

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ШПОНУ: ХАРАКТЕРИСТИКА, ЗАСТОСУВАННЯ ТА РИНОК.....	7
1.1. Характеристика шпону.....	7
1.2. Шпон в інтер'єрі кімнат.....	10
1.3. Виробництво шпону у світі.....	15
1.4. Виробництво шпону в Україні.....	20
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ПІДПРИЄМСТВА ПП ТОВ «УКРШПОН».....	24
2.1. Огляд підприємства ПП ТОВ «Укршпон».....	24
2.2. Методика розрахунку сировини та обладнання.....	28
2.3. Визначення вологопоглинання термомодифікованого шпону..	33
2.4. Методика оцінювання естетичного вигляду поверхні.....	34
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК КОРИСНОГО ВИДУ ШПОНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СХЕМИ РОЗКРОЮ КОЛОДИ.....	36
3.1. Розрахунок втрат за кряжевою схемою розкрою.....	36
3.2. Розрахунок на ванчесну чотирьохсторонньої схеми розкрою..	41
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРУГАНОВОГО ШПОНУ.....	47
4.1. Термомодифікування як технологія покращення властивостей деревини.....	47
4.2. Результати експерименту на вологопоглинання термомодифікованого шпону.....	49
4.3. Встановлення впливу термічного модифікування на зовнішній вигляд.....	51
4.4. Обладнання для термомодифікування.....	52
4.5. Охорона праці	55
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

ВСТУП

Актуальність теми. В останні десятиріччя перед людством все більш нагально встає проблема екології в сучасному світі. В пошуках рішень по використанню відходів деревообробних виробництв люди дійшли до склеювання залишків в плитні матеріали, наприклад, склеювання стружки в деревостружкові плити (ДСП). Ці плити являються дешевим матеріалом які мають низькі декоративні характеристики. Для оздоблення плит набув популярності струганий шпон. Шпон – це тонко нарізані шари деревини, який має високоякісний зовнішній вигляд, використовується для облицювання плитних матеріалів і підвищення їх декоративної цінності. Шпон являється невідокремленим матеріалом в сучасному дизайні і інтер'єрі. Він представляє собою гарний облицювальний матеріал, який можливо використовувати як в бюджетних так і в елітних інтер'єрах. Завдяки його гнучкості, ним можна облицювати як окремі меблі так і цілі кімнати, створюючи безшовні дизайні витримані в єдиному стилі. Також важливою темою є питання можливості його термомодифікування для підвищення гідрофобних та естетичних властивостей.

Метою даної роботи є вивчення та аналіз технології виготовлення струганого шпону на ППІ ТОВ «Укршпон» для оцінки її відповідності сучасним вимогам та визначення напрямів вдосконалення.

Для досягнення поставленої мети визначено такі основні **завдання**:

- провести аналіз ринку шпону у світі, прослідкувати загальні тенденції його росту чи спаду;
- дослідити які характеристики впливають на підвищення популярності у споживача;
- проаналізувати ринок шпону в Україні, його темпи росту і основні підприємства-виробники;
- провести аналіз діяльності підприємства ППІ ТОВ «Укршпон»;
- розрахувати вплив схеми розкрою на кінцевий вихід продукції;

- провести дослідження з термомодифікації шпону;
- надати рекомендації щодо впровадження термомодифікації на виробництво.

Об'єктом дослідження є дубовий шпон, котрий являється основною продукцією на підприємстві ПП ТОВ «Укршпон».

Предметом дослідження є вплив вибору ефективної схеми розкрою колоди для отримання максимально можливого виходу готової продукції і дослідження змін фізичних характеристик термомодифікованого шпону.

Методи дослідження. У роботі застосовано методи теоретичного аналізу спеціалізованої літератури, нормативної документації та звітів підприємства, експериментальний метод – визначення вологопоглинання та зміни кольору, розрахункові методи, порівняльний аналіз результатів досліджень, узагальнення результатів дослідження.

Практичне значення роботи. Результати даного дослідження можуть бути використані на підприємстві ПП ТОВ «Укршпон» для впровадження операції термомодифікування для покращення характеристик матеріалу. Метод термомодифікування надає продукції підвищеної стійкості до вологи. Такий шпон можливо рекомендувати для експлуатації в середовищі з підвищеною вологістю.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів (огляд ринку, аналіз підприємства та методики розрахунків, експериментальний та рекомендації), висновків, списку використаних джерел.

У розділі 1 наведено результати аналітичного огляду ринку струганого шпону, що містить характеристику матеріалу, можливі сфери використання та світовий ринок.

Розділ 2 складається з аналізу діяльності базового підприємства, в тому числі наведено опис асортименту продукції та основного виробничого обладнання. Також описано методику розрахунку корисного виходу за

різними схемами розкрою і проведення дослідження впливу термічного модифікування на властивості шпону.

Розділ 3 містить порівняльні розрахунки кількості втрат, сировини та корисного виходу струганого шпону.

Розділ 4 складається із результатів дослідження деяких властивостей термомодифікованого шпону та рекомендацій підприємству на їх основі.

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 62 сторінках машинописного тексту і містить 22 рисунки, 7 таблиць, 35 використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ШПОНУ: ХАРАКТЕРИСТИКА, ЗАСТОСУВАННЯ ТА РИНОК

1.1. Характеристика шпону

Шпон – це тонко нарізана деревина, переважно не більше 1 мм, яка зазвичай використовується для опорядження меблів чи стінових панелей. Шпон, як декор, цінується за його варіативність текстур, естетичність та економічність. Він, являє собою невід'ємну складову сучасного виробництва та опорядження меблів із плитних матеріалів.

Існує чотири види шпону [1]:

- 1) Лущений;
- 2) Струганий;
- 3) Шпон fine-line;
- 4) Пиляний шпон.

Основна різниця між видами – це породи які використовуються, кінцеве призначення, а також, технологічний процес виготовлення.

Лущений шпон – шар деревини зрізається пошарово на спеціальному лущильному верстаті. Виходить тонкий, довгий та широкий лист з унікальним малюнком річних кілець дерева. Для виробництва лущеного шпону підходять м'які та тверді породи: сосна, вільха, бук, осика. З нього виробляють шарувату клеєну деревину, фанеру, використовують у оздоблювальних роботах.

Струганий шпон – матеріал досить складний у виробництві: рівні, без дефектів бруси потрібної ширини обробляються на спеціальному стругальному верстаті. Виходять листи високої якості, що зберегли деревну текстуру та властивості. Найкраще для виробництва такого шпону підходить лісоматеріал із листяних та екзотичних порід (рис. 1.1). Струганий шпон найбільше затребуваний у меблевій галузі.



Рис. 1.1. Струганий шпон з деревини американського горіха [1]

Файн-лайн – особливий вид шпону, реконструйований із лущеного. Технологія виробництва полягає в сушінні та глибокому забарвленні лущеного шпону м'яких порід дерева, який склеюють між собою, а потім спресовують у блоки. Надалі ці блоки розпилюють під певним кутом. Виходить удосконалений матеріал із збереженим деревним або дизайнерським малюнком та покращеними властивостями (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Шпон файн-лайн [2]

Незважаючи на складний процес виробництва, шпон fine-line зберігає натуральність та є екологічно чистим продуктом. Експлуатаційні властивості матеріалу, гнучкість та одночасно міцність дозволяє широко використовувати шпон Файн-лайн при декоруванні елементів інтер'єру та меблів різної форми [3].

Ламель або пиляний шпон – це тонкі листи з натуральних порід деревини товщиною 2,5–4,5 мм, які отримують за допомогою спеціальної технології пиляння. Порівняно з іншими видами шпону ціна на пиляний вища, оскільки у виробництві використовується велика кількість деревини (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Пиляний шпон дуба [4]

Ламель пиляна визначається за такими категоріями [5]:

1. довжина (0,50–3,00 м);
2. ширина (від 10 см);
3. товщина (2,5 мм та 4,5 мм);
4. вид деревини (дуб, ясен, горіх, клен, сосна, граб, акація, черешня, вільха тощо).

Говорячи про властивості пиляного шпону, відзначимо, що матеріал відрізняється:

- екологічністю;
- міцністю та практичністю у використанні;
- високою якістю та зносостійкістю матеріалу в порівнянні з іншими видами натурального шпону;
- широкою сферою застосування;
- збереженням природного кольору деревини;
- мінімальною наявністю тріщин.

1.2. Шпон в інтер'єрі кімнат

Шпон можна використовувати на підлогах, стінах, стелях, меблях, корпусних виробах тощо, щоб створити відчуття розкоші та високої майстерності (рис. 1.4). Нижче деякі з найпоширеніших застосувань дерев'яного шпону [6].



Рис. 1.4. Шпон в інтер'єрі [6]

Шпон чудово підходить для створення плавних переходів між різними елементами в приміщенні. Будь то меблі, підлога або обробка стін, шпон можна підібрати таким чином, щоб забезпечити єдиний вигляд, який підвищує візуальну привабливість будь-якого простору.

Така безшовна інтеграція особливо вигідна в дизайнах з відкритим плануванням, де послідовність і плавність є ключовими. Наприклад, шпоновані панелі можна використовувати для створення плавного переходу від кухні до вітальні, забезпечуючи єдину мову дизайну в усьому приміщенні. Використання шпону в таких випадках не тільки покращує естетику, але й додає інтер'єру нотку вишуканості [9].

Пропонує широкий діапазон стилів від класики до модерну з вишуканими варіантами, такими як ніжний сірий шпон або екзотичний коричневий відтінок шпону горіха, що робить його ідеальним декоративним покриттям для різноманітних виробів з дерева (рис. 1.5). Їх можна

використовувати для шаф, столів, підлогових покриттів і навіть для облицювання стін [8].

Міцність і гнучкість – головні характеристики натурального шпону, і саме тому його використовують для виготовлення нестандартних світильників, акцентних меблів, сучасних дерев'яних панелей та багатьох інших інтер'єрних аксесуарів, які можуть стати візитною карткою вашої оселі, відображаючи ваше почуття стилю на довгі роки вперед.



Рис. 1.5. Приклад використання екзотичного шпону на виробах [8]

Шпон вважається витвором мистецтва в деревообробній промисловості завдяки своїй здатності перетворювати будь-що на дуже приємний та екзотичний виріб. Попит на нього значно зріс за останні кілька років завдяки елітній та висококласній привабливості, яку він пропонує. Завдяки своєму висококласному фасаді він став відображенням особистого стилю і символом розкоші [9].

Дерев'яний шпон надає інтер'єру позачасової якості, гарантуючи, що простір залишається стильним і актуальним, навіть якщо тенденції в дизайні

змінюються. Природна краса і тепло деревини мають незмінну привабливість, яка ніколи не виходить з моди.

Включення шпонованих панелей в дизайн-проекти інтер'єру забезпечує класичний вигляд, який можна легко оновити, змінюючи аксесуари та декор. Така адаптивність робить шпон розумною інвестицією для довгострокових проектів [9].

Крім того, позачасовість шпону означає, що він може додати значної цінності об'єкту нерухомості, що робить його мудрим вибором як для житлових, так і для комерційних приміщень.

Шпоновані панелі пропонують розкішний вигляд масиву дерева без пов'язаних з цим високих витрат. Це робить їх ідеальним вибором для тих, хто прагне створити інтер'єр високого класу, не витрачаючи багато коштів (рис. 1.6).

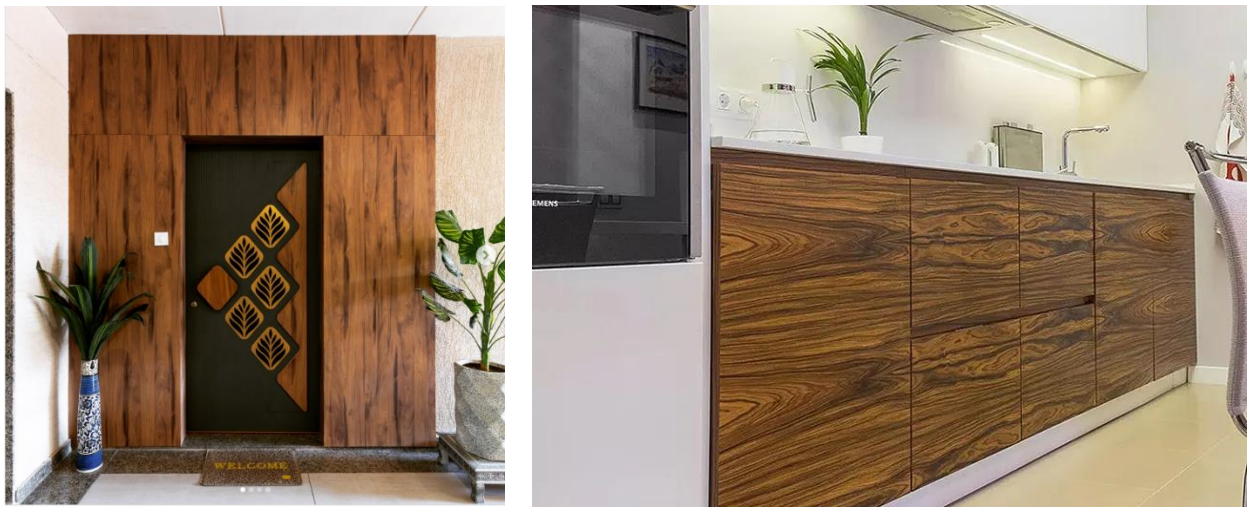


Рис. 1.6. Використання шпону цінних порід [10, 11]

Наприклад, обідній стіл на замовлення, виготовлений з екзотичного шпону, може мати багатий вигляд червоного або палісандрового дерева, що значно знижує вартість у порівнянні з використанням масиву дерева [9].

Обираючи шпоновані панелі, дизайнери можуть ефективніше розподіляти бюджет, дозволяючи інвестувати в інші сфери проекту без шкоди для якості та естетики.

Шпоновані панелі є екологічно чистим варіантом, оскільки вони потребують значно менше сировини, ніж цільна деревина. Використовуючи лише тонкі зрізи деревини, шпон зводить до мінімуму необхідність вирубки лісів, зберігаючи природні ресурси.

Така ресурсоефективність є великою перевагою, особливо в епоху, коли екологічна стійкість є пріоритетом для багатьох галузей промисловості та споживачів.

Дизайнери та виробники, які дотримуються принципів сталого розвитку, можуть використовувати шпоновані панелі для досягнення своїх екологічних цілей, створюючи при цьому красиві та функціональні дизайни [9].

Шпон можна використовувати в різних сферах, від стін і стель до меблів і декору. Така універсальність робить його цінним інструментом для дизайнерів, які прагнуть створити цілісний і візуально привабливий простір.

У житлових інтер'єрах шпоновані панелі можуть покращити естетику кухонь, віталень і навіть спалень, забезпечуючи єдиний вигляд, який об'єднує весь простір (рис. 1.7).

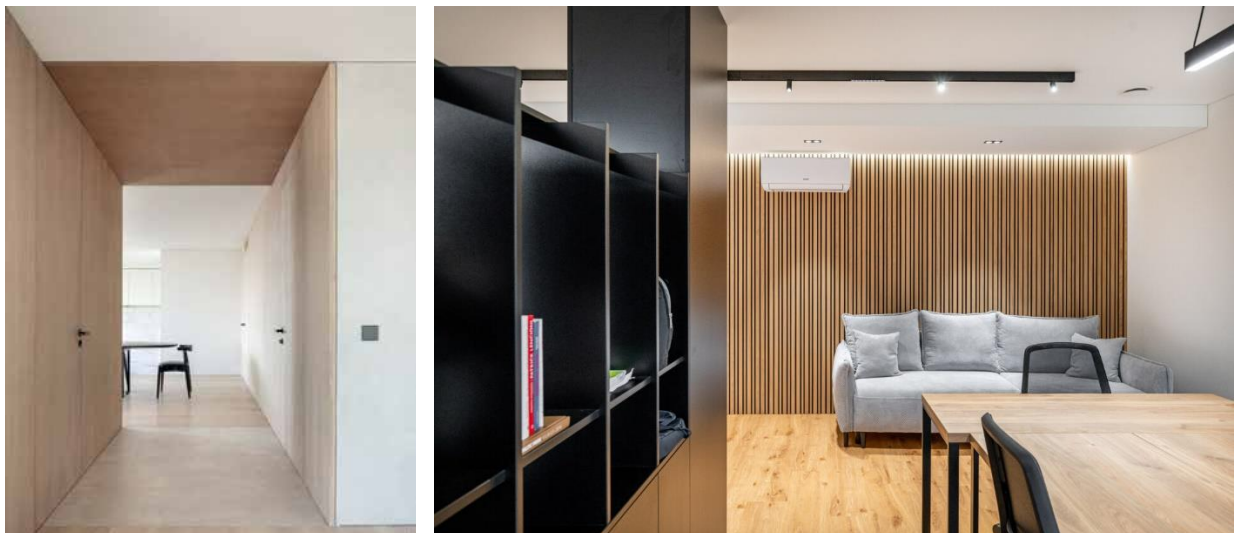


Рис. 1.7. Безшовність в інтер'єрі оздобленому шпонованими панелями [12, 13]

У комерційних проектах шпон пропонує гнучкість у створенні унікального та фірмового середовища, що відображає ідентичність та цінності компанії [9].

Кастомізація доступна для шпонованих панелей, дуже широка, що дозволяє проявити творчість та інновації в дизайні. Від вибору конкретних порід деревини до створення візерунків на замовлення, шпон пропонує безмежні можливості.

Дизайнери можуть співпрацювати з виробниками для розробки індивідуальних рішень, які відповідають їхнім точним специфікаціям, гарантуючи, що кожен проект буде справді унікальним.

Такий рівень кастомізації дозволяє дизайнерам розширювати межі традиційного дизайну, створюючи простори, які є одночасно функціональними та художніми [9].

Просте обслуговування

Шпоновані панелі вимагають відносно невеликих витрат на обслуговування в порівнянні з масивною деревиною, оскільки для збереження їхнього найкращого вигляду достатньо лише регулярно протирати пил і час від часу полірувати.

Така простота обслуговування є особливо вигідною в приміщеннях з високою відвідуваністю, таких як кухні, офіси та готелі, де найважливішими є довговічність і чистота.

Вибираючи шпоновані панелі, дизайнери та власники будинків можуть насолоджуватися красою дерева без значних витрат на обслуговування, яких вимагає масивна деревина [9].

Довговічна якість

При правильному нанесенні на високоякісну основу шпонові панелі є дуже міцними та стійкими до викривлення, розколювання або тріщин. Це робить їх надійним вибором для тривалого використання як у житлових, так і в комерційних приміщеннях.

Довговічність шпонованих панелей гарантує, що вони залишаються цінною інвестицією, забезпечуючи стійку красу та функціональність протягом тривалого часу.

При належному догляді та обслуговуванні фанерні панелі можуть зберігати свою естетичну привабливість і структурну цілісність протягом багатьох років, що робить їх розумним вибором для будь-якого дизайнерського проекту [9].

Шпон – це потужний інструмент дизайну, що поєднує в собі красу, гнучкість та екологічність. Незалежно від того, чи хочете ви перетворити стіну, спроектувати меблі на замовлення або створити вражаючу стелю, шпон надає безмежні можливості. Завдяки здатності імітувати зовнішній вигляд масиву дерева за меншу ціну, шпон є ідеальним вибором для тих, хто хоче додати інтер'єру природного тепла та елегантності. Від акцентного декору до масштабних інсталяцій – застосування дерев'яного шпону в дизайні інтер'єру настільки ж різноманітне, наскільки і вражаюче.

Оскільки попит на екологічні та економічно ефективні дизайнерські рішення продовжує зростати, шпон відіграватиме ще більшу роль у майбутньому дизайні інтер'єру. Використовуючи переваги шпону, дизайнери та виробники можуть створювати приголомшливі, екологічно чисті простори, які витримають випробування часом [9].

1.3. Виробництво шпону у світі

У 2024 році обсяг ринку дерев'яного шпону оцінювався в 5,8 млрд доларів США і, за прогнозами (рис. 1.8), зростатиме на 4,5 % у період з 2026 по 2033 рік, досягнувши 8,2 млрд доларів США до 2033 року.

Ринок дерев'яного шпону стабільно зростає протягом багатьох років, що зумовлено зростаючим попитом на естетичні, стійкі та доступні альтернативні матеріали у виробництві меблів та дизайні інтер'єрів. Шпон, тонкі шари деревини, які зазвичай використовуються для покриття дешевших матеріалів, набули популярності завдяки своїй економічній ефективності та висококласному зовнішньому вигляду [14].

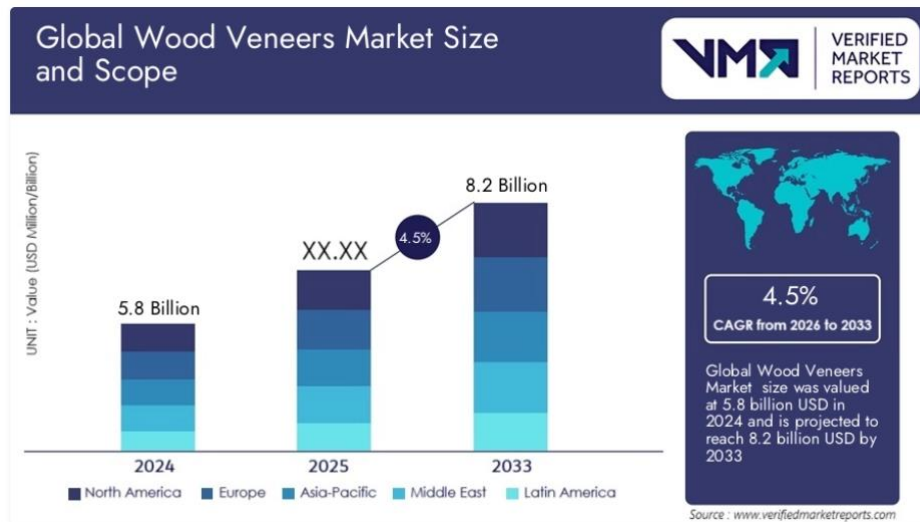


Рис. 1.8. Прогнозування зростання продажів шпону до 2033 року [14]

У 2023 році обсяг світового ринку дерев'яного шпону оцінювався приблизно в 7,8 млрд доларів США, а до 2030 року очікується, що він досягне 11,6 млрд доларів США, зростаючи зі середньорічним темпом приросту (CAGR) 5,9 % протягом прогнозованого періоду. Таке зростання пов'язане зі збільшенням споживчих переваг матеріалів на основі деревини як у житловому, так і в комерційному будівництві. Зростання ринку також зумовлене посиленням уваги до екологічно чистих будівельних матеріалів та екологічно свідомим мисленням як споживачів, так і промисловості.

На попит на шпоновані вироби суттєво вплинули екологічні норми та ініціативи «зеленого» будівництва, які заохочують використання відновлюваних ресурсів. Такі країни, як США, Канада та деякі європейські держави запровадили суворі стандарти сталого розвитку, що сприяють використанню шпону через його мінімальний вплив на навколишнє середовище порівняно з масивною деревиною. Крім того, зростаюча популярність екологічно чистих продуктів у будівельній та меблевій галузях сприяла підвищенню попиту на високоякісний шпон. У Північній Америці ринок становив майже 30 % світової частки у 2023 році, а Європа та Азійсько-Тихоокеанський регіон йшли слідом за ним за розміром ринку. Ключовою тенденцією, що впливає на ринок дерев'яного шпону, є впровадження технологічних досягнень, особливо в процесі виробництва шпону.

Впровадження автоматизованих і точних технологій різання підвищило якість і ефективність виробництва шпону, що дозволило виробникам задовольнити зростаючий попит, зберігаючи при цьому високі стандарти [14].

Ринок шпонованих листів значною мірою очолює Північна Америка, де найбільшу частку займає меблевий сегмент, продаж нових будинків і потреба в екологічно чистих будівельних матеріалах є основними рушійними факторами [15].

Сполучені Штати та Канада мають потужну деревообробну промисловість, а населення віддає перевагу оздобленню з натуральної деревини, шпону, сертифікованому FSC, та клеям, що не містять формальдегіду. Шпоновані листи, які набули популярності в сучасних кухонних інтер'єрах, модульних офісних приміщеннях та комерційних ремонтах, обклеюють меблі BR як серед мешканців, так і серед комерційних дизайнерів.

Основною причиною зростання ринку є те, що все більше людей роблять ремонт своїми руками, а також той факт, що інтернет-магазини починають продавати шпон безпосередньо клієнтам.

Ринок шпону в Європі переживає підйом, основною причиною якого є значний інтерес до руху зеленої архітектури, сертифікації зеленого будівництва та тенденції оздоблення будинків преміум-класу [15].

Провідними країнами-лідерами у виробництві елітних меблів, дизайні інтер'єрів та комерційної нерухомості є Німеччина, Франція, Італія та Великобританія, що, в свою чергу, стимулює попит на першокласні шпоновані листи. Свідоме ставлення європейських споживачів до навколишнього середовища проявляється в тому, що вони надають перевагу оздобленню з натуральної деревини, шпону з вторинної сировини та біологічно розкладним клеям.

У той же час, скандинавські країни, відомі своїми компактними дизайнами та натхненням, яке вони черпають у природі, також стикаються з високим попитом на шпон зі світлих відтінків та текстуровані листи деревини.

Серйозні правила ЄС щодо вирубки лісів, викидів парникових газів та використання екологічно чистої сировини є основними чинниками зростання популярності FSC-сертифікованого шпону. Крім того, деревообробні компанії в Німеччині та Італії впроваджують продукти з новою цифровою технологією, включаючи вологостійкий шпон, стільниці та протипожежну композитну деревину, спеціально призначену для елітних проектів з реконструкції будинків та офісів [15].

Ринок шпону в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні розвивається найшвидшими темпами у світі завдяки стрімкій урбанізації, зростанню доходів населення та збільшенню інвестицій у домашній декор і виробництво меблів.

Найбільше замовлень на шпон сьогодні отримують Китай та Індія, причому значна частина замовлень припадає на будівельний сектор, виробництво модульних кухонних та офісних меблів. Підвищений попит на шпоновані листи в готелях преміум-класу, курортах і торгових центрах також був підтриманий бумом у сфері нерухомості та готельної індустрії в цих країнах [15].

Шпоновані листи в основному виробляє та експортує Китай, на що значною мірою впливає потужна деревообробна промисловість та великі запаси деревини. Тим часом в Індії також зростає меблева промисловість і сектор облаштування житла.

Зростання відбувається завдяки збільшенню кількості споживачів, які віддають перевагу дерев'яним інтер'єрам та екологічним дизайнерським рішенням.

Шпоновані листи знаходять свій шлях до Латинської Америки, Близького Сходу та Африки, куди їх підштовхує будівництво елітного житла, розширення комерційної нерухомості та пошук екологічно чистих будівельних матеріалів. Бразилія та Мексика є одними з країн, де зростає попит на розкішні меблі та високоякісні шпоновані панелі. Розкішні готелі,

торгові центри та ультрасучасні житлові будинки в ОАЕ та Саудівській Аравії забезпечують значний попит на дерев'яний шпон [15].

Розширення міської інфраструктури в Африці та розвиток меблевого сектору – це дві сили, які дозволять ІКЕА пропонувати на ринку найбільш економічно вигідні листи шпону як для недорогих, так і для елітних житлових проектів. Оскільки нерухомість продовжує зростати, логічно, що ринок шпону, який підходить для даних умов, буде сильним у вологому та високотемпературному середовищі.

Виклики сьогодні.

Нестабільні ціни на сировину та дефіцит ланцюгів постачання. Ринок шпонованих листів в основному формується за рахунок популярних порід деревини, що користуються високим попитом, таких як дуб, червоне дерево, волоський горіх і тик, які є найбільш відомими [15].

Доступність цих ресурсів, однак, стикається з серйозними проблемами через такі фактори, як закони про вирубку лісів, торговельні обмеження і навіть зміни клімату, які, в свою чергу, призводять до коливань цін і дефіциту пропозиції. Крім того, глобальна криза ланцюгів поставок і зростання транспортних витрат, а також обмеження на імпорт та експорт створюють проблеми для виробників шпону, які потім впливають на ефективність виробництва та стабільність ринку.

Чутливість до вологи та вимоги до догляду. На відміну від цільної деревини, шпоновані листи потребують відповідного ущільнення, обробки та догляду, щоб запобігти викривленню, розтріскуванню або відшаруванню з часом. Багато споживачів уявляють шпон як менш міцний матеріал порівняно з масивною деревиною або ламінатом високого тиску, тому часто його не використовують у місцях з підвищеною вологістю, таких як кухні та ванні кімнати [15].

У 2023 році провідними експортерами шпону були Китай (\$699 млн), США (\$358 млн) та Канада (\$316 млн) (рис. 1.9 а).

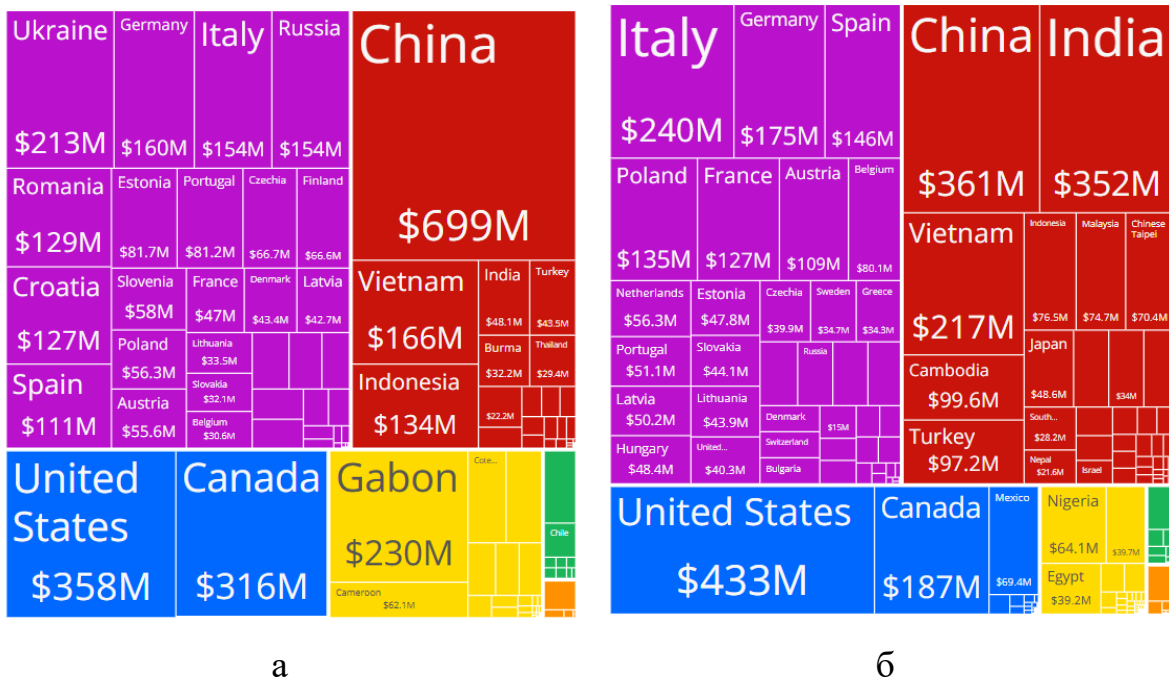


Рис. 1.9. Ринок шпону в 2023 році: а – експортери шпону; б – імпортери шпону [16]

Того ж року основними імпортерами шпону (рис. 1.9 б) були США (\$433 млн), Китай (\$361 млн) та Індія (\$352 млн) [16].

1.4. Виробництво шпону в Україні

У 2023 році український ринок шпону продемонстрував значне зростання: його обсяг збільшився на 12 % до \$350 млн. Це зростання знаменує собою відновлення після двох років спаду, що свідчить про позитивну тенденцію у споживанні [17].

У вартісному вираженні виробництво шпону в Україні скоротилося до \$320 млн у 2023 році, за оцінкою в експортних цінах. Незважаючи на це зниження, загальний обсяг виробництва продемонстрував стрімке зростання за аналізований період. Найпомітніше зростання було зафіксоване у 2020 році, коли обсяг виробництва збільшився на 20% порівняно з попереднім роком. У 2022 році видобуток сягнув піку в 360 мільйонів доларів США, після чого знизився у 2023 році.

У 2023 році обсяг експорту шпону з України скоротився до 160 000 кубометрів, що на 7,5 % менше, ніж у 2022 році. Однак загалом експорт демонстрував стійке зростання протягом аналізованого періоду.

У вартісному вираженні експорт шпону скоротився до \$213 млн у 2023 році. Незважаючи на це скорочення, експорт загалом демонструє стрімке зростання, причому найшвидше зростання було зафіксоване у 2016 році, коли він збільшився на 25% порівняно з попереднім роком. [17]

В 2023 р. найбільшими імпортерами шпону та листів для фанери, інших з України були (табл. 1.1): Європейський Союз (\$186 133,81 тис., 52 533 300 кг), Польща (\$40 281,83 тис., 17 495 200 кг), Австрія (\$35 337,20 тис., 7 182 240 кг), Іспанія (\$26 323,97 тис., 5 548 860 кг), Німеччина (\$17 342,82 тис., 3 828 070 кг) [18].

Таблиця 1.1

Топ 10 імпортерів шпону з України у 2023 році [18]

Країна імпортер	Вартість імпорту (тис. USD)	Кількість (кг)
Польща	40 281 830	17,495,200
Австрія	35 337 200	7,182,240
Іспанія	26,323.97	5,548,860
Німеччина	17,342.82	3,828,070
Литва	11,824.63	2,121,890
Франція	9,429.18	2,450,900
Туреччина	8,417.13	7,650,560
Словаччина	7,079.67	3,540,600
Італія	6,899.20	1,257,490
Китай	6,269.71	3,892,150

Ось деякі виробники шпону в Україні:

1. ПП ТОВ «Укршпон»;

Підприємство «Укршпон» – це одне з провідних українських виробників струганого шпону з цінних порід деревини. Компанія виробляє екологічно чистий натуральний шпон з бука, дуба, береста, ясеня, черешні, горіха, клена, вільхи та інших порід [19].

2. Kaminski Timber & Veneers (KTV)

Компанія ТОВ «Камінський Тімбер енд венірс» («КТВ») є одним з флагманів виробництва та продажу струганого шпону в Україні. Реалізуємо гуртом та в роздріб шпон наступних порід: дуб, бук, ясен, червоний дуб (закупівля та реалізація), вільха, граб, горіх, черешня, клен [20].

3. ТОВ «Нарман»

Мета компанії – бути кращою в своїй галузі. Ми створюємо якісний продукт для наших клієнтів, створюючи можливості для зростання і процвітання своїм співробітникам. У всьому, що ми робимо в сфері виробництва шпонованих продуктів, ми керуємося принципами: чесність, відкритість і повага. Наш основний принцип – інтереси клієнта понад усе [21].

4. «Єврошпон-Трейд»

Компанія з власним виробництвом, яка пропонує струганий шпон різних видів деревини, меблеву кромку, шпон для окутування профілю та інші супутні товари для виробників меблів та дверей [22].

5. Classic Veneer

З 2010 року існує бренд Classic Veneer, створений для задоволення всіх творчих задумів дизайнерів. Напрямок заснований для представлення в Україні ексклюзивних порід деревини та сучасних тенденцій інтер'єрного шпону для інтер'єру [23].

6. ТОВ «Укрдревексім»

ТОВ «Укрдревексім» – компанія з виробництва струганого шпону. Сучасне, нове обладнання та налагоджена технологія виробництва дає нам можливість випускати якісну продукцію європейського рівня. Ми працюємо не лише в межах України. Ми маємо партнерів у таких країнах як Австрія, Італія, Литва, Ізраїль, Іспанія, Португалія, Туреччина, Чехія. Наша головна

мета – забезпечити Вас, наших партнерів, якісним шпоном та відповідним сервісом [24].

Отже, шпон являється невідокремленим матеріалом в сучасному дизайні і інтер'єрі. Він представляє собою гарний облицювальний матеріал, який можливо використовувати як в бюджетних так і в елітних інтер'єрах. Завдяки його гнучкості, ним можна облицювати як окремі меблі так і цілі кімнати, створюючи безшовні дизайнні витримані в єдиному стилі.

Попит на використання шпону з кожним роком все більше зростає і все більше країн намагаються вийти на світовий ринок з продажу шпону. Основним стимулом зростання попиту на шпон являється, його екологічність, зростання зацікавленості у всьому світі на «зелене будівництво» і екологічні чисті матеріали, його високі декоративні характеристики і відносна дешевизна, роблять цей матеріал вигідним. А також впровадження технологій автоматизації дозволяє виробникам задовольняти попит споживачів на даний матеріал.

В виробництві шпону Україна посідає не останнє місце. На момент 2023 року була 5-им експортером шпону у світі. В нашій країні існує багато виробників шпону відомих у світі якістю своєї продукції. Україні активно експортує шпон в ЄС, та підтримує тісні економічні зв'язки.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД ПІДПРИЄМСТВА ПП ТОВ «УКРШПОН»

2.1. Огляд підприємства ПП ТОВ «Укршпон»

Підприємство з іноземними інвестиціями у формі товариства з обмеженою відповідальністю «Укршпон» (рис 2.1) було створено у вересні 1999 року як спільне підприємство між ВАТ «Київський ДОК», німецькою компанією «Оверлак Фурніре ГмбХ та Ко КГ» та ДЕГ – німецьким товариством інвестицій та розвитку (DEG) .

Адреса: вул. Деревообробна, 5, м. Київ, 01013, Україна



Рис. 2.1. Головний цех [17]

Компанія пропонує шпон високої технічної якості, виготовлений за сучасними технологіями на високотехнологічному обладнанні з Німеччини та Італії. Також головною особливістю продукції є висока якість сировини, з якої вона виготовлена [19].

Компанія виробляє струганий шпон з таких цінних порід деревини як бук, дуб, берест, ясен, черешня, горіх, клен, вільха та ін. Це екологічно чистий натуральний матеріал, який знаходить широке застосування у виробництві меблів, дверей, покриттів для підлоги.

Тісне співробітництво з провідними компаніями, що працюють у деревообробній галузі, поряд з використанням сучасного обладнання дозволяють підтримувати високий рівень технологій та забезпечити випуск конкурентної на світовому ринку продукції [19].

Основна продукція виробництва – це шпон, але також підприємство реалізує горбилі з колод у дрова та відструг.

В залежності від якості шпону наявності вад і зовнішнього вигляду шпон ділиться на чотири класи якості: А, В, С, D, де А – шпон найвищої якості, D – найнижчої (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Шпон якості С (власне фото)

Також підприємство реалізує відструги (рис. 2.3).

Відструг – це дошка яка залишається після стругання, в залежності від породи відструг може бути різних розмірів.

Дуб

- плоскі 32x150-400x2000-4000 мм
- серединки 32x95x50-4000 мм

- трикутники 28x50-100x2000-4000 мм

Ясень і бук

- плоскі 20x140-300x2000-4000 мм
- серединки 32x95x50-4000 мм
- трикутники 28x50-100x2000-4000 мм [19]



Рис. 2.3. Дубові відструги (власне фото)

Наразі 99 % продукції виробництва виготовляється з деревини дуба, інші породи – це рідкі індивідуальні замовлення.

Всі інші відходи у вигляді рваного шпону або тирси йдуть в котельню.

На підприємстві для стругання є два шпоностругальні верстати ротаційного типу (рис. 2.4). Для закріплення ванчеса на ротаційному верстаті на попередньо на ванчесах роблять спеціальні пази.



а



б

Рис. 2.4. Стругальний верстат: а – кріплення для ванчесу ; б – загальний вигляд (власне фото)

Стругальний верстат вертикального типу (рис. 2.5). На вертикальному верстаті ванчес закріплюється за допомогою вакуумних присосок.



а



б

Рис. 2.5. Вертикальний верстат: а – загальний вигляд; б – вакуумні присоски

Верстати ріжуть шпон від 0,5 до 3,0 мм. Основний типорозмір шпону на підприємстві – це 0,55 мм.

2.2. Методика розрахунку сировини та обладнання

Розрахунок втрат сировини під час виготовлення струганого шпону проводиться на прикладі двох схем розкрою (рис. 2.6):

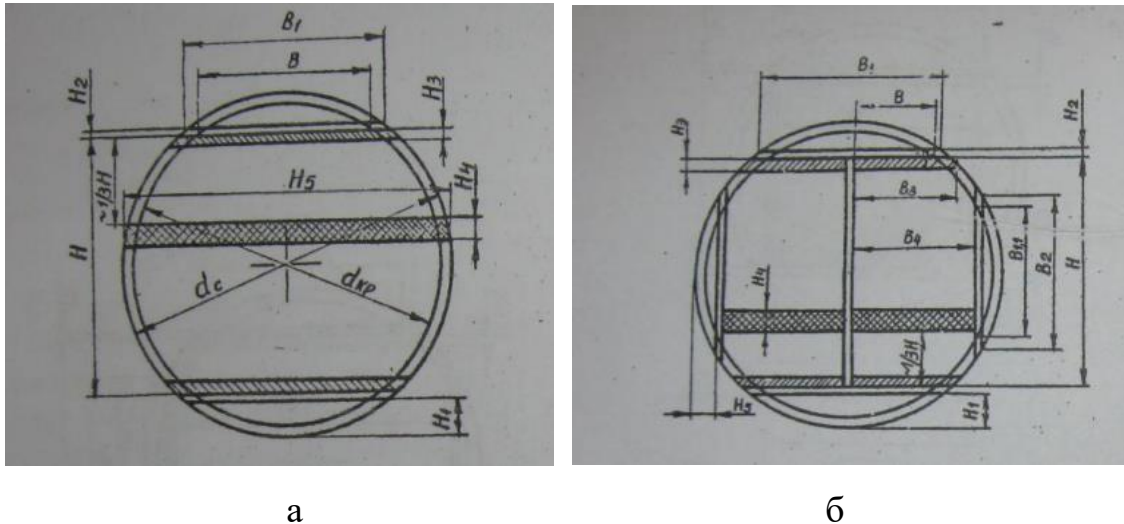


Рис. 2.6. Схеми розкрою колоди на ванчеси а – кряжевий; б – ванчесний чотирихсторонній [25]

Мінімальна ширина шпону 1-го сорту дорівнює 120 мм, 2-го сорту – 60 мм. Внаслідок цього, ширина базисної площини, тобто площини, якою брус (ванчес) встановлюється при струганні на шпоностругальний верстат, не може бути менше 120 або 60 мм.

Визначення втрат при поздовжньому розкрою проводиться по середньому діаметрі колоди. Середній діаметр колоди d_c визначається за формулою [25]:

$$d_c = d_{кр} + \frac{lk}{2}, \quad (2.1)$$

де $d_{кр}$ – діаметр колоди, см;

l – довжина колоди, м;

k – величина збігу, см/м.

На схемі розкроїв приводиться середній діаметр колоди і після цього розраховуються всі втрати по цьому діаметрі.

Необхідно відзначити, що коли середина колоди неякісна, то на схемі поздовжнього розкроїв дошку Н4 можна позначити не як показано на схемі, а посередині. Цим заздалегідь усувається одержання бракованого шпону.

Втрати на горбиль визначаються за формулою [25]:

$$P_r = \frac{\sum V_2}{V_{кр}} 100\% , \quad (2.2)$$

де $\sum V_2$ – загальний об'єм горбилів, м³;

$V_{кр}$ – об'єм колоди, м³;

Об'єм горбилів визначається за формулою [25]:

$$V_r = \frac{2}{3} l B_1 H_1 n , \quad (2.3)$$

де l – довжина колоди, м;

B_1 – ширина горбиля, м;

H_1 – висота (товщина) горбиля, м;

n – кількість однакових горбилів.

Тирса отримується при розкрої і кількість її залежить від способу розкрою. Втрати на тирсу розраховуються за формулою [25]:

$$P_T = \frac{\sum V_T}{V_{кр}} , \quad (2.4)$$

де $\sum V_T$ – загальний об'єм тирси, м³.

Об'єм тирси розраховується за формулою [25]:

$$V_T = l B H n , \quad (2.5)$$

де l – довжина колоди, м;

B – ширина пропилу, м;

H – висота (товщина) пропилу, м;

n – кількість однакових пропилів

Ширина пропилу H_2 залежить від обладнання, що використовується для розкрою, для стрічкопильних верстатів $H_2 = 2$ мм., для горизонтальних лісорам $H_2 = 4$ мм.

Ширина пропилу H_2 залежить від обладнання, що використовується для розкрою: для стрічковопилних верстатів $H = 2...3$ мм; для горизонтальних лісорам $H_2=4$ мм.

Втрати при повздовжньому розкроюванні сировини розраховується за формулою [25]:

$$P_p = P_r + P_T . \quad (2.6)$$

При струганні спочатку будуть одержуватися неформатні листи шпону, а шматки – зрізки. Це втрати, які необхідно врахувати. Втрати на зрізки приймаються до 6 мм товщини на одну сторону бруса (ванчоса).

Втрати на зрізки розраховуються за формулою [25]:

$$V_{зр} = \frac{\sum V_{зр}}{V_{бр}} * 100, \quad (2.7)$$

де $\sum V_{зр}$ – об'єм зрізок, m^3 ;

$V_{зр}$ – об'єм бруса, m^3 .

Об'єм зрізок визначається за формулою [25]:

$$V_{зр} = lB_1H_3n, m^3 \quad (2.8)$$

де H_3 – товщина зрізок, 0,006 м, м;

n – кількість сторін стругання, $n = 2$.

Об'єм бруса розраховується за формулою [25]:

$$V_{зр} = V_{кр} - (V_r + V_T), m^3 \quad (2.9)$$

При струганні необхідно кріпити брус на шпоностругальному верстаті. Після стругання залишається дошка, товщина якої залежить від способу кріплення бруса на верстаті, від якості сировини і може бути від 11 до 40 мм. При вакуумному кріпленні товщина дошки зменшується до 3 ... 5 мм.

Втрати на дошку розраховуються за формулою [25]:

$$P_d = \frac{\sum V_d}{V_{бр}} * 100 , \quad (2.10)$$

де $\sum V_d$ – об'єм дощок, m^3 .

Об'єм дошки визначається як об'єм прямокутника за формулою [25]:

$$\sum V_d = lH_4H_5, m^3 . \quad (2.11)$$

Втрати при струганні розраховуються за формулою [25]:

$$P_{ст} = P_{зр} + P_{д} . \quad (2.12)$$

Втрати при сушінні визначаються за формулою [25]:

$$P_c = K_v (50 - W_k), \% \quad (2.13)$$

де K_v – коефіцієнт всихання (тангенційний, радіальний),

W_k – кінцева вологість шпону, $W_k = 8 \pm 21 \%$.

Втрати при обрізуванні приймаються в процентах до об'єму необрізного шпону $P_{об} = 4...10 \%$.

Внутрішньоцехові втрати $P_{вн} = 0.5...1 \%$.

Розрахунок сировини по етапах технологічного процесу можна проводити, коли задано кількість сировини або готової продукції.

Якщо розраховується поперечний розкрій сировини, то необхідно врахувати втрати на цьому етапі. Втрати при поперечному розкрої можна прийняти $P_{п} = 2...3 \%$.

Якщо задано кількість сировини $Q_{сир}$, тому розрахунки проводяться в такій послідовності, яка подана далі.

Кількість сировини, що надходить на поздовжній розкрій розраховуються за формулою [25]:

$$Q_p = Q_{сир} \left(1 - \frac{P_{п}}{100}\right), M^3 . \quad (2.14)$$

Втрати при поперечному розкрої розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_{п} = Q_{сир} - Q_p, M^3 . \quad (2.15)$$

Кількість матеріалу що надходить на стругання розраховуються за формулою [25]:

$$Q_{ст} = Q_p \left(1 - \frac{P_p}{100}\right), M^3 . \quad (2.17)$$

Втрати при повздовжньому розкрої розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_p = Q_p - Q_{ст}, M^3 . \quad (2.17)$$

Кількість шпону, що надходить на сушіння розраховується за формулою [25]:

$$Q_c = Q_p \left(1 - \frac{P_{ст}}{100}\right), M^3 . \quad (2.18)$$

Втрати при стругання розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{р}}, \text{ м}^3. \quad (2.19)$$

Кількість шпону, який надходить на обрізування розраховуються за формулою [25]:

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{с}} \left(1 - \frac{P_{\text{с}}}{100}\right), \text{ м}^3. \quad (2.20)$$

Втрати при сушінні розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_{\text{с}} = Q_{\text{с}} - Q_{\text{об}}, \text{ м}^3. \quad (2.21)$$

Кількість шпону на етапі внутрішньоцехових втрат розраховуються за формулою [25]:

$$Q_{\text{вн}} = Q_{\text{об}} \left(1 - \frac{P_{\text{об}}}{100}\right), \text{ м}^3. \quad (2.22)$$

Втрати при обрізуванні розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_{\text{об}} = Q_{\text{об}} - Q_{\text{в}}, \text{ м}^3. \quad (2.23)$$

Кількість готової продукції розраховуються за формулою [25]:

$$Q_{\text{гот}} = Q_{\text{вн}} \left(1 - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right), \text{ м}^3. \quad (2.24)$$

Внутрішньоцехові втрати розраховуються за формулою [25]:

$$\Delta Q_{\text{вн}} = Q_{\text{вн}} - Q_{\text{гот}}, \text{ м}^3. \quad (2.25)$$

Вихід готової продукції розраховуються за формулою [25]:

$$B = \frac{Q_{\text{гот}}}{Q_{\text{п}}}, \text{ м}^3. \quad (2.26)$$

Перерахунок втрат до об'єму сировини.

Втрати на горбилі, тирсу і поперечний розкрій, визначені до об'єму сировини, тобто $P_{\text{Г}} = A_{\text{Г}}$; $P_{\text{Т}} = A_{\text{Т}}$; $P_{\text{П}} = A_{\text{П}}$; $P_{\text{Г}} + P_{\text{Т}} = P_{\text{р}} = A_{\text{р}}$.

Втрати на зрізки розраховуються за формулою [25]:

$$A_{\text{зр}} = (100 - P_{\text{п}} - P_{\text{р}}) \frac{P_{\text{зр}}}{100}, \% . \quad (2.27)$$

Втрати на дошку розраховуються за формулою [25]:

$$A_{\text{д}} = (100 - P_{\text{п}} - P_{\text{р}} - A_{\text{зр}}) \frac{P_{\text{д}}}{100}, \% . \quad (2.28)$$

Втрати при сушінні розраховуються за формулою [25]:

$$A_{\text{с}} = (100 - P_{\text{п}} - P_{\text{р}} - A_{\text{зр}} - A_{\text{д}}) \frac{P_{\text{с}}}{100}, \% . \quad (2.29)$$

Втрати при обрізуванні розраховуються за формулою [25]:

$$A_{об} = (100 - P_{п} - P_{р} - A_{зр} - A_{д} - A_{с}) \frac{P_{об}}{100}, \% . \quad (2.30)$$

Внутрішньоцехові втрати розраховуються за формулою [25]:

$$A_{вн} = (100 - P_{п} - P_{р} - A_{зр} - A_{д} - A_{с} - A_{об}) \frac{P_{вн}}{100}, \% . \quad (2.31)$$

Дані розрахунки будуть проводитися на прикладі двох вище поданих схем розкрою. На основі отриманих результатів можливо розробити рекомендації щодо корисного виходу по кожній схемі.

2.3. Визначення вологопоглинання термомодифікованого шпону

Для дослідження вологопоглинання використано зразки дубового шпону із поверхнею тангентального перерізу, розмірами 10 x 5 см, і товщиною 0,5 мм, що попередньо пройшли процес термооброблення. Термомодифікування проведено в конвективній камері. Зразки були фіксовані між плитами керамограніту. Модифікування проводилось при таких температурних режимах: 170, 190, 210, 230 °C упродовж 30 хвилин (рис. 2.7).

Також для порівняння використовувались не модифіковані зразки.



Рис. 2.7. Дослідні зразки термомодифікованого шпону (власні фото)

Вологопоглинання – це здатність матеріалу поглинати вологу з навколишнього середовища. Вологопоглинання вимірюється за змінами маси матеріалу, за певний час знаходження у відповідному експериментальному

середовищі. Суть методу полягає в розміщенні зразків, а саме смужки термомодифікованого шпону, в ексикаторі, з насиченим розчином соди (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Зразки розміщені в ексикаторі (власні фото)

Також через певний період часу проводилися контрольні зважування зразків для встановлення змін через різні періоди часу. Контрольні зважування шпону проводились через 6, 14 та 20 діб.

2.4. Методика оцінювання естетичного вигляду поверхні

Колір зразків шпону вимірювали до та після термічного модифікування. Координати кольорів, визначали відповідно до моделі простору кольорів *CIELab*. Для кожного зразка значення вимірювали в 5 точках і розраховували середні значення. Система *CIELab* виражає колір у вигляді трьох складових (рис. 2.9).

L^* (яскравість) – від 0 (чорний) до 100 (білий), a^* координат від зеленого (–a) до червоного (+a), b^* – від синього (–b) до жовтого (+b) кольорів відповідно. Загальну різницю кольору ΔE визначали як корінь квадратний з суми квадратів різниць відповідних координат [27].

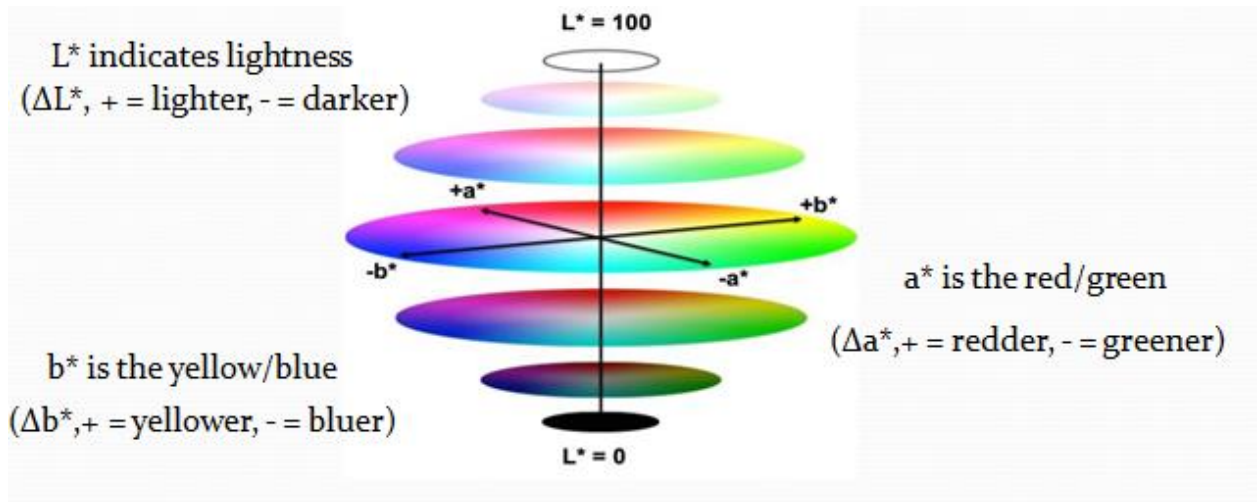


Рис. 2.9. Визначення та комунікація кольору: система CIELAB [26]

Також візуально оцінювали стан поверхні зразків на наявність розтріскування.

Аналізуючи всі аспекти та фактори які присутні на підприємстві ПП ТОВ «Укршпон» можна дійти висновку, що технічне озброєння підприємства на даний момент задовольняє всі необхідні об'єми та вимоги до продукції.

Заплановане експериментальне дослідження термомодифікування шпону сприятиме розробленню рекомендації з впровадження даної технології на підприємстві з метою розширення асортименту виробництва. На основі розрахованих корисних виходів за різними схемами розкрою ванчеса буде рекомендовано оптимальний варіант.

Такий комплексний підхід, що поєднує вдосконалення властивостей матеріалу з оптимізацією виробничих процесів, забезпечить не лише ефективне використання сировини та зменшення виробничих витрат, а й сприятиме зростанню економічної доцільності та конкурентоспроможності підприємства. Таким чином, результати даної роботи стануть цінною практичною основою для прийняття обґрунтованих інженерних та управлінських рішень на ПП ТОВ «Укршпон», спрямованих на модернізацію технології та підвищення ефективності виробництва.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК КОРИСНОГО ВИДУ ШПОНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД
СХЕМИ РОЗКРОЮ КОЛОДИ

3.1. Розрахунок втрат за кряжевою схемою розкрою

Для розрахунків приймаю основою породою – дуб, середньою довжину приймаю – 2,8 м, діаметр – 32 см, кількість сировини, що надходить на підприємство за рік – 15500 м³/рік, як середня кількість сировини, що обробляє підприємство «Укршпон».

Перші розрахунки буду робити для кряжевої схеми розкрою (рис. 3.1).

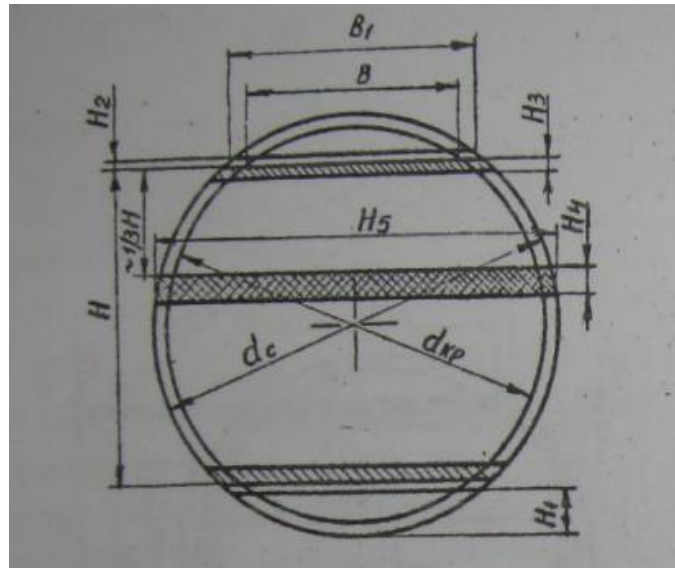


Рис. 3.1. Кряжевий

Визначення втрат при поздовжньому розкрою проводиться по середньому діаметрі колоди. Середній діаметр колоди d_c визначається за формулою (2.1).

$$d_c = 32 + \frac{28 \cdot 1,35}{2} = 50,9 \text{ см}$$

Втрати на горбиль визначаємо за формулою (2.2).

$$P_r = \frac{0,023}{0,260} * 100\% = 8,84 \%$$

Об'єм горбилів визначається за формулою (2.3).

$$V_r = \frac{2}{3} * 2,8 * 0,036 * 0,177 * 2 = 0,023 \text{ м}^3$$

Тирса отримується при розкрої і кількість її залежить від способу розкрою. Втрати на тирсу визначаються за формулою (2.4).

$$P_T = \frac{0,002}{0,260} * 100 = 0,77 \%$$

Об'єм тирси розраховується за формулою (2.5).

$$V_T = 2,8 * 0,177 * 0,002 * 2 = 0,002 \text{ м}^3$$

Ширина пропила H_2 залежить від обладнання, що використовується для розкрою, для стрічкопильних верстатів $H_2 = 2$ мм., для горизонтальних лісорам $H_2 = 4$ мм.

Оскільки на підприємстві використовується вертикальний стрічкопильний верстат, то H_2 приймаю як 2мм.

Втрати при повздовжньому розкроюванні сировини визначаються за формулою (2.6).

$$P_p = 8,84 + 0,77 = 9,61 \%$$

При струганні спочатку будуть одержуватися неформатні листи шпону, а шматки – зрізки. Це втрати, які необхідно врахувати. Втрати на зрізки приймаються до 6 мм товщини на одну сторону бруса (ванчеса).

Втрати на зрізки визначаються за формулою (2.7).

$$V_{зр} = \frac{0,0059}{0,235} * 100 = 2,51 \%$$

Об'єм зрізок визначається за формулою (2.8):

$$V_{зр} = 2,8 * 0,177 * 0,006 * 2 = 0,0059 \text{ м}^3$$

Об'єм бруса визначається за формулою (2.9).

$$V_{зр} = 0,26 - (0,023 + 0,002) = 0,235 \text{ м}^3$$

При струганні необхідно кріпити брус на шпоностругальному верстаті. Після стругання залишається дошка, товщина якої залежить від способу кріплення бруса на верстаті, від якості сировини і може бути від 11 до 40 мм. При вакуумному кріпленні товщина дошки зменшується до 3 ... 5 мм.

Втрати на дошку визначаються за формулою (2.10).

$$P_d = \frac{0,025}{0,235} * 100 = 10,63 \%$$

Об'єм дошки визначається як об'єм прямокутника за формулою (2.11).

$$\Sigma V_d = 2,8 * 0,032 * 0,280 = 0,025 \text{ м}^3$$

Втрати при струганні визначаються за формулою (2.12).

$$P_{ct} = 2,51 + 10,63 = 13,14 \%$$

Втрати при сушінні визначаються за формулою (2.13).

$$P_c = K_b (50 - W_k) = 0,018 * (50 - 8) = 0,76 \%$$

Втрати при обрізуванні. Приймається в процентах до об'єму необрізного шпону: $P_{об} = 4...10 \%$, приймаю 6% .

Внутрішньоцехові втрати $P_{вн} = 0.5...1 \%$, приймаю $0,6 \%$.

Розрахунок по етапах технологічного процесу можна проводити, коли задано кількість сировини або готової продукції.

Якщо розраховується поперечний розкрій сировини, то необхідно врахувати втрати на цьому етапі. Втрати при поперечному розкрої можна прийняти $P_{п} = 2...3 \%$, приймаю $P_{п} = 2,3 \%$.

Якщо задано кількість сировини $Q_{сир}$, тоді розрахунки проводяться в такій послідовності, яка подана далі.

Кількість сировини, що надходить на поздовжній розкрій розраховується за формулою (2.14).

$$Q_p = 15500 \left(1 - \frac{2,3}{100}\right) = 15143,5 \text{ м}^3$$

Втрати при поперечному розкроюванні розраховуються за формулою (2.15).

$$\Delta Q_{п} = 15500 - 15143,5 = 365,5 \text{ м}^3$$

Кількість матеріалу що надходить на стругання визначається за формулою (2.16).

$$Q_{ct} = 15143,5 \left(1 - \frac{9,61}{100}\right) = 13688,2 \text{ м}^3$$

Втрати при повздовжньому розкрої розраховуються за формулою (2.17).

$$\Delta Q_p = 15143,5 - 13688,2 = 1455,3 \text{ м}^3$$

Кількість шпону що надходить на сушіння визначається за формулою (2.18).

$$Q_c = 13688,2 \left(1 - \frac{13,14}{100}\right) = 11889,6 \text{ м}^3$$

Втрати при стругання розраховуються за формулою (2.19).

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 13688,2 - 11889,6 = 1798,6 \text{ м}^3$$

Кількість шпону, який надходить на обрізування визначається за формулою (2.20) .

$$Q_{\text{об}} = 11889,6 \left(1 - \frac{0,76}{100}\right) = 11799,2 \text{ м}^3$$

Втрати при сушінні розраховуються за формулою (2.21).

$$\Delta Q_c = 11889,6 - 11799,2 = 90,4 \text{ м}^3$$

Кількість шпону на етапі внутрішньоцехових втрат визначається за формулою (2.22).

$$Q_{\text{вн}} = 11799,2 \left(1 - \frac{6}{100}\right) = 11091,2 \text{ м}^3$$

Втрати при обрізуванні розраховуються за формулою (2.23).

$$\Delta Q_{\text{об}} = 11799,2 - 11091,2 = 708 \text{ м}^3$$

Кількість готової продукції розраховується за формулою (2.24).

$$Q_{\text{гот}} = 11091,2 \left(1 - \frac{0,6}{100}\right) = 11024,7 \text{ м}^3$$

Внутрішньоцехові втрати визначаються за формулою (2.25).

$$\Delta Q_{\text{вн}} = 11091,2 - 11024,7 = 66,5 \text{ м}^3$$

Вихід готової продукції розраховується за формулою (2.26) .

$$B = \frac{11024,7}{15500} * 100 = 71,12 \%$$

Одержані дані заносимо до табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Відомість розрахунку сировини

№ з/п	Етап процесу	Кількість матеріалу, м ³	Втрати	
			%	м ³
1	2	3	4	5
1.	Поперечний розкрій	15500	2,3	365,5
2.	Повздовжній розкрій	15143,5	9,61	1455,3
3.	Стругання	13688,2	13,14	1798,6

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
4.	Сушіння	11889,6	0,76	90,4
5.	Обрізування	11799,2	6	708
6.	Внутрішньоцехові втрати	11091,2	0,6	66,5
7.	Готова продукція	11024,7		

Перерахунок втрат до об'єму сировини

Втрати на горбилі, тирсу і поперечний розкрій, визначені до об'єму сировини, тобто $P_r = A_r$; $P_T = A_T$; $P_{п} = A_{п}$; $P_r + P_T = P_p = A_p$.

Втрати на зрізки розраховуємо за формулою (2.27).

$$A_{зр} = (100 - 2,3 - 9,61) \frac{2,51}{100} = 2,21 \%$$

Втрати на дошку розраховуємо за формулою (2.28).

$$A_d = (100 - 2,3 - 9,61 - 2,21) \frac{10,63}{100} = 9,13 \%$$

Втрати при сушінні розраховуємо за формулою (2.29).

$$A_c = (100 - 2,3 - 9,61 - 2,21 - 9,13) \frac{0,76}{100} = 0,58 \%$$

Втрати при обрізуванні розраховуємо за формулою (2.30).

$$A_{об} = (100 - 2,3 - 9,61 - 2,21 - 9,13 - 0,58) \frac{6}{100} = 4,57 \%$$

Внутрішньоцехові втрати розраховуємо за формулою (2.31).

$$A_{вн} = (100 - 2,3 - 9,61 - 2,21 - 9,13 - 0,58 - 4,57) \frac{0,6}{100} = 0,43 \%$$

Одержані дані заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Відомість балансу сировини

№ з/п	Назва втрат	Кількість втрат	
		%	м ³
1	2	3	4
1.	При поперечному розкрої	2,30	365,5

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
2.	Горбилі	9,61	1455,3
3.	Тирса	0,77	
4.	Зрізки	2,21	1798,6
5.	Дошки	9,13	
6.	При сушінні	0,58	90,4
7.	При обрізуванні	4,57	708
8.	Внутрішньоцехові	0,43	66,5
9.	Готова продукція	71,12	11024,7
Разом		100,7	15509

Дана схема розкрою є доволі ефективною, її продуктивність становить 71,12 % готової продукції. Найбільша кількість втрат на горбилі і дошку, що становить 9,61 % і 9,13 % відповідно.

3.2. Розрахунок на ванчесну чотирьохсторонню схему розкрою

Наступні розрахунки проводяться для ванчесної чотирьохсторонньої схеми розкрою (рис. 3.2).

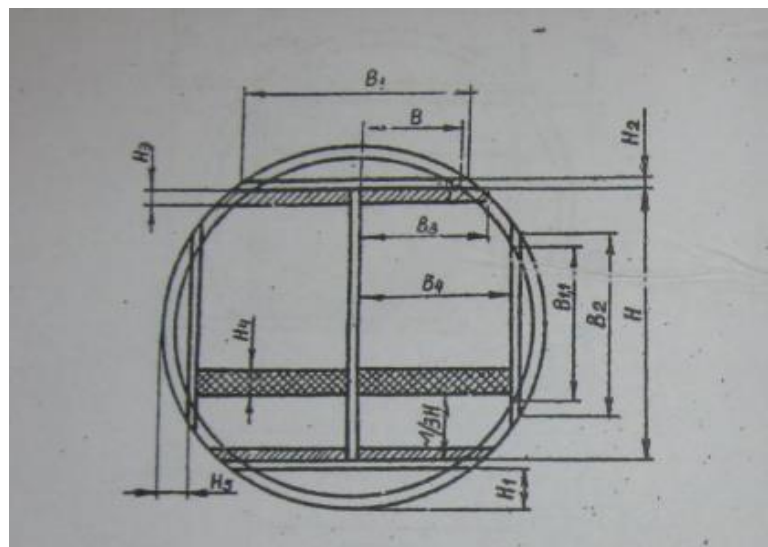


Рис. 3.2. Ванчесний чотирьохсторонній

Визначення втрат при поздовжньому розкрою проводиться по середньому діаметрі колоди. Середній діаметр колоди d_c визначається за формулою (2.1).

$$d_c = 32 + \frac{28 \cdot 1,35}{2} = 50,9 \text{ см}$$

Втрати на горбиль визначаємо за формулою (2.2).

$$P_G = \frac{0,047}{0,260} * 100\% = 18,07 \%$$

Об'єм горбилів визначається за формулою (2.3).

$$V_G = \frac{2}{3} * 2,8 * 0,036 * 0,177 * 4 = 0,047 \text{ м}^3$$

Тирса отримується при розкрої і кількість її залежить від способу розкрою. Втрати на тирсу визначаються за формулою (2.4).

$$P_T = \frac{0,0049}{0,260} * 100 = 1,88 \%$$

Об'єм тирси розраховується за формулою (2.5)

$$V_T = 2,8 * 0,177 * 0,002 * 5 = 0,0049 \text{ м}^3$$

Ширина пропилю H_2 залежить від обладнання, що використовується для розкрою, для стрічкопильних верстатів $H_2 = 2$ мм., для горизонтальних лісорам $H_2 = 4$ мм.

Оскільки на підприємстві використовується вертикальний стрічкопильний верстат, то H_2 приймаю як 2 мм.

Втрати при повздовжньому розкроюванні сировини визначаються за формулою (2.6).

$$P_p = 18,07 + 1,88 = 19,95 \%$$

При струганні спочатку будуть одержуватися неформатні листи шпону, а шматки — зрізки. Це втрати, які необхідно врахувати. Втрати на зрізки приймаються до 6 мм товщини на одну сторону бруса (ванчеса).

Втрати на зрізки визначаються за формулою (2.7).

$$V_{зр} = \frac{0,0029}{0,2081} * 100 = 1,39 \%$$

Об'єм зрізок визначається за формулою (2.8).

$$V_{зр} = 2,8 * 0,0855 * 0,006 * 2 = 0,0029 \text{ м}^3$$

Об'єм бруса визначається за формулою (2.9).

$$V_{зр} = 0,26 - (0,047 + 0,0049) = 0,2081 \text{ м}^3$$

При струганні необхідно кріпити брус на шпоностругальному верстаті. Після стругання залишається дошка, товщина якої залежить від способу кріплення бруса на верстаті, від якості сировини і може бути від 11 до 40 мм. При вакуумному кріпленні товщина дошки зменшується до 3 ... 5 мм.

Втрати на дошку визначаються за формулою (2.10).

$$P_d = \frac{0,011}{0,2081} * 100 = 5,28 \%$$

Об'єм дошки визначається як об'єм прямокутника за формулою (2.11).

$$\Sigma V_d = 2,8 * 0,032 * 0,120 = 0,011 \text{ м}^3$$

Втрати при струганні визначаються за формулою (2.12).

$$P_{ст} = 1,39 + 5,28 = 6,67 \%$$

Втрати при сушінні визначаються за формулою (2.13).

$$P_c = 0,018 * (50 - 8) = 0,76 \%$$

Втрати при обрізуванні. Приймається в процентах до об'єму необрізного шпону: $P_{об} = 4...10\%$, приймаю 4,9 %.

Внутрішньоцехові втрати. $P_{вн} = 0.5...1 \%$, приймаю 0,75.

Розрахунок по етапах технологічного процесу можна проводити, коли задано кількість сировини або готової продукції.

Якщо розраховується поперечний розкрій сировини, то необхідно врахувати втрати на цьому етапі. Втрати при поперечному розкрої можна прийняти $P_{п} = 2...3 \%$, приймаю $P_{п} = 2,07 \%$.

Якщо задано кількість сировини $Q_{сир}$, тоді розрахунки проводяться в такій послідовності, яка подана далі.

Кількість сировини, що надходить на поздовжній розкрій розраховується за формулою (2.14).

$$Q_p = 15500 \left(1 - \frac{2,07}{100}\right) = 15179,2 \text{ м}^3$$

Втрати при поперечному розкроюванні розраховуються за формулою (2.15).

$$\Delta Q_{\text{п}} = 15500 - 15179,2 = 320,8 \text{ м}^3$$

Кількість матеріалу що надходить на стругання визначається за формулою (2.16).

$$Q_{\text{ст}} = 15179,2 \left(1 - \frac{19,95}{100}\right) = 12150,9 \text{ м}^3$$

Втрати при повздовжньому розкрії розраховуються за формулою (2.17).

$$\Delta Q_{\text{р}} = 15179,2 - 12150,9 = 3028,3 \text{ м}^3$$

Кількість шпону що надходить на сушіння визначається за формулою (2.18).

$$Q_{\text{с}} = 12150,9 \left(1 - \frac{6,67}{100}\right) = 11340,4 \text{ м}^3$$

Втрати при стругання розраховуються за формулою (2.19).

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 12150,9 - 11340,4 = 810,5 \text{ м}^3$$

Кількість шпону, який надходить на обрізування визначається за формулою (2.20).

$$Q_{\text{об}} = 11340,4 \left(1 - \frac{0,76}{100}\right) = 11254,2 \text{ м}^3$$

Втрати при сушінні розраховуються за формулою (2.21).

$$\Delta Q_{\text{с}} = 11340,4 - 11254,2 = 86,2 \text{ м}^3$$

Кількість шпону на етапі внутрішньоцехових втрат визначається за формулою (2.22).

$$Q_{\text{вн}} = 11254,2 \left(1 - \frac{4,9}{100}\right) = 10702,7 \text{ м}^3$$

Втрати при обрізуванні розраховуються за формулою (2.23).

$$\Delta Q_{\text{об}} = 11254,2 - 10702,7 = 551,5 \text{ м}^3$$

Кількість готової продукції розраховується за формулою (2.24).

$$Q_{\text{гот}} = 10702,7 \left(1 - \frac{0,75}{100}\right) = 10622,4 \text{ м}^3$$

Внутрішньоцехові втрати визнаються за формулою (2.25).

$$\Delta Q_{\text{вн}} = 10702,7 - 10622,4 = 80,3 \text{ м}^3$$

Вихід готової продукції розраховується за формулою (2.26).

$$B = \frac{10622,4}{15500} * 100 = 68,53 \%$$

Одержані дані заносимо до табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Відомість розрахунку сировини

№ з/п	Етап процесу	Кількість матеріалу, м ³	Втрати	
			%	м ³
1.	Поперечний розкрій	15500	2,07	320,8
2.	Повздовжній розкрій	15179,2	19,95	3028,3
3.	Стругання	12150,9	6,67	810,5
4.	Сушіння	11340,4	0,76	86,2
5.	Обрізування	11254,2	4,9	551,5
6.	Внутрішньоцехові втрати	10702,7	0,75	80,3
7.	Готова продукція	10622,4		

Перерахунок втрат до об'єму сировини

Втрати на горбилі, тирсу і поперечний розкрій, визначені до об'єму сировини, тобто $P_r = A_r$; $P_T = A_T$; $P_{\Pi} = A_{\Pi}$; $P_r + P_T = P_p = A_p$.

Втрати на зрізки розраховуємо за формулою (2.27).

$$A_{зр} = (100 - 2,07 - 19,95) \frac{1,39}{100} = 1,08 \%$$

Втрати на дошку розраховуємо за формулою (2.28).

$$A_d = (100 - 2,07 - 19,95 - 1,08) \frac{5,28}{100} = 4,06 \%$$

Втрати при сушінні розраховуємо за формулою (2.29).

$$A_c = (100 - 2,07 - 19,95 - 1,08 - 4,06) \frac{0,76}{100} = 0,55 \%$$

Втрати при обрізуванні розраховуємо за формулою (2.30).

$$A_{об} = (100 - 2,07 - 19,95 - 1,08 - 4,06 - 0,55) \frac{4,9}{100} = 3,54 \%$$

Внутрішньоцехові втрати розраховуємо за формулою (2.31).

$$A_{вн} = (100 - P_{\Pi} - P_p - A_{зр} - A_d - A_c - A_{об}) \frac{P_{вн}}{100}, \%$$

$$(100 - 2,07 - 19,95 - 1,08 - 4,06 - 0,55 - 3,54) \frac{0,75}{100} = 0,52 \%$$

Одержані дані заносимо до табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Відомість балансу сировини

№ з/п	Назва втрат	Кількість втрат	
		%	м ³
1.	При поперечному розкрої	2,07	320,8
2.	Горбилі	18,07	3028,3
3.	Тирса	1,88	
4.	Зрізки	1,08	810,5
5.	Дошки	4,06	
6.	При сушінні	0,55	86,2
7.	При обрізуванні	3,54	551,5
8.	Внутрішньоцехові	0,52	80,3
9.	Готова продукція	68,53	10622,4
Разом		100,3	15500

За отриманими розрахунками можна зробити висновок, що кряжева схема розкрою забезпечує більший корисний вихід ніж ванческа чотирьохстороння. За кряжевою схемою вихід готової продукції дорівнює – 71,12 %, а за ванчесною чотирьохсторонньою 68,53 %, вихід за кряжевою схемою більше на 2,59 % або 401,45 м³ готової продукції, що є доволі вагомим показником. Найбільше витрат на обох схемах спостерігається на двох процесах – це втрати при розкрої горибілів і втрати на вирізанні дошки. Найменше втрати при сушінні і внутрішньоцехові втрати.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРУГАНОВОГО ШПОНУ

4.1. Термомодифікування як технологія покращення властивостей деревини

Термомодифікування струганого шпону – це процес термічної обробки шпону при високих температурах.

Доведено, що в процесі термомодифікації відбувається розкладання геміцелюлоз і аморфної частини целюлози, зменшується водопоглинання, а також зменшується кількість речовин, які є середовищем для розвитку грибків, що призводить до підвищення довговічності. Крім того, лігнін і псевдолігнін, що утворюються в процесі полімеризації і перерозподілу в об'ємі клітини, надають стінкам клітин більшої щільності, твердості, підвищують гідрофобність (відштовхування води), тим самим зменшуючи їх здатність поглинати вологу і набухати [28].

Процеси термічної модифікації деревини можна класифікувати на основі процесу, який використовується для досягнення бажаних змін у властивостях деревини. Під час процесу термічної модифікації дуже важливо звести до мінімуму доступ кисню, щоб запобігти його участі в реакціях. Для цього можна застосувати кілька методів, наприклад, використання водяної пари в процесі гідротермічної модифікації (ГТМ), використання інертного газу або видалення кисню за допомогою вакуумного насоса [29].

Одним відомих методів термічної модифікації є використання вакууму в процесі Termovuoto (TV). Цей процес проводиться в камерах, які підтримують стабільно низьку концентрацію кисню за допомогою вакуумного насоса. Порівняно з альтернативними технологіями термічної модифікації, TV-процес пропонує вищу енергоефективність, меншу втрату маси та меншу здатність до біологічного розкладання. Крім того, TV-система не призводить

до значного зниження механічних властивостей деревини; при температурах нижче 190 °С зниження міцності на вигин не є статистично значущим [29, 30].

В даний час проводять багато експериментів на дослідження термомодифікації шпону і як змінюються його властивості після даного процесу.

Наприклад, експеримент на дослідження зміни втрати маси термообробленого шпону тика, оцінці змін щільності та дослідженні усадки залежно від різних рівнів температури та тривалості обробки. Температури становили 180, 200, 220 і 240 °С і застосовувалися протягом трьох різних проміжків часу, а саме 4, 8 і 12 хвилин, на листах шпону тика. Результати показали, що втрата маси при температурах 180, 200, 220 і 240 °С не відрізнялася істотно. Зміни щільності були значними залежно від рівня температури. Відсоток зменшення щільності змінювався від 3,85 % до 15,69 % при температурах від 180 до 240 °С, але тривалість (4, 8 і 12 хвилин термічної обробки) не мала значного впливу. Втрата маси коливалася від 5,90 % до 17,66 % [31].

Експерименти на дослідження змін кольору шпону тополі (*Populus x euramericana*) під впливом одночасової термічної обробки за температур 190, 200, 210 і 215 °С. У цьому експерименті було три зони шпону: шпон з заболоні, шпон з серцевини та шпон із проміжної зони – змішаний. Результати вимірювань за системою кольорів CIE підтвердили, що між трьома групами шпону до термічної обробки були значні відмінності в кольорі. З усіх термічних обробок лише обробка за 210 °С сприяла значному зменшенню відмінностей у кольорі між усіма досліджуваними шпонами [32].

Дослідження впливу помірної термічної модифікації (ТМ) на властивості деревини, деревину американської вільхи (*Alnus rubra*) обробляли при температурі 140 °С протягом 4, 8 і 13 годин, після чого порівнювали та досліджували фізичні та механічні властивості, стабільність розмірів і зміни кольору деревини. Результати показали, що абсолютна суха щільність деревини, що піддалася помірній ТМ, значно зменшувалася з часом, за

винятком обробки протягом 4 годин. Помірна ТМ може значно зменшити залишкову напругу деревини до 90,3 %. Помірний ТМ значно зменшив поглинання води та водопоглинання деревини; порівняно з контрольною групою, набрякання деревини з ТМ протягом 13 годин зменшилося на 24,2 % та 16,0 % у тангенціальному та радіальному напрямках відповідно, що свідчить про значне поліпшення стабільності розмірів. Навіть після впливу ТМ за 140 °С протягом 13 годин майже не було змін кольору деревини. Помірна ТМ за 140 °С протягом 13 годин може ефективно поліпшити стабільність розмірів деревини та зберегти її природний колір, практично не пошкоджуючи механічну міцність деревини [33].

4.2. Результати експерименту на вологопоглинання термомодифікованого шпону

За період експерименту найбільше маси набрали зразки модифіковані при 3-ох нижчих температурних режимах, в середньому 0,32 г. Немодифіковані зразки і зразки, модифіковані за 230 °С набирали однакову кількість води і тримали дану тенденцію до кінця експерименту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Результати вологопоглинання необробленого та модифікованого шпону

Температурний режим, °С	Маса зразків за різні періоди часу, г				Поглинута вода, %
	початкова	6 діб	14 діб	20 діб	
170	1,61	1,92	1,95	1,96	21,73
190	1,48	1,76	1,81	1,81	22,29
210	1,48	1,75	1,77	1,77	19,59
230	1,47	1,68	1,71	1,71	16,32
Необроблені зразки	1,59	1,78	1,81	1,82	14,46

В наведеній таблиці, маємо можливість прослідкувати, що найбільше води зразки набрали в перші 6 днів.

В немодифікованого шпону маса збільшилась на 0,19 г, що неочікувано являється найменшим значенням, в той час як найбільше вологи ввібрали зразки модифіковані за 170 °С, а саме 0,31 г. Зміни маси зразків за перші 6 діб можна прослідкувати на рис. 4.1.

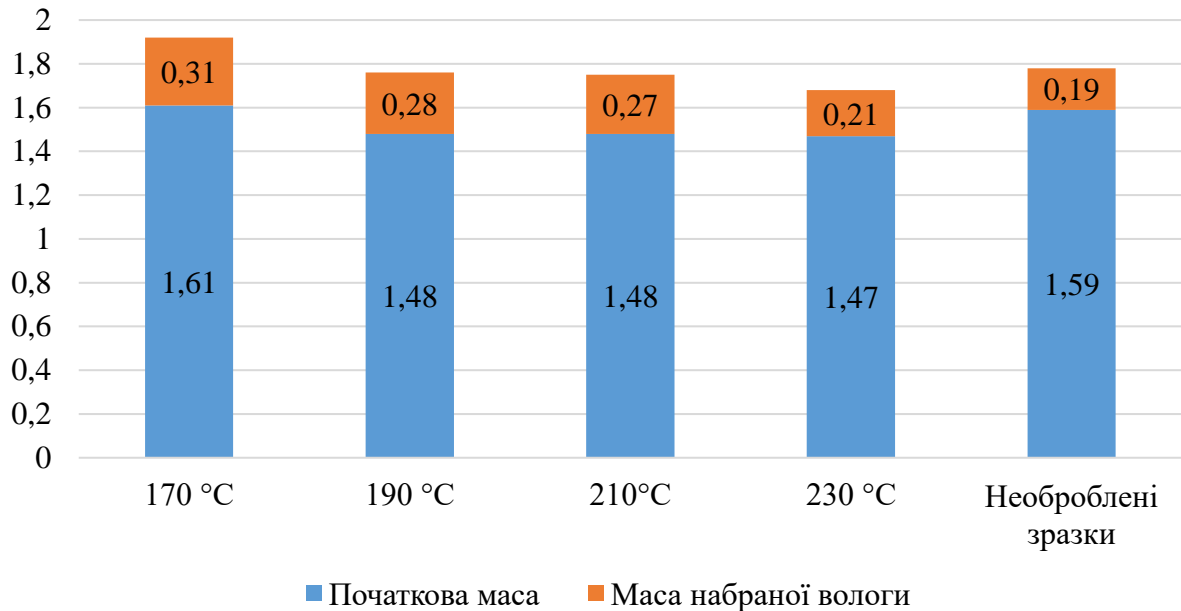


Рис. 4.1. Зміни маси зразків за перші 6 діб

На зразках модифікованих при найбільшому температурному режимі можна помітити позитивну дію термомодифікування на вологопоглинання. Швидке вбирання вологи на шпоні модифіковані при менших режимах можна пов'язати з самим процесом модифікації, під час якого зі зразки висушується вільна волога. В вологому середовищі зразки починають швидко повертати вологу.

У результаті експерименту, встановлено позитивний вплив термомодифікування за температури 230 °С і вище на вологопоглинання.

За температури 170 °С, в період експерименту, зразки поглинули 21,73 % від початкової маси, для порівняння, модифікування за 230 °С сприяло зменшенню показника вологопоглинання до 16,32 %.

На основі результатів експерименту можливе розроблення параметрів термічного модифікування шпону. Це дослідження сприяє розробці




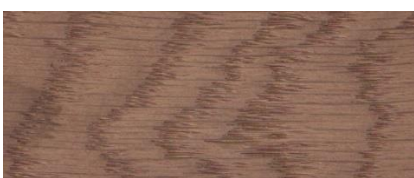

технологічних процесів термомодифікування на основі умов експлуатації готового продукту на різних об'єктах.

4.3. Встановлення впливу термічного модифікування на зовнішній вигляд

Під впливом термічного відбулись помітні неозброєним оком зміни забарвлення поверхні зразків (табл. 4.2). Колір змінився від світло сірого до темношоколадного, Забарвлення оцінювали у системі координат кольорів CIELab.

Таблиця 4.2

Кількісна оцінка зміни забарвлення зразків

Температурний режим, °C	Фото зразка	Визначені параметри кольору	Загальна зміна кольору ΔE
Необроблені зразки		L = 64 a = 11 b = 17	
170		L = 61 a = 12 b = 19	3,7
190		L = 57 a = 12 b = 16	7,1
210		L = 47 a = 12 b = 14	17,3
230		L = 33 a = 7 b = 6	33,1

Встановлено, що з підвищенням температури термічного модифікування збільшується загальна зміна кольору (ΔE). Це свідчить про те,

що чим вища температура обробки, тим більш виражена є зміни у візуальному забарвленні шпону. Зміна кольору є досить значною, починаючи від 3,7 для 170 °C і досягаючи 33,1 для температури 230 °C. Значення ΔE більше 3 зазвичай вважається помітним для людського ока.

Параметр L (світлота) на початку (для необроблених зразків) становить $L = 64$. Зі збільшенням температури, його значення постійно зменшується: 61 (170 °C), 57 (190 °C), 47 (210 °C), 33 (230 °C), що свідчить про значне потемніння шпону в результаті термічної обробки. Параметр a^* та b^* змінюється незначно в сторону зменшення. Це свідчить про зменшення червонуватого та жовтуватого відтінків при дуже високих температурах. Колір переходить до темніших, глибоких коричневих тонів, де жовтизна стає менш помітною.

Фотографії зразків наочно демонструють ці зміни: від світлого, природнього кольору дуба до глибокого темно-коричневого, майже шоколадного відтінку за температури модифікування 230 °C. Зображення показують, як шпон поступово темніє, змінюючи свої відтінки. Зміни кольору є результатом хімічних перетворень у деревині під впливом високих температур. Це включає деградацію геміцелюлоз, зміни у лігніні та целюлозі, утворення нових хромофорних груп (молекулярних структур, що поглинають світло і надають колір), а також утворення карамелізаційних та піролізних продуктів.

4.4. Обладнання для термомодифікування

Термокамера Sukhoviу KTMD

Камера не прохідного типу, циліндричної форми, з подвійним утепленням та електричним нагрівом (рис. 4.3). Завантаження та вивантаження штабелю в камеру за допомогою механізованого електроприводу. Контроль над процесами автоматичний та програмується

оператором перед початком роботи. Три основні режими роботи записуються в пам'ять контролера.



Рис. 4.2. Термокамера Sukhoviy KTMD [27]

Основні етапи роботи з камерою:

- завантаження штабелю з пиломатеріалом. Слід зауважити, що при формуванні штабелю потрібно використовувати переклади висотою 20 мм та обов'язково формувати шпациї не менше 30 мм (детальніше в інструкції до камери);
- закривання камери на 8 гвинтових з'єднань;
- програмування режимів роботи камери. Оператор в залежності від породи дерева та товщини дошки програмує кількість етапів та час обробки (в інструкції до камери вказані основні режими програмування);
- після запуску камери в роботу наступні 4–5 діб камера працює в автономному режимі, присутність оператора не обов'язкова;
- після того, як пройшли всі запрограмовані процеси і температура в камері опустилась нижче 75 °С – камеру можна відкривати;
- відкривання камери та вивантаження пиломатеріалу. Камеру можна запускати в роботу одразу після вивантаження готового пиломатеріалу, додаткового простою чи технічного обслуговування не потрібно [34].

Термокамера Forwood

Піч для термомодифікації деревини, розроблена компанією Forwood Wood Drying Equipment, є новітньою інновацією у галузі термообробки деревини. У цій печі застосовується сучасна система управління PLC, досліджена та впроваджена фахівцями компанії, яка забезпечує високу точність і надійність керування процесом.

Піч оснащена вискоелективним вентилятором, що гарантує рівномірний розподіл тепла по всьому об'єму камери. Обладнання виконує функції не лише сушильної системи, а й термомодифікаційної установки. У режимі термомодифікації температура може регулюватися в межах від 160 °С до 220 °С.

Піч також вирізняється унікальною системою безпеки. Її корпус виготовлений з нержавіючого сплаву сталь-алюміній, має підвищену товщину термоізоляції та високу стійкість до проникнення зовнішнього середовища. Це робить обладнання довговічним і надійним навіть за умов інтенсивної експлуатації.

Печі для термомодифікованої деревини від компанії Forwood підходять для масового виробництва та демонструють високу енергоефективність. Виробничі потужності компанії розташовані у місті Чанчжоу, провінція Цзянсу (Китай), що забезпечує зручну логістику та доступ до розвиненої інфраструктури [35].

В ході експерименту досліджено вологопоглинання шпону після термомодифікування, визначено зміни геометричних розмірів і маси зразків в ході дослідження. На основі отриманих результатів, можливе, розроблення параметрів для термічного модифікування шпону, рекомендації їх на підприємство і прогнозування різного ступеня термомодифікації в залежності від умов експлуатації.

Термічне модифікування деревини, зокрема шпону, чинить помітний позитивний вплив на його забарвлення. В результаті термічної обробки відбувається глибоке і рівномірне змінення кольору деревини, що надає шпону більш насичений, теплий відтінок – від світло-коричневого до темно-

коричневого, залежно від параметрів процесу. Це дозволяє досягти естетично привабливого вигляду без використання штучних барвників, що важливо для екологічно чистих виробів. Однорідність забарвлення по всій товщині шпону виключає проблему вицвітання або стирання кольору, підвищення таким чином його декоративну цінність та ринкову привабливість.

4.5. Охорона праці

У процесі виготовлення шпону на організм людини може впливати велика кількість шкідливих і небезпечних чинників. До фізичних чинників відносяться: підвищені температури обладнання і навколишнього повітря, високий рівень шуму і вібрацій, запиленості і загазованість у робочій зоні, небезпечний рівень електричних напруг і електромагнітного випромінювання, рухомі машини і обладнання та їх рухомі елементи.

Процес виготовлення шпону пов'язаний також із значною пожежонебезпекою, можливістю забруднення навколишнього середовища – повітря, ґрунту і водоймищ.

Безпечні і нешкідливі умови праці забезпечуються виконанням загальних вимог охорони праці і техніки безпеки, а також конкретних вимог, що зумовлюються специфікою роботи на кожній ділянці і робочому місці.

Згідно загальних вимог безпечних умов праці технологічний процес виготовлення повинен організовуватися і здійснюватися відповідно до правил експлуатації застосовуваних машин і обладнання, з дотриманням вимог, що забезпечують захист робітників від впливу вказаних вище шкідливих і небезпечних факторів. Безпека і нешкідливість праці гарантуються автоматизацією і механізацією технологічних операцій, обладнанням огорож і запобіжних пристосувань на виробничому обладнанні, герметизацією обладнання, вилученням і знешкодженням відходів виробництва, застосуванням нешкідливих і малошкідливих речовин, дотриманням правил пожежної безпеки.

Інженерно-технічні працівники повинні періодично проходити медичні огляди, навчання та інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки. Виробничий персонал інструктується з питань техніки безпеки, охорони праці та пожежної безпеки, так і конкретних правил безпечної і нешкідливої роботи на кожному робочому місці, та реагування на аварійні ситуації. Виробничі приміщення повинні бути оснащені пристроями та приладами, що контролюють рівень шуму, вібрацій, загазованості, запиленості, температури повітря, а також іншими параметрами шкідливих і небезпечних факторів. Важлива умова забезпечення вимог безпеки праці – систематичний контроль за їх виконанням.

Певним загальним вимогам безпеки праці повинні відповідати виробничі приміщення і майданчики, а також умови розміщення на них обладнання. Дільниці виробництва і обладнання, робота яких пов'язана з наявністю шкідливих і небезпечних факторів, повинні бути виділені в окремі приміщення або винесені за межі приміщень. При цьому вживають відповідні заходи, що забезпечують безпечні умови праці на цих дільницях та обладнанні. Кожну з дільниць виробництва необхідно обладнати засобами пожежної сигналізації та пожежегасіння відповідно до їх категорії за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Дільниці виробництва повинні мати відповідний рівень природного і штучного освітлення, стану повітряного середовища. Ці вимоги виконуються обладнанням вікон, ліхтарів, світильників, а також систем вентиляції та опалювання. Повітря, що містить пил і гази, перед викидом в атмосферу треба очищати.

Виробничі приміщення і майданчики необхідно кожної зміни прибирати від пилу і відходів, а будівельні конструкції очищати від пилу не рідше 1 разу на місяць. Отвори в приміщеннях повинні бути обладнані пристосуванням, що виключає утворення перегрівів і поширення пожежі.

Розміщення обладнання повинно забезпечити зручність обслуговування і безпечну евакуацію персоналу при пожежі або аварійній ситуації. Відкриті

містки, люки, що знаходяться на рівні підлоги, майданчики, розташовані на висоті, перехідні містки необхідно обгороджувати.

Низка вимог загального характеру ставиться до умов експлуатації обладнання і виконання технологічного процесу.

Перевірці підлягають також гідро- і пневмосистеми, система і агрегати паросилового господарства. Агрегати, взаємопов'язані в технологічному ланцюгу, повинні бути обладнані єдиною системою синхронізації і блокування. Запуск і зупинку взаємопов'язаного обладнання виконують в порядку, що виключає його перевантаження.

У випадку зупинки якого-небудь агрегату повинні одночасно зупинитися і попередні. Роботу обладнання контролюють датчиками і приладами, що забезпечують подачу звукових і світлових сигналів, які вказують на порушення режимів його роботи. У таких випадках роботу потрібно припинити і вжити заходів щодо усунення аварійної ситуації. Виконання технологічного процесу потрібно відновити тільки після з'ясування причин, що створили ситуацію.

Пускові пристрої обладнання блокують таким чином, щоб його запуск був неможливий без попереднього запуску системи вентиляції та пневмотранспорту.

Всі ремонтні і пусконаладжувальні роботи повинні виконуватися відповідно регламенту, що забезпечує безпеку праці. На шкідливих дільницях виробництва робітники забезпечуються індивідуальними засобами захисту. Для зменшення впливу підвищеного рівня низькочастотного шуму застосовують заглушки з вати, гуми, пластмаси, а високочастотного – спеціальні навушники.

Основні гранично допустимі значення параметрів небезпечних і шкідливих виробничих параметрів такі: температура повітря 17–23 °С, але не більше за 28 °С, відносна вологість повітря 40–75 %, швидкість його руху 0,2–0,15 м/с, вміст пилу в повітрі не більше за 6 мг/м³, рівень звуку не більше за 85 дБА, температура на поверхні обладнання при його температурі всередині

понад 100 °С – не більше за 45 °С. Нормується також рівень електромагнітного випромінювання і ряд інших параметрів.

Шкідливі і небезпечні фактори, що виникають на окремих ділянках виробництва, усуваються шляхом виконання вимог, наведених вище, а також вживанням специфічних заходів безпеки і охорони праці.

Робота на складах сировини пов'язана з небезпеками під час переміщення і складування важких вантажів і шкідливістю, зумовленою фізичними навантаженнями і роботою в умовах атмосферних впливів на організм людини. Найбільша швидкість пересування ешелону на складі в день до 5 км/год, вночі і в тумані – до 3 км/год. В період перебування на складі вагони повинні бути загальмовані.

Формування стосів сировини круглого перетину без прокладок допускається кранами, обладнаними грейферами або самозачіпними стропами, що виключають необхідність знаходження людей на стосі, а розбирання – грейферами. Під час формування і розбирання стосів необхідно дотримувати безпечний кут ухилу: восени 30–40 °, взимку 60–70 °.

Постійні робочі місця на відкритих майданчиках необхідно захищати від вітру, снігу і дощу. Для робітників на відкритому повітрі повинні бути приміщення для обігріву. Все пристосування на складах треба періодично перевіряти.

Під час розкרוювання сировини основними небезпечними параметрами є різальний інструмент, рухомі частини обладнання, а шкідливими – високий рівень шуму, фізичні навантаження під час переміщення сировини. Специфічна вимога – дотримання заходів безпеки під час встановлення і знімання різального інструмента.

На ділянці гідротермічної обробки сировини небезпечними є параметри переміщення сировини, наявність басейнів і парильних камер, автоклавів і парильних камер, що працюють при надмірному тиску, шкідливими – фізичні навантаження і тепловий вплив на організм. Температура води в басейнах не більше за 40 °С, а при вживанні спеціальних

заходів підтримки необхідного стану повітря – до 80 °С. Пристрої для гідротермічної обробки необхідно розміщувати в окремих приміщеннях.

У процесі луцення і стругання шпону небезпечними параметрами є різальний інструмент і рухомі частини обладнання, а шкідливими – фізичні навантаження під час переміщення сировини і шпону. Особливі заходи безпеки ставляться до встановлення і знімання різального інструмента.

У відділенні сушіння небезпека обумовлена рухомими механізмами сушарок, високою температурою всередині агрегату (в газових сушарках може привести до пожежі), можливістю появи статичної електрики, а шкідливість – підвищеною температурою в робочій зоні сушарки, можливістю викидів агента сушіння з неї, фізичними навантаженнями під час переміщення шпону. До особливих заходів безпеки на цій ділянці відносяться забезпечення необхідного ступеня розрідження в сушарках і обладнання їх охоронно-пожежною сигналізацією і засобами пожежогасіння.

На ділянці сортування і нормалізації якості шпону, де операції часто виконуються вручну, шкідливі фактори – значні фізичні навантаження і монотонність праці, а небезпека зумовлена засобами транспорту, рухомими органами верстатів. Специфічні заходи безпеки – обладнання ребросклеювальних верстатів місцевими відсмоктувачами повітря, обгороджування зон робочих місць.

На ділянках сортування, пакування і складування продукції шкідливі фактори – фізичні навантаження, монотонність праці, надходження пилу в робочу зону. Небезпечні фактори – переміщення важких вантажів і засоби транспорту.

Шпон необхідно зберігати на складах в стопах з прокладками, на рівній горизонтальній основі. Висота стопи шпону не повинна перевищувати 1,5 м.

Термомодифікація хоч і давно відомий процес, але в наш час проводять багато експериментів якими досліджують різні аспекти цього процесу. Починаючи з експериментів на волого- чи водопоглинання, закінчуючи дослідями по прогнозуванні зміни кольору матеріалу при термомодифікуванні

чи адгезії при склеюванні. Забезпечення відповідних умов праці вимагає комплексного підходу. Він включає строге дотримання загальних та специфічних вимог охорони праці на кожній ділянці, автоматизацію і механізацію процесів, обладнання захисними пристосуваннями, систематичний контроль за параметрами робочого середовища, забезпечення належного освітлення та вентиляції. Ключове значення має регулярне навчання персоналу з питань безпеки, а також своєчасне впровадження заходів для запобігання аварійним ситуаціям та використання індивідуальних засобів захисту. Дотримання цих вимог є запорукою мінімізації ризиків та створення безпечного виробничого середовища.

ВИСНОВКИ

Шпон – це гарний оздоблювальний матеріал який в останні роки набуває популярності у всьому світі. Завдяки своїм естетичним властивостям, екологічності та доступності він знайшов свого покупця у всіх куточках світу і ця тенденція з роками буде тільки набирати обороти.

1. Світовий ринок шпону демонструє значне зростання, що зумовлене попитом з боку будівельної та меблевої галузей. Також у світі набуває популярності термомодифікований шпон і попит сертифіковану екологічну продукцію (FSC).

2. На даний момент однозначним лідером у виробництві та експорту шпону є Китай, чому сприяє велетенській лісопереробний комплекс в країні і значні запаси сировини.

3. Правильна схема розкрою являється основоположним елементом у виробництві шпону. Від неї залежить загальний вихід готової продукції і тому важливо правильно підбирати схему, в залежності від того, шпон якої текстури є бажаним. В проведених розрахунках порівнювались дві схеми розкрою, кряжева і ванческа чотирьохстороння, отримані результати дорівнюють 71,12 % і 68,53 % відповідно. Вихід за кряжевою схемою більше на 2,59 % або 401,45 м³ готової продукції.

4. Термомодифікація знайшла своє застосування і в виробництві шпону. Її використовують як для модифікації луценого шпону, для подальшого склеювання його в фанеру, так і в модифікації струганого шпону. Термомодифікація підвищує гідрофобність і естетичні характеристики матеріалу, підкреслюючи текстуру деревини.

5. За період експерименту найбільше маси набрали зразки модифіковані при 3-ох нижчих температурних режимах, в середньому 0,32 г. Немодифіковані зразки і зразки, модифіковані при 230 °C набирали однакову кількість вологи і тримали дану тенденцію до кінця експерименту. Шпон модифікований за температури 170 °C, в період експерименту, зразки

поглинули 21,73 % від початкової маси, для порівняння, модифікування при 230 °C сприяло зменшенню показника вологопоглинання до 16,32 %. У результаті експерименту, встановлено позитивний вплив термомодифікування при температурі 230 °C і вище на вологопоглинання.

6. Проведене дослідження підтвердило значний вплив термічного модифікування на забарвлення шпону дуба. Встановлено пряму залежність між температурою обробки та інтенсивністю зміни кольору: зі зростанням температури від 170 °C до 230 °C загальна зміна кольору (ΔE) зростає з 3,7 до 33,1, що становить збільшення більш ніж у 8 разів. Ключовим показником цих змін є параметр світлоти (L^*). Початкове значення світлоти необробленого шпону ($L^*=64$) суттєво зменшилося з підвищенням температури. За 170 °C світлота зменшилась на 4,7 % (до 61), за 190 °C – на 10,9 % (до 57), за 210 °C – на 26,6 % (до 47) а при найвищій температурі 230 °C – на вражаючі 48,4 % (до 33) порівняно з необробленим зразком. Це свідчить про глибоке та рівномірне потемніння шпону, що візуально переходить від природного світлого відтінку до насиченого темно-коричневого, майже шоколадного кольору. Ця контрольована зміна кольору є однією з ключових переваг термомодифікування, дозволяючи отримувати естетично привабливий матеріал без застосування хімічних барвників, що розширює можливості його застосування в меблевій та оздоблювальній промисловості.

7. На основі проведеного дослідження можна рекомендувати впровадження окремого цеху з термомодифікації шпону на підприємство ПП ТОВ «Укршпон», при умові проведення ще одного більш розширеного дослідження на більшу кількість зразків і температурних режимів. Але в загальному дослід показує позитивний вплив даної модифікації на шпон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шпон в Україні. *Prom*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/uxfegq> (дата звернення: 09.05.25).
2. Шпон ФАЙН-ЛАЙН – що це таке. *Транс Лок*: веб-сайт. URL: <https://www.tlok.com.ua/ru/presscentr/stati/347-shpon-fajn-lajn-chno-eto-takoe> (дата звернення: 09.05.25).
3. Що таке шпон та де його застосовують? *Win Wood*: веб-сайт. URL: <https://win-wood.com.ua/shho-take-shpon/#:~:text=Для%20виробництва%20лущеного%20шпону%20підходять,фанеру,%20використовують%20у%20оздоблювальних%20роботах> (дата звернення: 09.11.2024).
4. Пиляний шпон дуба на замовлення. *WoodWay Expert*: веб-сайт. URL: <https://wood-way.expert/ua/p2417792904-pilenyj-shpon-duba.html> (дата звернення: 09.05.25)
5. Пиляний шпон в Києві від компанії. Вуд Вей Експерт: веб-сайт URL: <https://salo.li/6c5f90d> (дата звернення: 09.05.25).
6. What are most common application of wood veneer. *AWI QCP*: веб-сайт. URL: <https://salo.li/f18D541> (дата звернення: 09.05.25).
7. What is Wood Veneer? How does it Enhance the Interior Look?. *Duroply Latest Blogs & Information. DURO*: веб-сайт. URL: <https://www.duroply.in/blog/wood-veneer-enhance-interior-look/> (дата звернення: 09.05.25).
8. Шпон Клена Сікомора. *Prom*: веб-сайт. URL: <https://baykal.com.ua/ua/p173450078-shpon-drevesiny-klyon.html> (дата звернення: 09.05.25).
9. Top 5 Benefits of Veneer Panels in Interior Design. *Cutr*: веб-сайт. URL: <https://www.cutr.com/articles/benefits-of-veneer-panels-interior-design> (дата звернення: 03.11.24)

10. Pinterest worthy safety door with wall paneling. *Instagram*: веб-сайт. URL: <https://www.instagram.com/p/DHYcHIDyFхq/?api=1%2F&hl=zh-cn> (дата звернення: 19.01.25).
11. Що таке шпон? Шпон натуральний та модифікований. *Stoyki-Pro*: веб-сайт. URL: <https://stoyki-pro.com.ua/scho-take-shpon-shpon-naturalnii-ta-modifkovanii> (дата звернення: 21.04.25).
12. Nematomos durys su sienų apdaila. *Mano Siena*: веб-сайт. URL: <https://manosiena.lt/produktai/azuolo-faneruotes-nematomos-durys/> (дата звернення: 26.02.25).
13. Sienų dangų montavimo ir dizaino paslaugos. *Mano Siena*: веб-сайт. URL: <https://manosiena.lt/paslaugos/> (дата звернення: 09.05.25).
14. Wood Veneers Market Size, SWOT, Industry Analysis & Forecast 2033. *Verified Market Reports*: веб-сайт. URL: <https://salol.com/dc09e5c> (дата звернення: 29.03.25).
15. Veneer Sheets Market Trends & Outlook 2025-2035. *Market Research and Consulting*: веб-сайт. URL: <https://salol.com/5dB03d2> (дата звернення: 12.05.25).
16. Veneer Sheets (HS: 4408) Product Trade, Exporters and Importers. *The Observatory of Economic Complexity*: веб-сайт. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/veneer-sheets?> (дата звернення: 12.03.25).
17. Ukraine's Veneer Sheet Market Report 2025 – Prices, Size, Forecast, and Companies. *IndexBox*: веб-сайт. URL: <https://www.indexbox.io/store/ukraine-veneer-sheets-and-sheets-for-plywood-and-other-wood-sawn-lengthwise-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights/> (дата звернення: 10.05.25).
18. Veneer sheets and sheets for plywood and other imports from Ukraine 2023. *World Integrated Trade Solution*: веб-сайт. URL: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/All/year/2023/tradeflow/Imports/partner/UKR/product/440890?utm> (дата звернення: 15.11.24).
19. Про компанію. *Ukrshpon*: веб-сайт. URL: <http://ukrshpon.com> (дата звернення: 01.05.25).

20. Kaminski Timber & Veneers (KTV) Ілс. *Fordaq*: веб-сайт. URL: [https://derevyna.fordaq.com/fordaq/srvFordaqReport/Kaminski+Timber+&+Veneers+\(KTV\)+Ілс_314373.html](https://derevyna.fordaq.com/fordaq/srvFordaqReport/Kaminski+Timber+&+Veneers+(KTV)+Ілс_314373.html) (дата звернення: 10.05.25).
21. Про компанію. *Narman wood*: веб-сайт. URL: <https://narmanwood.com> (дата звернення: 12.05.25).
22. Шпон натуральний купити в Україні. *Єврошпон-Трейд*: веб-сайт. URL: <https://estrade.com.ua> (дата звернення: 01.01.2025).
23. Types of veneers and manufacturing technologies. *Classic Veneer*: веб-сайт. URL: <https://classicveneer.com.ua/en/> (дата звернення: 10.05.25).
24. ТОВ «Укрдревексім». *Udewood*: веб-сайт. URL: <https://www.udewood.com> (дата звернення: 10.05.25).
25. Крамар В. Д. Технологічні розрахунки у виробництві струганого шпону: методичний посібник. Львів : УкрДЛТУ, 1995. 51 с.
26. Defining and Communicating Color: The CIELAB System. *Textilernd*: веб-сайт. URL: <https://textilernd.com/defining-and-communicating-color-the-cielab-system/> (дата звернення: 20.03.2025).
27. Tsapko Y., Horbachova O., Mazurchuk S., Bondarenko O. Research of certain aspects of improving the color resistance of thermomodified wood. *AIP Conference Proceedings*. 2023. 2490 (1), 050009. DOI: 10.1063/5.0124506.
28. Tsapko Y., Horbachova O., Bondarenko O., Mazurchuk S. Justification of conditions of application of thermo modified veneer for protection of wooden products from moisture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. 1164. 012050. DOI: 10.1088/1757-899X/1164/1/012050.
29. Meija A., Spulle U., Ramata L., Cuccui I., Allegretti O., Paze A., Rizikovs J. Gluability of Thermally Modified Aspen, Birch, and Poplar Rotary Cut Veneers with Suberinic Acids Adhesive. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, Issue 5. DOI: 10.3390/su17051990. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/5/1990> (дата звернення: 12.05.2025).
30. Sandak A., Allegretti O., Cuccui I., Sandak J., Rosso L., Castro G., Negro F., Cremonini C., Zanuttini, R. Thermo-vacuum modification of poplar

veneers and its quality control. *BioResources*. 2016. 11(4), 10122–10139. URL: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/thermo-vacuum-modification-of-poplar-veneers-and-its-quality-control/> (дата звернення: 30.05.25).

31. Bouaphavong D., Jarusombuti, S., Veenin, T., Phonetip, K., and Soukphaxay, K. Effects of thermal treatment on physical properties of teak veneer (*Tectona grandis*). *BioResources*. 2022. 17(3), 4705–4712.

32. Lovrić A., Zdravković V., Furtula M. Influence of thermal modification on colour of poplar (*populus x euramericana*) rotary cut veneer. *WOOD RESEARCH*. 2014. 59(2). 661–670. URL: <https://www.centrumdp.sk/wr/201404/12.pdf> (дата звернення: 30.05.2025).

33. Liu H., Li Z., Zhang X., Tang B., Wan C., Wang K. The Effect of Different Moderate Thermal Modification Durations on the Wood Properties of American Alder. *Materials (Basel)*. 2022. 15(24), 8839. DOI: 10.3390/ma15248839. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/24/8839> (дата звернення: 02.05.2025).

34. Камера для термомодифікації. *Sukhoviy KTMD*: веб-сайт. URL: <https://www.sukhoviy.net/kamera-dlia-termomodyfikatsii-derevyny-sukhoviy-ktmd.html> (дата звернення: 30.05.25).

35. Thermal Modification Kiln (Wood Drying and Thermal Modification). *ETW Cloud*: веб-сайт. URL: <https://etwinternational.com/2-wood-kiln-1-214776.html> (дата звернення: 30.05.2025)