]. Склеювання брусків по краї та пласти для збільшення ширини та товщини заготовки навіть на гладку фугу може забезпечити міцність, що майже дорівнює міцності масивної деревини. Тому склеювання заготовок по товщині або комбіноване – по ширині і товщині одночасно – здійснюється, у більшості випадків, на гладку фугу [12].

Вартість 1 м<sup>3</sup> євробруса та єврошита з дуба коливається від 1500 до 4000 тис. долларів при виграї 1,7...2,5 м<sup>3</sup> пиломатеріалів або 3...4 м<sup>3</sup> кругляка [12].

Розмірні характеристики уніфікованих меблевих щитів:

- довжина: 2220, 2270, 2320, 2370, 3420, 3440, 3470, 3520, 4000...6000 мм;
- ширина: 500, 600, 650, 750, 850, 950, 1000, 1100, 1200, 1300 мм;
- товщина: 18, 19, 20, 24, 28, 30, 32, 36, 40 мм.

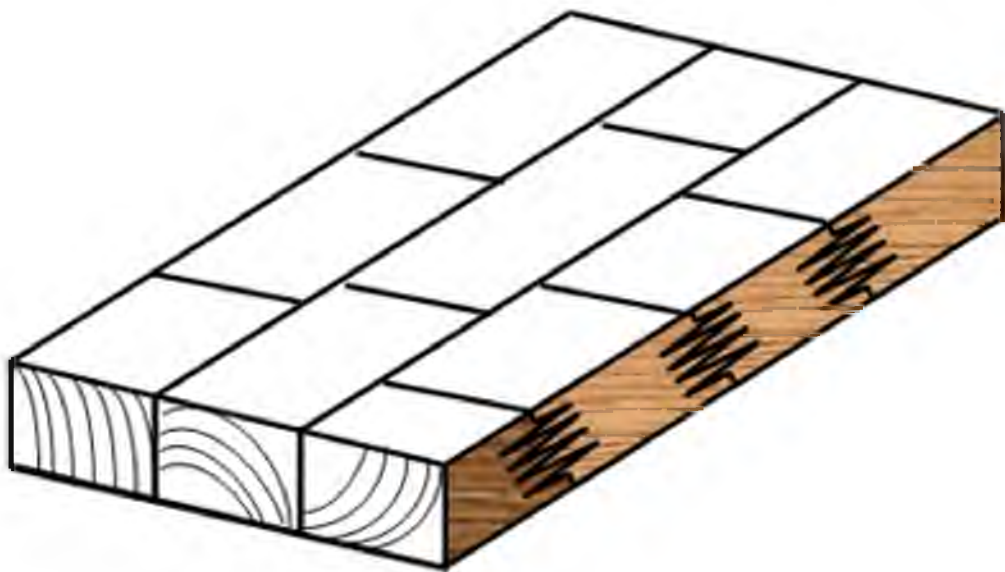


Рис. 2.4. Меблевий щит, що є конструктивним елементом для меблів [14]

При склеюванні по ширині важливі такі показники:

1) Ширина ділянок - для надання щиту формостійкості залежно від його призначення використовують ділянки обмеженої ширини в діапазоні від 15 до 70 мм.

2) Базування ділянок - як показано на рисунку 3.5, вибір схеми базування впливає на величину припуску по товщині та вимагає різних трудозатрат на

підготовку та склеювання брусків. З погляду оптимізації цих процесів, більш вигідною схемою є та, яку показано на рисунку 2.5, б.

3) Розташування річних кілець у суміжних ділянках – цей фактор важливий для забезпечення стабільності та міцності склеювання ділянок і визначається відповідно до вимог технології.

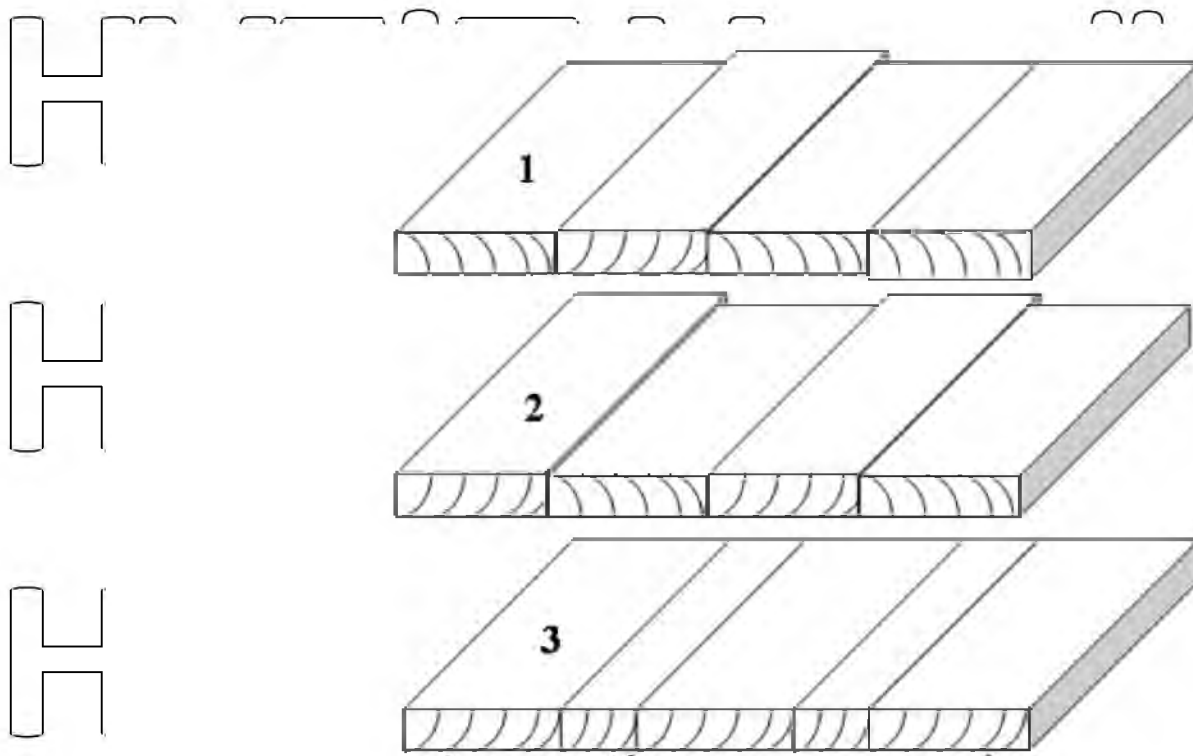


Рис. 2.5. Схеми базування ділянок при склеюванні в щити: а – за двома крайками; б – за однією пластю та двома крайками; в – за двома пластинами та двома крайками.

Технологічний процес виготовлення клесних брусків та щитів із масивної деревини повинен дотримуватися вимог завдання на проектування ВНТП 13-92 "Деревообробні цехи". Також слід враховувати норми проектування виробничих процесів, БНП, державні стандарти, правила пожежної безпеки та охорони праці, які стосуються лісової та деревообробної промисловості. Розміщення обладнання повинно відповідати поточним вимогам технологічного процесу.

Основні етапи виготовлення клеєних брусів та щитів, а також мінімальний комплект обладнання для їхнього виробництва включають такі стадії:

1. Вхідний контроль.
2. Розкрій деревини на заготовки (поздовжнє розкроювання).
3. Первинна механічна обробка чорнових заготовок, включаючи чотирибічне фрезерування, вирізання дефектів та сортування.
4. Склеювання заготовок по довжині на мікрошип, що включає нарізання шипів, нанесення клею та зрощування ламелей.
5. Надання деталям кінцевої форми та розмірів (чистове фрезерування).
6. Склеювання деталей у вузли (бруси, щити).
7. Вторинна механічна обробка брусів та щитів, включаючи контурну обробку, калібрування та шліфування.

Звернемо більше уваги на технологію склеювання заготовок по крайках та пластях з метою виготовлення брусів та меблевих щитів.

## 2.2. Різновиди меблів з меблевого щита

У сфері меблевого виробництва меблевий щит є найбільш популярним матеріалом для створення меблів високої якості, які відповідають вимогам стійкості до деформацій та впливу вологості та температури. Саме з меблевих щитів виготовляються різноманітні меблеві вироби, такі як шафи, столи, полиці, табуретки, стелажі, каркаси для м'яких меблів, кухонні гарнітури, ліжкові спинки, стільниці для кухонних куточків, барні стійки та інші предмети інтер'єру. Сьогодні ми розглянемо приклади меблів, виготовлених з дерев'яних щитів, і дізнаємось про їхні переваги.

Прикладом таких меблів є кухня з меблевого щита (рис. 2.6). Виготовлення кухні з меблевого щита означає отримання меблів, які відзначаються довговічністю, функціональністю та стильним дизайном. При створенні кухонного гарнітура зі зрошених щитів важливо детально спланувати

розташування шаф, полиць, комодів і тумбочок, враховуючи вбудовування розеток та побутової техніки.



Рис. 2.6. Кухня з клеєного щита [10]

При покупці або виготовленні щитової кухні корисним виявиться врахувати можливість додаткових полиць. Це необхідно для забезпечення місця, яке, безперечно, знадобиться вам для зберігання подарованого або нового посуду, або, наприклад, для розміщення блендера або домашнього гриля. Особливо зручно мати достатньо місця на кухні, де можна комфортно розмістити як старі, так і нові предмети побуту.

Крім того, варто звернути увагу на комод з меблевого щита (рис. 2.7). Це універсальний предмет інтер'єру, який можна розмістити як у вітальні, так і в кухні або спальні.



Рис. 2.7. Комод з меблевого щита [11]

Це універсальний предмет інтер'єру, який можна розмістити як у вітальні, так і в кухні або спальні, залежно від того, що ви плануєте зберігати в ньому. Тому важливо визначити оптимальне розташування комода та особливості його конструкції, включаючи розміри, кількість полиць і відділень, а також габарити верхньої поверхні.

Щодо шафи з меблевого щита (рис. 2.8), можливо, деякі люди вважають, що її виготовлення складне завдання. Проте насправді створити щитову шафу не так вже й складно. Головне – почати зі створення детальної схеми її конструкції, включаючи розміри.

НУБІП України

НУБІП України





Рис. 2.8. Шафа з меблевого щита [10]

Якщо ви приділите увагу кожному складовому елементу шафи, таким як глибина, ширина, висота полиць, дверей, перегородок, висувних ящиків та інших компонентів, це допоможе вам точно розрахувати необхідну кількість матеріалу і виконувати всі заплановані роботи правильно. Це гарантує, що ваша меблева конструкція ідеально впишеться в інтер'єр приміщення. З меблевих щитів можна створити як масивні меблі для вітальні, кухні або вбиральні, так і легкі стелажі для бібліотеки, офісу або дитячої кімнати.

Щодо столу з меблевого щита (рис. 2.9), такий стіл можна створити в будь-якій бажаній формі та з різною функціональністю. Він може бути квадратним, прямокутним або круглим, відповідно до вашого вибору та потреб.



Рис. 2.9. Стіл з меблевого щита [11]

За функціональністю, цей столик може бути складаним або розсувним. Стандартний розмір стільниці зазвичай складає 270 на 60 см.

Щодо ліжка з меблевого щита (рис. 2.10), це відмінний висір для спальні. Воно виготовлене з натурального, дуже міцного та стильного матеріалу.

Ліжко з меблевого щита зазвичай має лаконічний зовнішній вигляд та просту конструкцію, і його виготовлення не є дуже складним завданням, особливо після визначення комплектації. Ви можете обрати між базовим каркасом та узголів'ям, або розширити його функціональність, додавши висувні ящики та тумби.

Важливою перевагою виготовлення меблів самостійно або на замовлення є можливість отримати індивідуальний виріб, який повністю відповідає всім вашим побажанням.

НУБІП України



Рис. 2.10. Ліжко з меблевого щита [11]

Добре, якщо ви заздалегідь визначитесь з матрацом і замовите виготовлення ліжка, враховуючи його розміри.

Меблі, виготовлені зі зрощеного масиву, мають численні переваги. Інтер'єр кімнат, прикрашених меблевими щитами, завжди сповнений теплом і натуральною красою. Деревні текстури сприяють збагаченню повітря корисними ефірними маслами та фітонцидами, що корисно впливає на здоров'я. Крім того, споглядання унікального візерунка на поверхні дерева сприяє заспокоєнню та відновленню душевної рівноваги. Такий позитивний вплив на домашню атмосферу мають і дерев'яні меблі. Сучасні стилі оформлення інтер'єру віддають перевагу натуральним елементам, тому меблі зі зрощеного масиву дуже популярні. Люди все більше оточують себе природними предметами вдома і на роботі через наступні переваги дерев'яних виробів:

1. Екологічність: Меблевий щит не тільки має високі фізико-технічні властивості, порівняно зі звичайним деревом, але й залишається натуральним, здатним створити живу атмосферу та допомагає "дихати" інтер'єру. Використання сосни як матеріалу для меблів сприяє очищенню повітря в

приміщеннях завдяки корисним частинкам, які вона виділяє - деревним фітонцидам.

2. Ціна: Вартість меблів зі зрошеної деревини дуба зазвичай привабливіша, особливо в регіонах, де дуб поширена завдяки сприятливим кліматичним умовам. Крім того, ціни виробників зазвичай більш вигідні, ніж ціни перекупників.

3. Безпека і довговічність: Меблевий щит і вироби з нього менше схилні до деформації та займання, порівняно зі звичайним деревом. Тому меблі зі зрошеного або суцільного щита є максимально природними, гіпоалергенними і нешкідливими виробами.

4. Естетика дерева: Унікальна текстура дерева володіє неповторною красою, що дозволяє створювати привабливі вироби з меблевих щитів і робить інтер'єр унікальним і привабливим.

5. Великий вибір моделей і можливість комбінування: З меблевого щита можна створити практично будь-що, включаючи полиці, ящики, столи та інші елементи меблів, які можна легко поєднувати в одному приміщенні для створення максимально ергономічного та функціонального середовища.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

## РОЗДІЛ 3

## МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## НУВБІП України

## 3.1. Актуальність дослідження

## НУВБІП України

Міцність клейового з'єднання деревини є одним з ключових показників, який суттєво впливає на загальну якість виробу. Ця міцність залежить від трьох основних груп факторів: конструктивних, технологічних та експлуатаційних.

## НУВБІП України

Конструктивні фактори охоплюють конструкцію клейових з'єднань, включаючи геометричні розміри та характер з'єднання, а також структуру та властивості матеріалів адгезиву та субстрату.

## НУВБІП України

Технологічні фактори включають характер поверхонь матеріалів, які склеюються, якість підготовки поверхонь до процесу склеювання, параметри клею, такі як його концентрація, в'язкість, час та вид сушіння, кількість залишкового розчинника, а також режими склеювання. Режими склеювання можуть значно відрізнитися в залежності від матеріалів, які склеюються та вибору клею.

## НУВБІП України

Експлуатаційні фактори враховують вплив температурних умов, контакту з водою та агресивними середовищами, тривалість експлуатації та інші чинники, які можуть вплинути на міцність клейового з'єднання з часом.

## НУВБІП України

Отримання надійної клейової сполуки залежить від того, наскільки високі адгезійні властивості має використаний клей. Адгезія означає прилипання та зв'язок молекул між двома різними різнорідними тілами, які перебувають в контакті. Визначення адгезії важливе для розуміння умов та часу формування зв'язку або покриття, а також для визначення величини адгезії.

## НУВБІП України

Згідно з механічною теорією, адгезія виникає через взаємодію різних сил, таких як дисперсійні сили та сили взаємодії диполів. Інші фактори, такі як утворення водневих зв'язків та взаємодія макромолекул у зоні контакту, також впливають на адгезію. Адгезія може пояснюватися міграцією молекул адгезиву до поверхні субстрату через броунівський рух або через встановлення

адсорбційної рівноваги, що сприяє утворенню зв'язків між адгезивом і субстратом.

У створенні конструкції клеєних панелей передбачено склеювання зі створенням гладкої фуги. Якість цього склеювання переважно залежить від таких параметрів, як товщина клейового шару, затискання та рівномірність прикладання тиску.

Нормальна товщина клейової плівки повинна бути в межах від 0,1 до 0,15 мм і визначається товщиною фуги, тобто товщиною з'єднання клейових поверхонь на поверхні виробу.

Дуже тонка клейова плівка, або "голодне з'єднання", може виникнути у таких випадках:

а) якщо з'єднання виконано занадто рідким клейовим розчином для поверхонь з торцевими або полуторцевими (усовими) напрямками волокон, або для поверхонь із поздовжнім напрямком волокон. У цьому випадку клей легко вбирається в пори деревини, залишаючи майже без покриття;

б) при недостатньому пропитуванні поверхонь клеєм, яким вони склеюються;

в) при несвоєчасному або недостатньому впливі відкритого і закритого просочення за високого тиску пресу. В такому разі клей не має можливості належним чином зв'язатися з деревиною та розливається, не створюючи належного клейового шару;

г) при нанесенні неправильно приготованого дуже рідкого клею.

Занадто товста клейова плівка, або "жирне з'єднання", також може негативно вплинути на якість склеювання. Товста плівка може містити пухлякості, які видно у швах у вигляді тріщин, і стати крихкою. Під час випробування на міцність шар клею з товстою плівкою може розірватися вздовж поверхні склеювання і показувати нерівномірну міцність плівки клею.

Товста плівка може виникнути в таких випадках:

1) при зайвому використанні клею та недостатньому видаленні надлишку клею;

2) при односторонньому навантаженні на площину склеювання (якщо деталь перекошена);

3) коли використовується клей із високою в'язкістю;

4) при занадто довгому процесі відкритого просочення або при продовженні процесів з'єднання і натискання поза встановленими нормами.

Недостатній або нерівномірний тиск під час натискання завжди знижує міцність склеювання. При правильному нанесенні клею з відповідною консистенцією та рівномірному і належному тиску клейовий шов завжди виявляється міцнішим за саму деревину. Якість склеювання можна оцінити за

структурою фуги: вона повинна бути тонкою, але помітною і без перерв або пазирів. У випадку використання смоляних клеїв колір фуги має бути рожево-червоним.

Метою цього дослідження є визначення міцності клейового з'єднання деревини за допомогою різних клеїв. Для досягнення цієї мети виконуються такі завдання:

- вибір виду та складу клеїв;
- розробка оптимального режиму склеювання;
- проведення випробувань на міцність клейового шва.

### 3.2. Матеріали та методи дослідження

#### Використані матеріали:

Для виготовлення зразків були використані заготовки із деревини дуба з такими розмірами: довжина – 40 мм, ширина (b) – 20 мм, і товщина – 20 мм.

Перед проведенням випробувань зразки були склеєні, при цьому довжина з'єднання складала 20 мм (рис. 3.1.). Після склеювання зразки залишалися в приміщенні протягом не менше ніж 3 дб (відповідно до вимог ГОСТ 15613.2–77).

В якості клейового матеріалу використовувалася карбамідоформальдегідна смола марки КФ-Ж. Ця смола має вигляд сиропоподібної безбарвної рідини з концентрацією в межах 60-70% після відгону води під вакуумом. Серед позитивних характеристик можна виділити високу швидкість затвердіння, доступну ціну, велику міцність клейового з'єднання, непомітний запах та відсутність кольору.

Серед недоліків цієї смоли варто відзначити обмежену водостійкість та теплостійкість, наявність токсичного вільного формальдегіду, значну усадку клею, підвищену небезпеку корозії клею та крихкість клейового з'єднання.

Смола марки КФ-Ж представляє собою карбамідоформальдегідну смолу з підвищеною стійкістю.

Властивості смоли КФ-Ж відповідно до наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Властивості КФ-Ж

Найменування показників	КФ-Ж
Зовнішній вигляд	Однорідна суспензія білого, світло-жовтого кольору
Масова частка сухого залишку, %	67±2
Зміст вільного формальдегіду, %	0,09
Умовна в'язкість при 20°C± 0,50C, з. по ВЗ-246	35-50
Допустима в'язкість при зберіганні, з	180 (М)
Водневий показник (рН)	7,5-8,7
Час желатинізації при 100°C,	40-65
Міцність еклеювання деревини, Мпа	8,0

В якості затверджувача для смоли марки КФ-Ж використовували хлористий амоній.

Склад клею:



- Карбамідоформальдегідна смола КФ-Ж - 100 мас. часток;
  - Хлористий амоній - 1 мас. частка.
- Dorus клей, марки MD072, є однокомпонентним клеєм.

Переваги цього клею включають:

- Придатність для теплового та холодного склеювання;
- Короткий час пресування;
- Твердоеластичний клейовий шов.

Властивості клею Dorus MD 072 наведено в табл.3.2.

Таблиця 3.2

Властивості MD 072.

Найменування показників	Dorus MD 072
1. Основа	ЦПА
2. Робоча температура, °С	20–80
3. Щільність, г/см <sup>3</sup>	1,13
4. В'язкість Brookfield, mPa.s;	17000 мПа.с
5. Колір	білий
Час відкритої витримки, хв	20
6. Витрата клею, г/м <sup>2</sup> при ручному нанесенні	120–200
при машинному нанесенні	80–100
7. Життєздатність суміші, година	24
8. рН	2–3

Тиск пресування визначався наступним чином:

- При склеюванні по пласті 0,2-0,4 Н/мм;
- При склеюванні ламелей або шаруватої деревини: 0,7-1,0 Н/мм.

Час пресування для склеювання фуг був наступним:

- При температурі 20 °С: 15 хвилин;
- При температурі 50 °С: 5 хвилин;

- При температурі 80 °С: 2 хвилини.

Методика проведення експериментів з визначення межі міцності клейового з'єднання при розколюванні відповідає ДСТУ ISO 6238:2004 Клеї. Клейове з'єднання дерева-дерева. Визначення міцності на зсув при стискальному навантаженні [15].

Суть методу полягає у визначенні максимального навантаження при руйнуванні зразка та обчисленні напруги при цьому навантаженні. Цей метод дозволяє визначити межу міцності клейового з'єднання на гладку фугу при двосторонньому розколюванні за допомогою клинів.

При виконанні випробування застосовувалися такі прилади та інструменти.

1) Машина для випробувань відповідно до ДСТУ 2824-94 [16], з похибкою вимірювання не більше 1% від вимірюваного навантаження в діапазоні 200-2000 Н (20 - 200 кгс);

2) Штангенциркуль відповідно до ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 [17], з похибкою вимірювання не більше 0,1 мм;

3) Металева лінійка відповідно до ДСТУ 8982:2020 [18], з похибкою вимірювання не більше 1 мм;

4) Апаратура для визначення вологості дерева відповідно до ДСТУ 4922:2008 [19];

5) Два клини, виготовлені зі сталі марки 40 відповідно до ДСТУ 2651:2005 (рис. 3.1.) [20].

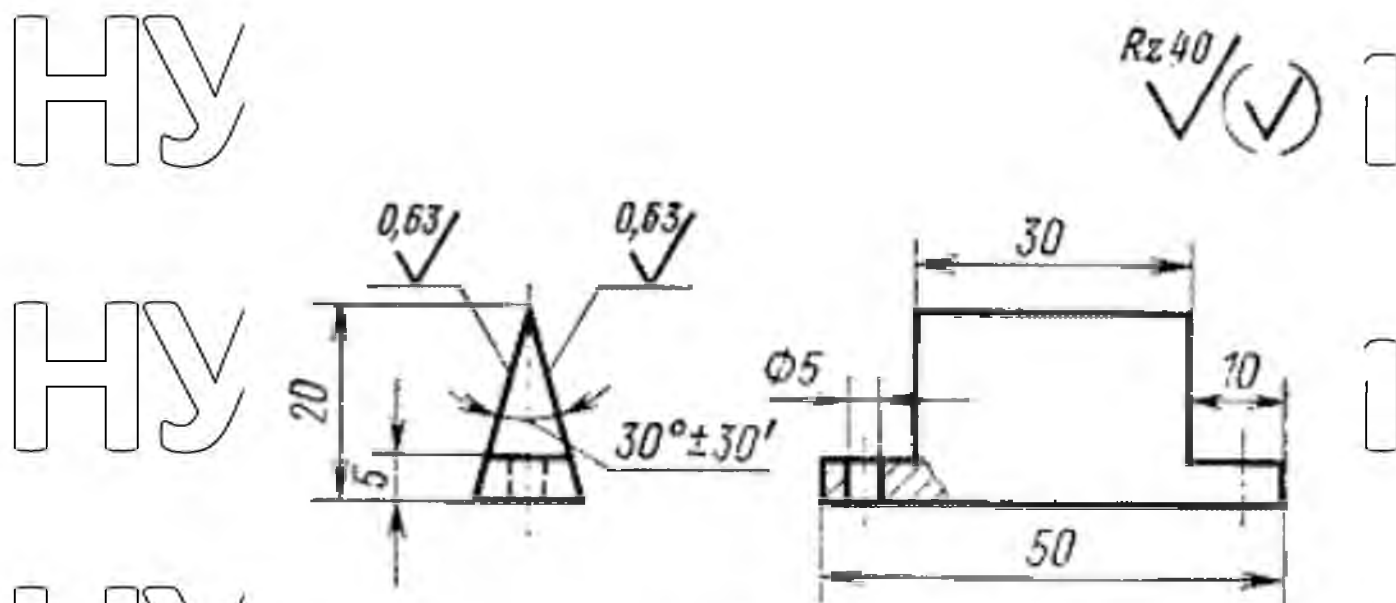


Рис. 3.1 Розміри та конструкція металевого клина [15]

### 3.3. Проведення випробування

Після руйнування зразка, ширину ( $b$ ) і довжину площі розколювання вимірювали з точністю не більше 0,1 мм.

Зразок встановлювали в пристрій для випробування, як показано на рис.

3.2, між двома клинами, гострі кути яких входили в пропили зразка. Верхній клин був жорстко закріплений до верхньої траверси, а нижній був встановлений вільно на нульову опору. На клини наносили мастило відповідно до ДСТУ 1033-79 [21].

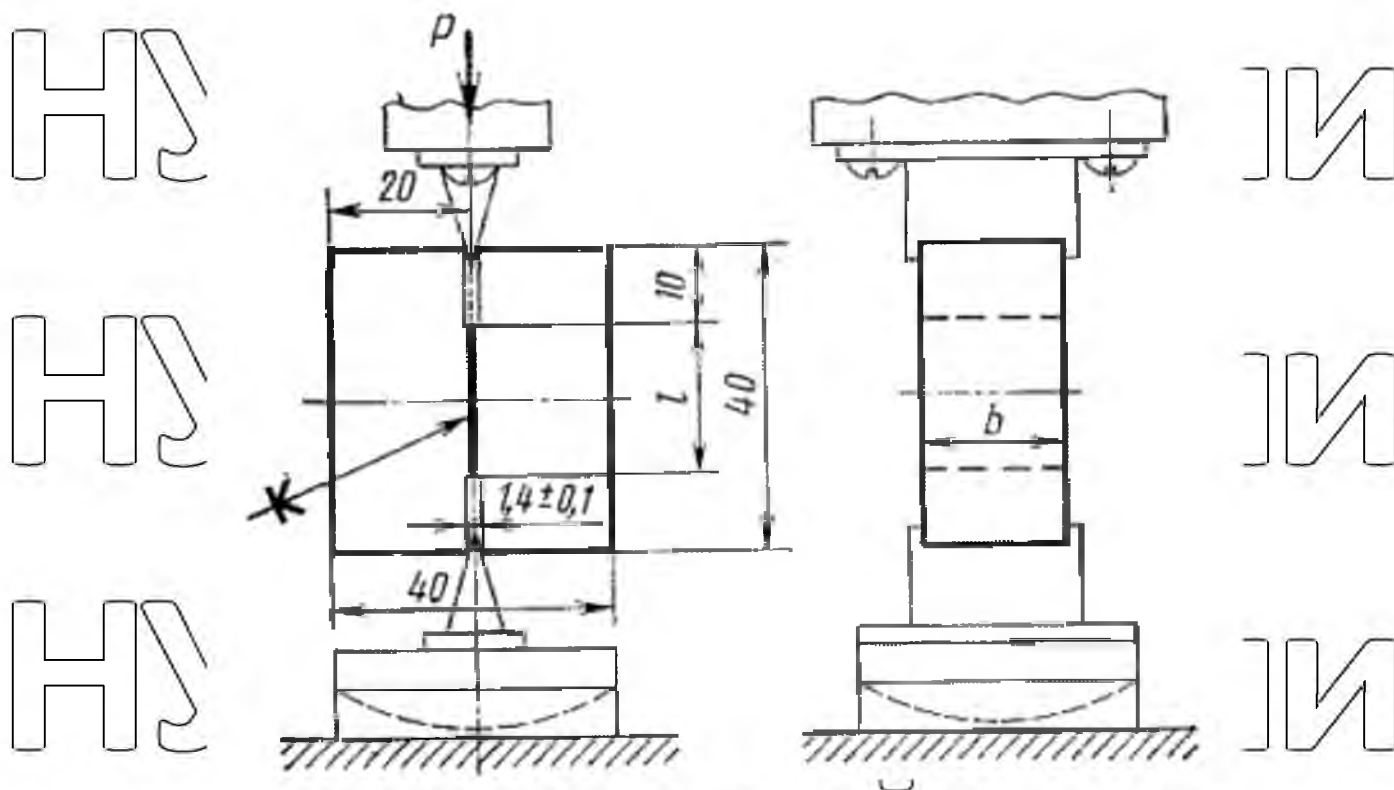


Рис. 3.2. Схема випробування зразків деревини [15]

Зразок навантажували з постійною швидкістю, що забезпечувала досягнення максимального навантаження протягом  $1,0 \pm 0,5$  хвилини.

Навантаження застосовували до руйнування зразка.

Вимірювання максимального навантаження проводили з точністю не гірше 10 Н (1 кілограмсила).

Після випробування визначали вологість деревини в зразках за методом висушування у сушильній шафі згідно з ДСТУ 4922:2008 [19]. Пробою для визначення вологості служила одна половина зразка.

Обробка результатів випробувань.

Межа міцності клейового з'єднання при розколюванні,  $R_{розк}$  обчислювали з похибкою не більше 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) за формулою [15]:

$$R_{розк} = \frac{3,73 \cdot P_{max}}{b \cdot l}, \quad (3.1.)$$

де  $P_{max}$  – максимальне навантаження, кгс;

$l$  – Довжина площі розколювання зразка, см;

$b$  - Ширину площі розколювання зразка, див.

Статистичну обробку даних виконують згідно з ДСТУ ISO 3129:2015 [22].

### 3.4 Розробка режимів склеювання

Розрахунок витрати клею

Для встановлення склеювання в режим, необхідно визначити витрату клею. Витрата клею, в грамах (г), розраховується за допомогою наступної формули [15]:

$$Q_k = q_{уд} \cdot K_{тп} \cdot 2F, \quad (3.2)$$

де  $q_{уд}$  - питомі витрати клею, г/м<sup>2</sup>;

$K_{тп}$  - Коефіцієнт технологічних втрат, 1,05;

4) При склеюванні брусків деталей по кромці та пласті норма витрати клею знаходиться в межах 250...350 г/м<sup>2</sup>.

1) Витрата клею КФ-Ж складе:

$$F = 0,02 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ м}^2$$

$$Q_k = 300 \cdot 1,05 \cdot 2 \cdot 0,004 = 2,52 \text{ г.}$$

Складаємо рецептуру клею:

$$\text{КФ-Ж} - 100 \text{ мас. ч.х (КФ-Ж)} = 100$$

$$2,52/101 = 2,495 \text{ г.},$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} - 1 \text{ мас.ч.}$$

$$\text{х (NH}_4\text{Cl)} = 12,52/101 = 0,025 \text{ г.}$$

$$101 \text{ мас. ч.} - 2,52 \text{ г.}$$

2) Витрата клею Dognis MD 072 складе:

$$F = 0,02 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ м}^2$$

$$Q_k = 100 \cdot 1,05 \cdot 2 \cdot 0,004 = 0,84 \text{ г.}$$

Для досягнення високої якості склеювання деревини важливі наступні фактори:

а) Підготовка поверхні. Один з ключових аспектів у склеюванні полягає в підготовці поверхні. Поверхня деревини, яку ми плануємо склеювати, повинна

бути рівною, без просвітів і забруднень, таких як масляні або жирові плями, або смолисті засмолені ділянки.

б) Вологість деревини та навколишнього повітря: Вологість грає важливу роль у процесі склеювання. Вологість повинна бути більше 12%. Особливо важливо склеювати деревину відразу після її стругання, оскільки рубанок видаляє найбільш сухий верхній шар, розкриваючи більш вологі шари, що може призвести до активного випаровування вологи з поверхні деталей, а також до нерівномірного розподілу вологи в тілі деревини і, в результаті, до напруги і короблення.

в) Температура деревини і клею: Температура грає важливу роль у процесі склеювання. Охолоджений клей має меншу здатність змочувати поверхні, тому важливо підтримувати оптимальну температуру приміщення для роботи з клеями, не нижче  $+25^{\circ}\text{C}$ . Тривалість витримки (як закритої, так і відкритої) оптимальна при цій температурі становить 4-5 хвилин.

г) Кількість клею, наносимого на поверхні: Кількість клею, яка наноситься на одиницю площі поверхні, залежить від кількох факторів, таких як концентрація та в'язкість клею, товщина клейового шару, температура деревини та навколишнього середовища, а також якість підготовки поверхонь, які потрібно склеювати.

Концентрація та в'язкість клею мають важливий вплив на процес склеювання деревини, витрату клею та міцність склеювання. Висока концентрація та в'язкість клею вимагають високого тиску та підвищеної температури під час склеювання.

Кількість наносимого клею на поверхню деревини, яку ми склеюємо, повинна бути достатньою для створення оптимальної товщини клейового шару. Занадто тонкий клейовий шар може призвести до недостатньої міцності склеювання (так званого "голодного" склеювання), тоді як надто товстий шар клею може спричинити значну об'ємну усадку, яка, в свою чергу, призводить до внутрішніх напруг і короблення деревини після висихання клею. Тому оптимальна товщина клейового шару знаходиться в діапазоні від 0,08 до 0,15 мм.

Отримання оптимального клейового шару залежить від часу загальної витримки деревини з нанесеним клеєм та якості підготовки поверхні, на яку наноситься клей. Загальна витримка поділяється на два періоди: відкриту та закриту витримку.

Відкрита витримка включає час між нанесенням клею на деталі і накладанням інших деталей, що склеюються. Цей процес триває до 3 хвилин і залежить від температури, концентрації клею та породи деревини. Для твердих порід та рідкого теплого клею тривалість може бути більше, а для м'яких порід та густого охолодженого клею - менше.

Закрита витримка - це період після накладання деталей, які склеюються, на поверхню з нанесеним клеєм і до моменту їх запресування. Цей процес зазвичай триває від 3 до 5 хвилин. При використанні синтетичних клеїв важливо уникати збільшення загальної витримки, оскільки це може призвести до часткового затвердіння клею.

Запресування виробів необхідне для повного висихання клею і кращого проникнення його в деревину. Для запресування використовують різні затискні пристрої, такі як струбцини, вайми, преси та лещата. Тривалість витримки в цих пристроях різна, але не повинна бути менше 3 годин, щоб забезпечити повне висихання клею, який вбирається в пори деревини. Розколювання для випробування міцності проводиться після 3 днів витримки.

### 3.5. Результати експериментальних досліджень

Умови проведення експерименту:

Температура повітря, °C -  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

Вологість повітря, % - 74

Порода деревини - дуб

Марка клею - КФ-Ж та Dorus MD 072.

Режим склеювання:

1. Температура, °C -  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

2. Час закритої витримки, хв – 15
3. Час відкритої витримки, хв – 6
4. Час витримки під тиском, хв – 15
6. Післяпресова витримка, год – 72

Результати проведених досліджень наведено у табл.3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3

Результати випробувань міцності клеювального з'єднання при сколюванні (клей КФ-Ж).

№ зразка	l, см	b, см	$R_{max}$ , кгс	$R_{розк.}$ , кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	Характер руйнування
1	2	2	67,2	61,0 (6,1)	розкол по деревині
2	2	2	74,9	68,0 (6,8)	розкол по деревині
3	2	2	69,9	63,4 (6,3)	розкол по деревині
4	2	2	76,0	69,0 (6,9)	розкол по деревині
5	2	2	74,4	67,5 (6,75)	розкол по деревині
6	2	2	74,9	68,0 (6,8)	розкол по деревині
7	2	2	66,3	60,2 (6,0)	за кл. з'єднанням
8	2	2	68,4	62,1 (6,21)	за кл. з'єднанням
9	2	2	71,0	64,4 (6,4)	розкол по деревині
10	2	2	70,4	63,9 (6,39)	розкол по деревині
Середнє				64,75	



Таблиця 4.4

Результати випробувань міцності клейового з'єднання при сколюванні  
(Degus MD 072)

№ зразка	$l$ , см	$b$ , см	$R_{max}$ , кгс	$R_{розк}$ , кгс/см <sup>2</sup> (МП а)	Характер руйнування
1	2	2	76,4	69,3	розкол по деревині
2	2	2	75,6	68,6	розкол по деревині
3	2	2	77,2	70,1	розкол по деревині
4	2	2	79,3	72,0	розкол по деревині
5	2	2	75,8	68,8	розкол по деревині
6	2	2	76,1	69,1	розкол по деревині
7	2	2	81,1	73,6	розкол по деревині
8	2	2	80,2	72,8	розкол по деревині
9	2	2	81,5	74,0	розкол по деревині
10	2	2	79,0	71,7	розкол по деревині
Середнє				71	

Статистична обробка результатів

Статистична обробка виробництва за програмою gwbasic, statebra.

Середньоарифметичне значення розраховували за формулою [23]:

$$M = Z/N, \quad (3.3)$$

де  $Z$  – сума значень показників міцності клейового з'єднання зразків;

$N$  – кількість зразків [23].

$$Y = \bar{y} + (X - M)z, \quad (3.4)$$

де  $Y$  – наступне значення;

$X(I)$  – значення міцності клейової сполуки.

Середньоквадратичне відхилення  $S$  [23]

# НУБІП УКРАЇНИ

$$S = \sqrt{\frac{Y}{(N-1)}} \quad (4.5)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Варіаційний коефіцієнт,  $V$  [23]

$$V = 100 \cdot S/M, \quad (4.6)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Помилка середньоквадратичного відхилення, [23]

$$O = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (4.7)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Визначаємо показник точності  $P$ , що має бути трохи більше 5%, [23]

$$P = 100 \cdot O/M, \quad (4.8)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

1) Статистична обробка при склеюванні заготовок КФ-Ж. Число заготовок

$N = 10$

Показники міцності клейового з'єднання:

$X(I) = 6,1$

$X(I) = 6,8$

$X(I) = 6,3$

$X(I) = 6,9$

$X(I) = 6,75$

$X(I) = 6,8$

$X(I) = 6,0$

$X(I) = 6,21$

# НУБІП УКРАЇНИ

$X(I) = 6,4$   
 $X(I) = 6,0$   
 Сума вимірів  $Z = 64,26$   
 Середнє арифметичне значення  $M = 6,47$

Середньоквадратичне відхилення  $S = 1,239$   
 Варіаційний коефіцієнт  $V = 34,03$   
 Помилка середньоквадратичного відхилення  $O = 0,277$   
 Показник точності за 95% достовірності результатів  $P = 7,7$ .

2) Статистична обробка під час склеювання заготовок клеєм Dorus MD 072.

Число заготовок  $N = 10$   
 Показники міцності клейового з'єднання:  
 $X(I) = 6,93$   
 $X(I) = 6,86$

$X(I) = 7,01$   
 $X(I) = 7,2$   
 $X(I) = 6,88$   
 $X(I) = 6,91$

$X(I) = 7,36$   
 $X(I) = 7,28$   
 $X(I) = 7,4$   
 $X(I) = 7,17$

Сума вимірів  $Z = 71,0$

Середнє арифметичне значення  $M = 7,1$   
 Середньоквадратичне відхилення  $S = 1,042$   
 Варіаційний коефіцієнт  $V = 30,03$   
 Помилка середньоквадратичного відхилення  $O = 0,239$

Показник точності за 95% достовірності результатів  $P = 5,9$

За результатами наших досліджень, ми встановили, що міцність клейового з'єднання при розколюванні за використання клею КФ-Ж складала 6,47 МПа, що на 8,9% менше, ніж міцність при використанні клею Dorus MD 072 (7,1 МПа).

Треба відзначити, що клей КФ-Ж має певну крихкість, і не може призвести до руйнування клейового з'єднання під час експлуатації. З використанням клею Dorus MD 072 підвищується пластичність клейового з'єднання, що очевидно призведе до збільшення тривалості служби виробів.

Зазначено, що клей Dorus MD 072 є однокомпонентним клеєм, що не потребує додаткової підготовки і має менший час пресування. Якщо потрібно, додавання затверджувача у кількості 5% від маси клею (двокомпонентна система) підвищує міцність та водостійкість клейового шва.

Важливо зазначити, що індикатори міцності показують істотну мінливість, засвідчену варіаційним коефіцієнтом та показником точності, які перевищують 5%. Це свідчить про різні механізми руйнування при випробуваннях. У випадках руйнування деревини фактична міцність клейового з'єднання виявляється вищою, ніж та, що була зафіксована.

Отже, на основі наших досліджень ми рекомендуємо використовувати клей Dorus MD 072 для склеювання щитів.

## РОЗДІЛ 4

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛІВ ЗІ СТІЛЬНИЦЯМИ З  
НИЗЬКОЯКІСНОЇ ДЕРЕВИНИ ДУБА

## 4.1. Розроблення конструкції стола із стільницею з низькоякісної деревини

дубу

Прямокутні столи є класичним рішенням для інтер'єрів, що відзначаються мінімалізмом та лофт-стилем. Вони виглядають стильно і можуть бути розміщені як у центральній частині кімнати, так і вздовж стін. Нижче наведено технічне креслення виробу та візуалізацію, які зображені на рис. 4.1 та 4.2.

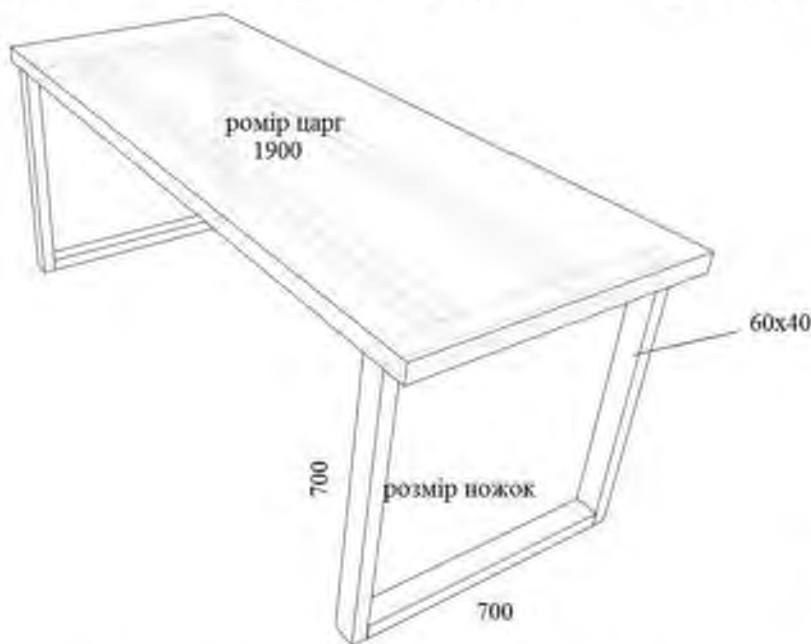


Рис. 4.1. Технічне креслення виробу

Прямокутні ніжки для столу із металевого профілю розміром 60x40 забезпечують надійність виробу, а дві царги під стільницею гарантують його жорсткість.



Рис. 4.2. Візуалізація виробу

Стільниця виготовлена з дубового меблевого щита товщиною 50 мм

#### 4.2. Витрати на верстати та сировину

Процес виготовлення столів можна організувати за такою послідовністю. Спочатку, розпилення круглого лісу виконується на стрічкопилному верстаті "Serra Bavaria SE 135" (рис. 4.3). Цей верстат здатний обробити до 3500 м<sup>3</sup> лісоматеріалу на рік при завантаженості обладнання на рівні 50%. Це обґрунтовано необхідністю обробки коліс великого діаметру, який зазвичай присутній у цьому лісі. Після розпилення, пиломатеріали направляються до термокамери, що використовує технологію «Bo's Perdure».



Рис. 4.3. «Serra Bavaria SE 135» [25]

Застосована технологія термічної обробки в камері "BCI-MBS" (рис. 4.4.)

дозволяє виключити необхідність в конвективній сушильній камері, оскільки попереднє висушування проводитиметься в термокамері. Після термічної обробки, пиломатеріали направляються до циркулярної пили "Holzmann TS 250"

(рис. 4.5.) для ручного поздовжнього розпилювання та видалення дефектів.



Рис. 4.4. Термокамера «BCI-MBS» [25]



Рис. 4.5. «Holzmann TS 250» [25]

Після виконання розпилювання заготовок проводиться торцювання на торцювальній пилі "JET JSMS-12L" (рис. 4.6.). Після завершення цього процесу робітники складають щит та виконують його склеювання.



Рис. 4.6. «JET JSMS-12L» [25]

Після склеювання, щит проходить обробку на калібрувально-шліфувальному верстаті "Houfek Bulldog 3" (рис. 4.7) для завершального підгону за розміром і створення поверхні з необхідними параметрами шорсткості.





Рис. 4.7. «Houfek Buldog 3» [25]

Вартість запропонованих до використання верстатів наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вартість закупівлі верстатів та інструменту

Верстати та ручний інструмент		Ціна, грн
Стрічкопилний верстат	"Serra Bavaria SE 135"	720 000,00
Камера для термування	"BCI-MBS"	900 000,00
Циркулярна пила	"Holzmann TS 250"	30 400,00
Торцювальна пила	"JET JSMS-12L"	12 380,00
Калібрувально-шліфувальний	"Houfek Buldog 3"	400 000,00
Інший ручний інструмент		30 000,00
	Сума	2 092 780,00

Амортизаційні відрахування будуть обчислюватися за методом прямолінійного списання, де вартість обладнання амортизується рівними

частинами протягом всього терміну його експлуатації. Сума амортизації на кожен місяць та протягом першого року експлуатації подана в табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Амортизаційні відрахування за місяць та за перший рік експлуатації

Верстат	Ціна, грн	термін експлуатації, міс	амортизація за місяць, грн	амортизація за 12 місяців, грн
Serra Bavaria SE 135	720 000,00	180	4 000,00	48 000,00
BCI-MBS	900 000,00	300	3 000,00	36 000,00
Holzmann TS 250	30 400,00	120	253,33	3 040,00
JET JSMS-12L	12 380,00	120	103,17	1 238,00
Houfek Bulldog 3	400 000,00	180	2 222,22	26 666,67
	30 000,00	36	833,33	10 000,00
				<b>124 944,67</b>

Для виготовлення стільниць використовується сухостійна деревина дуба, яка має пошкодження від комах і є класифікованою як "дров'яна деревина не промислового призначення", і продається підприємством. Конструкція столу включає металеві ніжки (рис. 4.8). Витрати на сировину та ніжки для столу подані в табл. 4.3.



Рис. 4.8. Металеві ніжки для стола

Для визначення річної програми, яка буде обумовлена обсягом одного завантаження, рівним  $18 \text{ м}^3$ , та тривалістю термічної обробки, необхідно звернути увагу на обладнання, яке впливає на формування річної програми. Термокамера є основним обладнанням, яке визначатиме річну програму. Час термічної обробки становить 48 годин, тому обладнання, яке передусе термокамері, повинно забезпечувати подачу необхідного обсягу матеріалу один раз на кожні дві доби.

Якщо стрікопильний верстат має продуктивність  $28 \text{ м}^3$  на зміну при завантаженні на 50%, то він здатний обробити  $14 \text{ м}^3$  сировини протягом однієї зміни. Враховуючи норми виходу необрізних пиломатеріалів з деревини твердих порід [20], які становлять 63,57%, можна розрахувати обсяг пиломатеріалів після процесу розпилювання:

$$V_{\text{пм}} = 14 * 0,6357 = 8,9 \text{ м}^3.$$

Після термічної обробки та урахування втрат у процесі сушіння, які становлять 7% [22], обсяг пиломатеріалів після процесу термічної обробки складає:

$$V_{\text{втрат}} = 8,9 * 0,07 = 0,623 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{пм}} = 8,9 - 0,623 = 8,227 \text{ м}^3$$

Після врахування втрат у процесі розпилювання, які становлять 8% [21] на ділянці поздовжнього розпилювання та 4% [21] на ділянці торцювання, обсяг становить:

$$V_{\text{втрат}} = 8,227 * 0,12 = 0,98 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг}} = 8,227 - 0,98 = 7,24 \text{ м}^3$$

Для розрахунку кількості необхідних ніжок для столу на рік, необхідно визначити, скільки стільниць можливо отримати з даного обсягу. Об'єм однієї стільниці з розмірами  $2 \times 1 \times 0,05$  м, з урахуванням усіх припусків на обробку та калібрування, складає такий обсяг матеріалу:

$$V_{\text{ст}} = 2,2 * 1,2 * 0,07 = 0,1848 \text{ м}^3$$

Отже, можливо отримати таку кількість стільниць:

$$N_{\text{ст}} = \frac{7,24}{0,1848} = 39 \text{ шт.}$$

Отже, протягом року, при кількості робочих днів 251 можливо отримати:

$$N_{\text{ст}} = 39 * 251 = 9789 \text{ шт.}$$

Результати проведених розрахунків наведені у табл. 4.3

Таблиця 4.3

#### Витрати на сировину та покупні деталі

Сировина	Матеріал	Ціна	Річна програма	Сума, грн
Дров'яна деревина не промислового призначення	Дуб	430,00 грн/м <sup>3</sup>	3500 м <sup>3</sup>	1 505 000,00
Ніжки для стола	Метал	3 323,00	9789 шт	32 528 847,00
		Сума, грн	<b>34 033 847,00</b>	

При виробництві даного типу меблів для досягнення привабливого зовнішнього вигляду робітники використовують шліфувальне полотно та масло для обробки. Витрати на ці матеріали розраховуються відповідно до норм витрат.

Норма витрат та загальні витрати на річну програму наведені в табл. 4.4. Для обробки рекомендовано використовувати шліфувальне полотно з номером зерна Р-100 та масло для опорядження середньої цінової категорії від фірми «TRICOLOR».

Таблиця 4.4.

Затрати на шліфувальне полотно та масло для опорядження.

Матеріал	Норма витрат на м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>	Ціна	Сума, грн
Шліфувальне полотно	0,01 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	19578	155,00 грн/м <sup>2</sup>	30 345,90 ₴
Масло для опорядження	0,05 кг/м <sup>2</sup>	19578	160,00 грн/м <sup>2</sup>	156 624,00
			Сума	<b>186 969,90</b>

Вартість верстатів можна розподілити на 12 місяців, щоб прискорити досягнення точки беззбитковості.

#### 4.3 Витрати на заробітну плату та електроенергію

Якщо виходити з річної програми та складності необхідних робіт, то для вибору кваліфікації робітників можна використовувати класифікатор. Для виконання річної програми потрібні такі працівники: 6 операторів верстатів, 4 столярі, які будуть працювати з заготовками та виробами, 3 оператори термокамери та один майстер, який буде керувати всіма процесами. Важливо враховувати, що в нашому регіоні робітники очікують зарплату, яка перевищує прожитковий мінімум та розрядні коефіцієнти. Для мотивації та підвищення

продуктивності праці застосовується система преміювання. Детальні витрати на зарплату наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

## Витрати на зарплату

Заробітна плата	чисельність пер.	Зарплата, грн	Разом за місяць, грн	Разом за рік, грн
Робітники	6	21 146,40	126 878,40	1 649 419,20
Столяри	4	21 146,40	84 585,60	1 099 612,80
Оператор сушильного устаткування	3	21 436,65	64 309,95	836 029,35
Майстер	1	25 000,00	25 000,00	325 000,00
			300 773,95	3 910 061,35

Розрахунок витрат електроенергії на верстатах враховує режими їх роботи під час однієї зміни. Вартість електроенергії вказана для Житомирської області. Загальні витрати на електроенергію наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

## Загальні витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію	За зміну, кВт	За рік, кВт	Сума, грн
Стрічкопильний верстат	88	22088	1 973 386,10
Камера для термування	240	60240	5 381 962,08
Циркулярна пила	24,8	6224,8	556 136,08
Торцювальна пила	14,4	3614,4	322 917,72
Калібрувально-шліфувальний	22	5522	493 346,52
		Сума, грн	8 727 748,51

Таким чином отримаємо розподілення на змінні та постійні витрати при стабільній річній програмі.

#### 4.4 Розрахунковий прибуток від продажу виробів

Після завершення усього виробничого процесу вироби готові до продажу споживачам. Розрахунковий дохід та прибуток підприємства представлені в табл.і 4.7.

Таблиця 4.7.

Операція	Річна програма, шт	Дохід підприємства за рік		
		Вартість, грн	Дохід, грн	Прибуток, грн
Продаж столів	9789	12 000,00	117 468 000,00	68 391 648,58

Загальні витрати на перший рік функціонування підприємства, включаючи витрати на придбання обладнання та амортизацію, становитимуть 49 076 351,42 грн. Вартість виготовлення одного виробу складе 5 013,42 грн. Однак вартість встановлена на середньому ринковому рівні, проведеному на основі аналізу ринку меблів, зокрема столів у стилі лофт та столів для використання під відкритим небом.

Завдяки низькій вартості сировини та відсутності дорогіших операцій, вдалося досягти рентабельності на рівні 41,78%. Це дозволить підприємству отримати прибуток в розмірі 68 391 648,58 грн вже за перший рік роботи. Графік точки беззбитковості наведений на рис. 4.9.

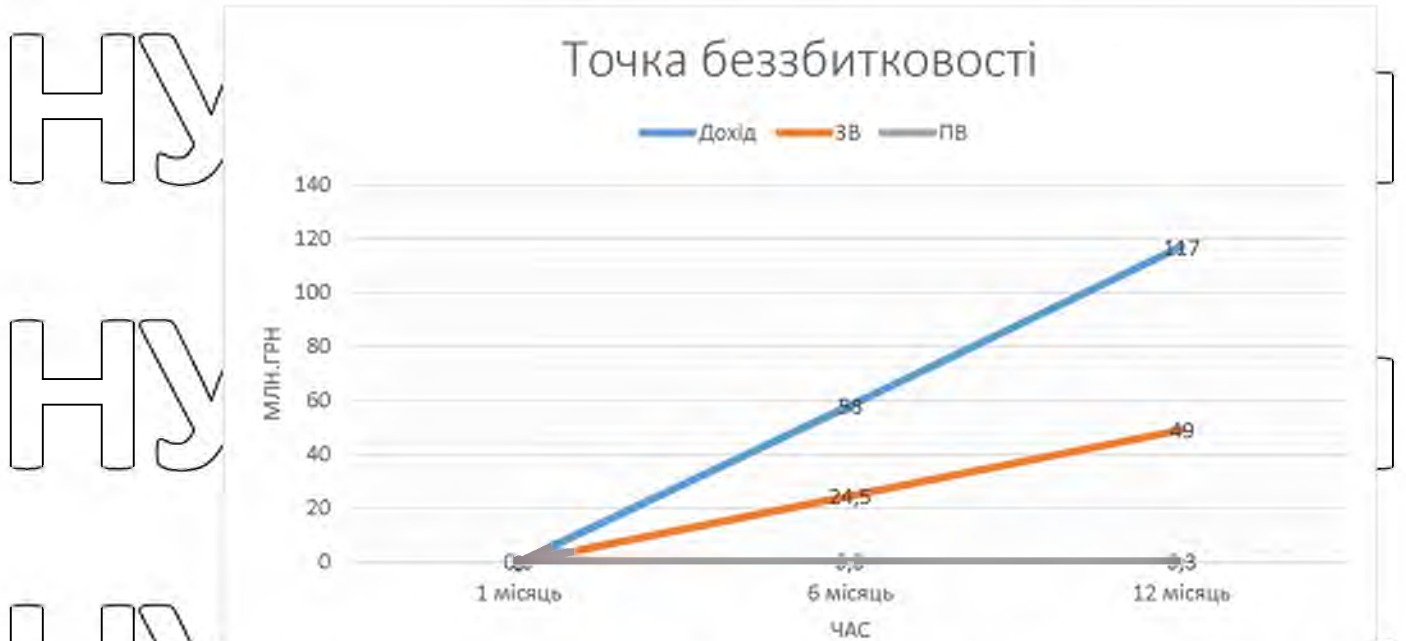


Рисунок 4.9. Графік точки беззбитковості

Таким чином, за графіком видно, що при сприятливих умовах собівартість виробництва може дозволити досягти точки беззбитковості вже протягом першого місяця роботи підприємства.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ВИСНОВКИ

1. Виявлено, що до 30% площ – це активні джерела хвороб лісу по всіх регіонах. Середньо 60% загальної площі суцільних санітарних рубок було проведено через пошкодження насаджень, викликані хворобами.

2. Серед найпоширеніших шкідників можна виділити жука короїда, меблевого точильника, жука короїда, терміта та довгоносика-трухляка.

3. Найбільш ефективним і безпечним методом для знищення шкідників у деревині дубу є термічна обробка.

4. Результати проведених досліджень показують, що міцність клейового з'єднання на розтягнення за використання клею КФ-Ж (6,47 МПа) менше на 8,9% в порівнянні з міцністю при використанні клею Dorus MD 072 (7,1 МПа).

5. Однак клей КФ-Ж характеризується підвищеною крихкістю, що може призвести до руйнування клейового з'єднання під час експлуатації. Використання клею Dorus MD 072 підвищить пластичність клейового з'єднання, що призведе до подовшої служби виробів. Крім того, клей Dorus MD 072 є однокомпонентним і не потребує додаткового приготування, а час пресування коротший.

6. За необхідності, при додаванні 5% затверджувача до клею (двокомпонентний склад), міцність та водостійкість клейового шва покращуються. Висока дисперсія цього показника, підтверджена великим варіаційним коефіцієнтом і показником точності, свідчить про різні характери руйнування при випробуваннях. У випадках пошкодження деревини фактична міцність клейового з'єднання вища, ніж зафіксована.

7. Найкраще використовувати стіл з металевими ніжками та стільницею з меблевого щита, виготовленого з низькоякісної деревини дуба.

8. Загальні витрати на перший рік роботи підприємства, включаючи вартість закупки обладнання та амортизацію, становитимуть 49 076 351,42 грн.

9. Рентабельність виробництва складе 41,78%, а прибуток становитиме 68 391 648,58 грн.

Аналіз результатів експериментальних досліджень та економічних розрахунків дозволяє запропонувати виробництво стільниць з меблевого щита, виготовленого з низькоякісної деревини дуба, з мінімальною собівартістю виробництва і високою рентабельністю.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Загальна характеристика лісів України [Електронний ресурс].  
Режим доступу: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=62921](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921)
2. Як захистити українські ліси від шкідників та хвороб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ekoinform.com.ua/?p=1481>
3. Як боротися з жуками-короїдами та іншими деревними шкідниками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://mebli24.com/uk/articles/poleznye\\_sovety/borba\\_s\\_zhukami\\_koroedami\\_i\\_drugimi\\_vrediteliami/](https://mebli24.com/uk/articles/poleznye_sovety/borba_s_zhukami_koroedami_i_drugimi_vrediteliami/)
4. Короїд - засоби боротьби [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sangig.ru/informatsiya/obrabotka-ot-zhukov-i-borba-s-zhukami-v-srube-v-dome-na-dache/>
5. Стільниця з епоксидної смоли [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://isul.org.ua/stilnytsya-z-epoksydnoyi-smoly-robymo-oryginalnyj-stil/>
6. Захист лісів від шкідників і хвороб [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kmlis.gov.ua/?p=3004>.
7. Використання деревини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/8154006/page:24/>.
8. Типові конструкції пиломатеріалів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://torg.ukr.bio/ua/trade/view/7894>.
9. Типові конструкції пиломатеріалів [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.stroyservice.ru/ua/doska\\_obreznaya\\_iz\\_duba\\_listvennicy\\_osiny\\_lipy\\_i\\_berzy](http://www.stroyservice.ru/ua/doska_obreznaya_iz_duba_listvennicy_osiny_lipy_i_berzy).
10. Асортименти продукції з деревини [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.derevo.info/proposition/detail/23876>.
11. Асортименти продукції з деревини [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.marketderevo.com.ua/pylomaterialy-tverdolystyani>.

12. Що таке меблевий щит і як з ним працювати [Електронний ресурс].

Режим доступу: <https://klen.ua/uk/blog/eksperti-z-mebliv-radyat/ssho-take-meblevij-sshit-i-yak-z-nim-pracyuvati>

13. Меблевий щит: тип, сорт, особливості [Електронний ресурс]. –

Режим доступу:

<https://www.timisun.com/2021/03/16/%D0%BC%D0%B5%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9-%D1%89%D0%B8%D1%82-%D1%82%D0%B8%D0%BF-%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82-%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96/>

14. Класифікація меблевих щитів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://estrade.com.ua/navischo-potriben-meblevyj-schyt/>

15. Клеї. Клейове з'єднання дерева-дерева. Визначення міцності на зсув при стискальному навантаженні. ДСТУ ISO 6238:2004 – [Чинний від 2006-04-01]. К.: Державний Стандарт України, 2006. – 17с.

16. Розрахунки та випробування на міцність. Види і методи механічних випробувань. Терміни та визначення ДСТУ 2824-94 – [Чинний від 1996-01-01].

К.: Державний Стандарт України, 1996. – 20с.

17. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 – [Чинний від 2022-01-01]. К.: Державний Стандарт України, 2022. – 19с.

18. Метрологія. Лінійки вимірювальні металеві. Методика повірки ДСТУ 8982:2020 – [Чинний від 2021-06-01]. К.: Державний Стандарт України, 2021. – 17с.

19. Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості ДСТУ 4922:2008 – [Чинний від 2009-07-01]. К.: Державний Стандарт України, 2009. – 13с.

20. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки ДСТУ 2651:2005 – [Чинний від 2006-09-01]. К.: Державний Стандарт України, 2006. – 16с.

21. Мастило, солідол жировий. Технічні умови ГОСТ 1033-79 – [Чинний від 2022-02-10]. К : Державний Стандарт України, 2022. – 10с.

22. Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків ДСТУ ISO 3129:2015 – [Чинний від 2016-01-01]. К : Державний Стандарт України, 2016. – 14

23. Руденко В.М. Математична статистика: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 304с.

24. Мармоза А.Г. Практикум з теорії статистики і сільськогосподарської статистики: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 120с.

25. Деревообробне обладнання та інструмент для професіоналів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://yushchyshyn.uaprom.net/ua/>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України