

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ ФАНЕРИ.....	6
1.1. Ринок фанерної продукції	6
1.2. Основні напрями використання фанери.....	8
1.3. Перспективні технології у виробництві фанери	12
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	16
2.1. Загальна інформація.....	16
2.2. Методика розрахунку кількості сировини.....	21
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОЇ ФАНЕРИ.....	29
3.1. Технологічний процес виготовлення фанери.....	29
3.2. Розрахунок сировини.....	34
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ....	47
4.1. Вогнестійка фанера: засоби та обладнання для виготовлення....	47
4.2. Фанера з термошпону: характеристика та обладнання.....	51
4.3. Техніка безпеки на виробництві.....	52
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах мінливого ринкового середовища, посилення конкуренції та постійних змін у споживчих перевагах, ефективне управління асортиментом є ключовим фактором успіху для будь-якого підприємства. Для ТОВ «ОДЕК», що функціонує в деревообробній галузі, розширення асортименту набуває особливого значення. Це не лише дозволяє задовольняти зростаючі потреби клієнтів та залучати нові цільові сегменти, але й відкриває шлях до підвищення конкурентоспроможності, збільшення ринкової частки та стабілізації фінансових показників. В умовах, коли насиченість ринку вимагає постійних інновацій та адаптації, стратегічне розширення продуктової лінійки стає не просто можливістю, а необхідністю для забезпечення сталого розвитку та довгострокового функціонування підприємства.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка теоретико-методичних засад та обґрунтування практичних рекомендацій щодо розширення асортименту продукції ТОВ «ОДЕК» з метою підвищення його конкурентоспроможності та економічної ефективності на ринку.

Завдання роботи, що поставлені для досягнення мети:

- провести аналіз поточного стану асортименту та ринкових позицій ТОВ «ОДЕК»;
- дослідити сучасні тенденції та перспективні напрямки розвитку ринку, на якому функціонує підприємство;
- виявити потенційні можливості та загрози для ТОВ «ОДЕК» щодо розширення асортименту;
- розробити конкретні пропозиції щодо розширення асортименту продукції ТОВ «ОДЕК» з детальним обґрунтуванням їхньої доцільності.

Об'єктом дослідження є процес формування та управління асортиментом на підприємстві.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні аспекти розширення асортименту продукції/послуг на прикладі ТОВ «ОДЕК».

У роботі застосовано методи теоретичного аналізу та синтезу, системного та комплексного підходу, порівняльного аналізу ринку; розрахункові методи – для визначення частки відходів виробництва та корисного виходу готової продукції.

Результати даного дослідження мають практичне значення для керівництва ТОВ «ОДЕК», оскільки розроблені рекомендації та пропозиції можуть бути безпосередньо використані для ефективного розширення асортименту продукції, що сприятиме підвищенню його конкурентоспроможності, залученню нових клієнтів та покращенню загальних фінансових показників підприємства.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел.

У розділі 1 наведено поточний ринок фанерного виробництва.

Розділ 2 присвячений аналізу поточної діяльності ТОВ «ОДЕК», його асортименту та позицій на ринку. Також наведено методичку виконання розрахунків згідно з завданням.

У розділі 3 розроблено та обґрунтовано конкретні напрямки розширення асортименту для ТОВ «ОДЕК».

Розділ 4 містить переваги запропонованих змін та рекомендації щодо їх впровадження, охорона праці на виробництві.

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 57 сторінках, містить 5 таблиць, 28 рисунків, 35 використаних джерела.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ ФАНЕРИ

1.1. Ринок фанерної продукції

Станом на 2023р у звіті дослідницької організації Future Market Insights (FMI) світовий ринок оцінюється в 85,5 млрд \$, і очікується зростання на 6,5 % в період з 2023 по 2033 і може становити 157 млрд. \$.

Швидка урбанізація є одним з головних чинників зростання ринку фанери.

Зростання доходів змусило багатьох людей інвестувати в нові будинки, а це означатиме зростання попиту на фанеру за її співвідношення міцності та ваги. Крім того різко зростаючий дизайн інтер'єру та меблева промисловість відкривають великі можливості для ринку.

Завдяки унікальності та зменшеній кількості відходів з виробництва фанери в порівнянні з масивною деревиною, ці два сектори активно зацікавлені у використанні фанери [1, 2].

Компанія FMI проаналізувала світовий ринок і виділила ключові ринки зростання: Китай – на 6,7 %, Індія – на 6,4 %, США – на 5,7 %, Великобританія – на 4,8 %, Німеччина – на 4,4 % [1].

До завершення 2021 року в країні налічуватимуть понад 12 550 виробників фанери, які розташовані у 26 провінціях та містах; загальний обсяг виробничих потужностей становитиме приблизно 222 млн кубометрів на рік, що на 13,3 відсотка менше в порівнянні з кінцем 2020 року; середній обсяг виробництва підприємств складе близько 18 000 кубометрів щорічно. Китайська фанерна промисловість показує зменшення кількості компаній та загальної виробничої спроможності, а середня виробнича потужність підприємств не підвищилася.

До завершення 2021 року більш ніж 18 200 виробників фанерних виробів були скасовані, відкликані або зупинені по всій країні. В країні розташовано 5 провінцій, автономних територій та 5 міст, які мають річну потужність виробництва понад 10 мільйонів кубометрів фанери [2].

В провінції Шаньдун є більше 3700 підприємств, що виробляють фанеру, з загальною річною потужністю приблизно 56,5 мільйонів кубометрів, що становить 25,5 відсотка від усієї виробничої потужності країни та залишається на першому місці в країні. Кількість підприємств, що виготовляють фанерну продукцію в Лінї, незначно зменшилася, але обсяги виробництва зросли до 39,8 мільйонів кубометрів на рік, що становить приблизно 70,4 відсотка від загальної кількості в провінції, зберігаючи статус найважливішої виробничої бази фанерної продукції в провінції Шаньдун та навіть у всій країні [1, 3].

У районі Гуансі функціонує понад 1600 виробників фанери з загальною виробничою потужністю близько 45 мільйонів кубометрів на рік, що складає 20,3 відсотка від загальних виробничих потужностей країни, займаючи друге місце в державі. Місто Гуйган і далі залишається головною виробничою платформою фанерної продукції на півдні держави, з загальною виробничою потужністю майже 18,5 мільйонів кубометрів щороку, що складає близько 41,1 відсотка від регіонального обсягу. У провінції Цзянсу функціонує понад 1,980 виробництв фанери з сукупною виробничою потужністю приблизно 33,4 мільйона кубометрів щорічно, що складає 15,0 відсотків загальної виробничої потужності в країні, займаючи третє місце. Виробнича здатність Сюйчжоу досягає приблизно 14,8 млн. кубометрів на рік, що складає 44,3 відсотка відсотка провінції; Виробнича потужність Суцзіан становить близько 13 мільйонів кубометрів щорічно, що становить 38,9 відсотка провінції [2, 4].

В провінції Хебей функціонує більше 760 виробників фанери з мініальною виробничою потужністю близько 14,5 мільйонів кубометрів на рік, що становить 6,5 відсотка загальної виробничої спроможності країни, займаючи четверте місце в країні. Виробничі здібності міста Лангфан складають приблизно 12,6 мільйона кубічних метрів на рік, що становить приблизно 86,9 відсотка провінції.

В країні нараховується 5 провінцій, автономних регіонів та 5 міст, які мають річну виробничу потужність понад 10 мільйонів кубометрів фанери.

У провінції Аньхой функціонує більше 700 виробників фанери з агрегатною виробничою потужністю 13 мільйонів кубометрів на рік, що складає

5,9 відсотка від загального обсягу виробництва країни, займаючи п'яту позицію в країні.

Потужність виготовлення безальдегідних фанерних виробів, таких як поліуретанові клеї, соєві білкові клеї, крохмальні клеї, лігнінові клеї та термопластичні смолисті плівки, ще більше зростає.

На початок 2022 року по всій країні функціонує більше 2410 підприємств із виробництва фанери із загальною потужністю приблизно 33,5 млн кубометрів на рік. Крім Пекіна, Шанхаю, Тяньцзіня, Чунцина, Цинхая та Тибетського автономного району, в інших 25 провінціях регіону зводяться заводи з виробництва фанери. Передбачається, що до кінця 2022 року загальна потужність виготовлення фанерної продукції в країні досягне приблизно 230 мільйонів кубометрів щороку [2].

1.2. Основні напрями використання фанери

Найчастіше для виготовлення музичних інструментів, меблів, будівельних роботах та при побутовому ремонті використовують фанеру.

Фанера – це багат шаровий матеріал який виготовляється з листів лушеного шпону склеєних між собою, так щоб волокна були під кутом 90 градусів. Це збільшує міцність матеріалу та опір до деформації [5, 6].

Для виготовлення фанери використовують хвойні та екзотичні породи деревини, а також березу та вільху. Фанера з берези характерна стійкістю до різних механічних та температурних впливів.

В залежності від сфери застосування фанеру ділять на кілька типів: будівельна, вологостійка, полегшена, личкована, та гнута фанера.

Будівельну фанеру використовують як конструкційний матеріал при виготовленні підлоги, стелі, стінових панелей. Тому найчастіше для будівельної фанери беруть 3 або 4 сорт. Така фанера може мати різні дефекти наприклад: сколи, тріщини, розшарування так як по закінченню будівництва та оздоблення її не буде видно [7].

Наступний вид фанери це вологостійка. В умовах вологого середовища рекомендують використовувати фанеру з маркуванням ФСФ (рис. 1.1).

Зазвичай фанеру фсф виготовляють з берези, листи шпону укладають перпендикулярно один на одного і волокна йдуть паралельно, тому така фанера підвищена стійкістю до кручення [8, 9].



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд фанери ФСФ

Полегшена фанера займає особливе місце в дизайні. Термін «полегшена» означає зменшену вагу або щільність в порівнянні із звичайною. Її часто використовуються в якості сировини при виготовленні меблів або окремих її елементів. Наприклад для виготовлення стільниць або стільців табуретів.

Личкована фанера – це фанера виготовлена з лушеного березового шпону з перехресним склеюванням листів. Вона екологічна і міцна. З фасадної та тильної сторони вона личкується шпоном різних порід дубо, ясенем, горіхом американським тощо (рис. 1.2).

Для виготовлення корпусних меблів використовують саме личковану фанеру адже вона має відмінний вигляд в будь-якому інтер'єрі і практично не відрізняється від цільної деревини, а за рахунок личкування в економічному плані перемагає [9, 10].



Рис. 1.2. Меблі виготовленні з личкової фанери [6]

Гнута фанера також популярна в меблевому виробництві. Така фанера вносить в дизайн медлів гнучкі та округлі лінії. Вона добре згинається і підходить для покриття будь-якими видами декоративного покриття. Наприклад пластик, папір, шпон або фарба, покриття можна наносити як до так і після вигину (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Книжна шафа виготовлена з гнutoї фанери [8]

Шліфована і нешліфована фанера без декоративного покриття класифікується за чотирма сортами:

1 сорт – це еталонна фанера виготовлена з гладкою поверхнею без сучків та тріщин;

2 сорт – це фанера яка майже не має сучків, допускається декілька вузьких до 15мм;

3 сорт – фанера третього сорту може мати темні та світлі сучки до 1см та отвори діаметром не більше 0,5 см;

4 сорт фанери найнижчої якості вона може мати сучки, тріщини, виїмки.

Потрібно чітко знати де буде застосовуватись фанера, тому що немає ніякого сенсу купувати найдорожчу фанеру першого сорту під будівельні роботи, так само як і купувати 4 сорту для виготовлення меблів.

В меблевому виробництві фанера посідає одну з головних місць, цей матеріал є практичним та економічним. В розумних межах фанера може підійти у будь який меблевий проект, в місцях де потрібно мати гарний зовнішній вид використовують вищі сорти в той час як для інших конструкцій обирають нижчі.

З фанери виготовляють шафи, комоди, дивани, ліжка, стелажі, столи, кижкові шафи, кухні, меблі для ванних кімнат, для саду чи дачі. Фанерні плити використовують для облицювання внутрішніх стін, підлогових покриттів та даху (табл. 1.1) [9, 11].

Таблиця 1.1

Стандартні параметри фанери [5]

Товщина (мм)	Довжина (мм)	Ширина (мм)	Кількість шарів
1	2	3	4
3	1525	1525	3 шару
6	від 1525 (мм) до 3050 (мм)	від 1220 (мм) до 1525 (мм)	5 шарів
8	від 1000 до 1525 (мм)	від 800 до 1525 (мм)	7 шарів
9	від 1525 (мм) до 3050 (мм)	від 1220 (мм) до 1525 (мм)	7 шарів
10	від 1525 (мм) до 3050 (мм)	від 1220 (мм) до 1525 (мм)	7, 9 шарів
12	від 1000 до 1525 (мм)	від 800 до 1525 (мм)	9, 11 шарів
15	від 1525 (мм) до 3050 (мм)	1220 (мм) до 1525 (мм)	11 шарів

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
18	від 1525 (мм) до 2750 (мм)	від 1220 (мм) до 1830 (мм)	13 шарів
20	від 1525 (мм) до 3600 (мм)	від 1220 (мм) 1800 (мм)	15 шарів
21	1525 (мм) 2440 (мм), 3000 (мм), 3050 (мм), 3600 (мм).	1220 (мм), 1500 (мм) 1525 (мм) 1800 (мм)	15 шарів

Отже, фанера це універсальний матеріал, який прийшов на допомогу масивній деревині. А в деяких випадках є вигіднішою за масивну деревину. Так наприклад на будівництві для опалубки вигідніше закупити фанеру 3-го або 4-го сорту ніж використовувати масивну деревину яка дорожча. Також меблі з фанери мають ряд переваг вони дешевші, мають меншу вагу але не поступаються в міцності з масивною деревиною.

1.3. Перспективні технології у виробництві фанери

Сучасний розвиток деревообробної промисловості характеризується постійним пошуком інноваційних рішень, спрямованих на підвищення якості, функціональності, екологічності та економічної ефективності виробництва плитних матеріалів, зокрема фанери. Ці тенденції формують ключові напрями технологічної модернізації у галузі [10].

Розробка та впровадження екологічного безпечних клейових систем. Одним із пріоритетних завдань є мінімізація або повна ліквідація емісій шкідливих летких органічних сполук, зокрема формальдегіду, з готової продукції. Цей напрям передбачає [11, 12].

1. Використання без формальдегідні клеї.

На сьогоднішній день активно досліджуються та впроваджуються альтернативні клейові композити на основі соєвих протеїнів, які є біорозкладними та не містять формальдегід.

Значного поширення набувають клеї на основі MDI (метилендифенілдіізоціанату) та поліуретанові смоли, що забезпечують високі

експлуатаційні характеристики готової фанери при мінімальному вмісті фольмардегіду. Також впроваджують нанотехнології, таких як наносилікати або наноцелюлозні фібрили, це дозволяє суттєво покращити фізико-механічні властивості клейових швів, підвищенню водостійкості, міцність на зсув та стійкість до деформації.

2. Термічна модифікація шпону.

Ця технологія передбачає попередню термічну обробку шпону за високих температур перед процесом склеювання (зазвичай при температурі 180–250 градусів в без кисневому середовищі). Це призводить до зміни хімічної структури деревини. Основною перевагою є значне підвищення біологічної стійкості деревини до гниття, плісняви та комах без використання хімічних просочень. Крім того, покращується розмірна стабільність матеріалу, зменшує його схильність до розбухання та усадки під впливом вологи.

Термічно модифікована фанера є перспективною для використання у складних експлуатаційних умовах, включаючи зовнішнє оздоблення фасадні та конструкції, що контактують з підвищеною вологістю [13, 14].

3. Автоматизація та цифровізація виробничих процесів.

Використання автоматизованих ліній, роботизованих комплексів для сортування шпону, нанесення клею, формування пакетів та пресування забезпечують високу точність, скорочення часу виробництва та зменшення впливу людського фактора. Системи контролю на базі штучного інтелекту дозволяє здійснювати безпосередній моніторинг якості шпону та готової фанери, автоматично виявляючи дефекти [15].

Це оптимізує процеси розкрою, мінімізує відходи та підвищує загальну якість продукції. Аналіз за допомогою ШІ дозволяє оптимізувати параметри сушіння та пресування, прогнозувати потреби у сировині та енергоресурсах, що сприяє зменшенню виробничих витрат.

4. Удосконалення поверхні та застосування інноваційних покриттів.

Розробка нових полімерних покриттів забезпечують підвищену стійкість фанери до вологи, ультрафіолету, механічних пошкоджень, вогню, а також надає

антибактеріальні та антивандальні властивості. Застосування високоміцних ламінатів високого тиску дозволяє створювати фанерні плити з різновидними декоративними властивостями, що імітують природні матеріали(дерево, камінь) або мають унікальні текстури та кольори [16, 17].

5. Технології легких серцевин.

Фанера з легкими серцевинами – це ще одна новаторська розробка, особливо для застосувань, де вага є критичним фактором, наприклад, у транспортній та авіаційній промисловості.

Завдяки використанню серцевин з композитних матеріалів або спеціалізованих легких порід деревини, виробники можуть виробляти фанеру, яка є одночасно міцною та легкою в обробці [18].

6. Сталій розвиток: новий стандарт.

Глобальний перехід до сталого розвитку вплинув на кожен галузь, і виробництво фанери не є винятком. Інноваційні технології тепер дозволяють виробникам відповідально закуповувати деревину та зменшувати відходи під час виробництва.

7. Сертифіковані джерела деревини зі сталого розвитку

Виробники все більше покладаються на деревину, сертифіковану FSC (Лісова опікунська рада) [19] або PEFC (Програма схвалення лісової сертифікації) [20].

8. Зменшення вуглецевого сліду.

Енергоефективні методи виробництва та вуглецево-нейтральні фабрики стають все більш поширеними. Фанера, вироблена за цих умов, є дуже привабливою для ринків із суворими екологічними нормами, що дає оптовикам можливість дотримуватися світових тенденцій сталого розвитку [21].

9. В Україні для аналізу ринку фахівці з компанії YouControl створили інноваційний програму яка значно знижує ризики в агресивних ринкових умовах.

Система пропонує набір унікальних аналітичних інструментів, що дозволяють отримувати перевірену інформацію про стан ринку, вчасно реагувати

на зміни конкурентного середовища, знайти майбутніх клієнтів та партнерів, проводити детальне дослідження компаній-конкурентів [22].

Сучасне виробництво фанери активно трансформується, орієнтуючись на інноваційні рішення, що підвищують якість, функціонал та економічну ефективність продукції.

Таким чином, інновації при виробництві фанери спрямовані на створення екологічної та довговічної продукції, яку вимагає ринок та принцип сталого розвитку.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Загальна інформація

Розташоване у північно-західній частині України деревообробне підприємство «ОДЕК» є найбільшим виробником фанери в Україні та входить до двадцятки найбільших виробників березової фанери в Європі (рис. 2.1). Основним видом продукції підприємства є березова фанера, у тому числі ламінована, призначена як для внутрішнього, так і для зовнішнього використання.

На підприємстві працює близько 1700 працівників. Річний обсяг виробництва становить 103 тис. кубічних метрів фанери в Україні [23].



а



б

Рис. 2.1. ТОВ «ОДЕК»: а – логотип; б – головний вхід (сфотографовано автором)

Завод оснащений високоякісним обладнанням провідних світових виробників у деревообробній промисловості: Raute, Steinemann, Holzma, Schwabedissen (Wamhoff), PlyTec, Kuper, Pagnoni Impianti, Weeke та інші.

Висока якість склеювання фанери «ОДЕК» доведена Інститутом перевірки матеріалів землі Бранденбург («MPA Eberswalde Materialprüfanstalt Brandenburg GmbH»), Німеччина.

Система управління якістю «ОДЕК» сертифікована BVQI на відповідність стандарту ISO 9001 з червня 2004 року.

СЄ сертифікат заводського контролю виробництва (0502-CPD-10004) підтверджує відповідність фанери європейським нормам і правилам з липня 2004 року. Виробництво фанери задовільняє вимоги відповідності ланцюжка від постачальника до споживача (FSC®) з березня 2005 року. З серпня 2012 року фанера «ОДЕК» сертифікована на відповідність екологічним вимогам щодо емісії формальдегіду CARB Phase 2 [23].

Згідно програми між українським та голландським урядами, спрямованої на збереження енергії та скорочення викидів CO₂, «ОДЕК» Україна та голландська компанія «Kara Energy Systems» побудували котел потужністю 5 МВт, який працює на відходах фанерного виробництва. Інша котельня потужністю 18,2 МВт була побудована спільно з бельгійською компанією «Vynske». Це допомогло скоротити споживання газу і утилізувати 44 500 тонн відходів фанерного виробництва на рік.

Повна назва підприємства ТОВ «ОДЕК» Україна, поштовий індекс 35313, Рівненська область смт. Оржів, вул. Заводська 9.

Основна продукція виробництва це фанера ламінована та загального призначення.

Нещодавно на підприємстві почали виготовляти важко-горючу фанеру, але технологічний процес виготовлення її мені не розповіли з міркувань комерційної таємниці. Також на підприємстві відкрилось допоміжне виробництво паливних брикетів.

Обсяг виробництва на 2024 склав 103 тис. куб. метрів фанери. За добу перероблюється 800 м³.

Це ламінована фанера та фанера загального призначення і 20 000 т. паливних брикетів виготовлених з власних відходів.

Ламінована фанера, покрита з однієї або двох сторін фенольною або меламіновою плівками.

Стандартні розміри: 1250×2500мм, 2500×1250мм, 1220×2440мм, 2440×1220мм.

Стандартні товщини, мм: 6,5; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 27; 30; 35; 40 (табл. 2.1).

Ламінована фанера в залежності від сфери використання може мати наступні види: Гекса та сітка – використовується в підлозі автомобільному та водному транспорті, напівпричепках, контейнерах, музичних сценах тощо. Гладка – використовується в облаштуванні інтер'єрів приміщення, дитячих майданчиках, опалубних робіт, тощо.

Таблиця 2.1

Таблиця стандартних розмірів на ТОВ «Одек»

Номінальна товщина, мм	Кількість шарів шпону	Середня товщина, мм	Мінімальна товщина, мм	Максимальна товщина, мм
6,5	5	6,4	6,1	6,9
9	7	8,8	8,8	9,5
12	9	11,8	11,5	12,5
15	11	14,8	14,3	15,3
18	13	17,6	17,1	18,1
21	15	20,4	20,0	21,0
24	17	23,2	22,9	24,0
27	19	26,2	25,2	27,0
30	21	29,0	28,1	30,0
35	25	34,0	33,5	35,5
40	29	39,5	38,8	41,2

Для склеювання фанери на виробництві використовується фенол-формальдегідні або карбамідо-формальдегідні клеї, які відповідають стандартам EN 13986 та EN 314-2.

Ламінована фанера це універсальний матеріал який може застосовуватись у зовнішніх умовах, він добре чинить опір ультрафіолету та хімічним сполукам.

В залежності від якості зовнішніх шарів шпону фанера розділяється на сорти E, B, S, BB, CP, BBл, C (Додаток А) [23].

Також на виробництві присутній верстат з ЧПУ що дозволяє на замовлення виготовляти спеціальну фанеру (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Спеціальна фанера виготовлена на ЧПУ

До спеціальної фанери відноситься конструкція «шпунт-гребінь» та фанера ламінована пластиками HPL/CPL.

Конструкція «шпунт-гребінь» дозволяє щільно з'єднувати два і більше листів фанери в одну конструкцію із плоскою поверхнею. Основний напрямок використання у виготовленні підлог, де необхідні значні розміри та міцність поверхні. Фанера личкована шпоном цінних порід або ламінована пластиками (HPL/CPL) частіше використовується в оздобленні яхт, кухонь, поверхонь столів, внутрішніх декоративних приміщень. Широкий вибір порід шпону й кольорів та видів поверхонь пластиків дає дизайнерам й архітекторам безмежні можливості для використання таких панелей у різноманітних проектах [23].

Важко горюча фанера – це спеціальний вид фанери, що виготовляється з просоченого в антипірені шпону й відповідає класу горючості В згідно Європейського стандарту EN 13501-1:2007 + A1:2009. Такий вид фанери використовується в якості матеріалу для стель, стін та підлог у будівлях, а також в автомобільній галузі, корабле- та вагоно-будуванні (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Важко горюча фанера

Випробування фанери FR згідно стандарту EN 13501-1:2007+A1:2009 визначили, що: Фанера відповідає класу горючості: В.

Додаткова класифікація за димністю: s1 і за палаючими частинками: d0.

Важкогорюча фанера добре оздоблюється плівками, пластиками та іншим покриттям, клас горючості гарантується лише на базові листи фанери.

Сировина на підприємство постачається вантажівками з лісових господарств переважно західної України (Волинська, львівська, тернопільська область). Трохи менше за обсягом хмельницька та київська область. До 2013р. сировину привозили потягами з росії та білорусії. Електроенергія на підприємство подається через електростанцію 6 Мват, на випадок аварії на підприємстві встановлено два генератора. Завод споживає 3,5 Мват/год електроенергії. Грунт на якому збудований ТОВ «ОДЕК» суглинок лісовий, пісок, рівень ґрунтових вод під цехом 1,90–5,60 м, в засушу та дощ коливається $\pm 0,5–0,8$ м.

Водою підприємство забезпечується з р. Горинь, яка протікає поблизу підприємства. Парою підприємство забезпечується від двох твердопаливних котлів Голанської компанії «Кара» та Бельгійської компанії «Вінке» (рис. 2.4). «Кара» виробляє 7 т пари, «Вінке» виробляє 24 т пари. Паливом для котлів слугує відходи від виробництва фанери.



Рис. 2.4. «Вінке» та «Кара»

На підприємстві працює 2 зміни по 12 год., до повномасштабного вторгнення працювало 4 зміни по 8 год. Робочий персонал за рахунок підприємства розвозить 10 автобусів по населених пунктах в радіусі 40 км. Міжцеховий транспорт складається з вантажівок, 2–4 тракторів, 25 вилкових навантажувачів, 2-х тепловозів (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Залізничні колії та Тепловози

Підприємство ТОВ «Одек» має велику територію, оновлює старе обладнання на сучасне, прагне максимально автоматизувати процес також активно перероблює відходи від фанерного виробництва шляхом виготовлення паливних брикетів. Підтримуючи тенденцію інших підприємств про безвідходне виробництво. Яка дозволяє максимально ефективно використовувати лісові ресурси України та знизити негативний вплив на екологію в цілому. Як і більшості підприємств завжди є куди рости та розвиватися, адже технології постійно вдосконалюються, а ринок не стоїть на місці.

2.2. Методика розрахунку кількості сировини

Для кожного технолога головна зброя це точний розрахунок, від якого залежить кінцевий результат. Для цього потрібно визначити вихідні дані, такі як річний вихід готової продукції, розміри фанери, породу, її вологість та діаметр кряжа, довжину. Користуючись довідником та науковими статтями або середні показники на виробництві врахувати коефіцієнти виходу або норми відходів на кожен етап виготовлення фанери. Розрахувати витрати клейових та допоміжних матеріалів [24].

Для розрахунку втрати сировини при поперечному розкрої у відсотках від об'єму кряжа використовують формулу [24]:

$$P_{\text{роз}} = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^1 V_{\text{ч1}}}{V_{\text{кр}}}\right) \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де $\sum_{i=1}^1 V_{\text{ч1}}$ – сума об'ємів чурбаків, отриманих в результаті поперечного розкрою кряжа;

$V_{\text{кр}}$ – об'єм кряжа без кори, м³.

Загальний об'єм чурбака можна розглядати як суму об'ємів деревини з перерахованих зон [25]:

$$V_{\text{чурб}} = V_{\text{ш.р}} + V_{\text{д.к.ш}} + V_{\text{пф.ш}} + V_{\text{о}} + V_{\text{в.ш}} \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

де $V_{\text{ш.р}}$ – об'єм шпону розривний, м³;

$V_{\text{д.к.ш}}$ – Об'єм ділових кусків неповноформатного шпону, м³;

$V_{\text{пф.ш}}$ – Об'єм повноформатного шпону, м³;

$V_{\text{о}}$ – Об'єм осердя, м³;

$V_{\text{в.ш}}$ – Об'єм відрізків шпону, м³.

Втрати деревини при луценні чурбака складають:

а) втрати на шпон-розривину [24]:

$$P_{\text{ш.-р.}} = 100 - \frac{l_{\text{ч.}}}{100 \cdot V_{\text{ч.}}} \cdot (0,7552 \cdot d_{\text{ч.}}^2 - 8,055), \quad (2.3)$$

б) втрати на осердя:

$$P_{\text{о}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{о}}^2 \cdot l_{\text{ч.}}}{400 \cdot V_{\text{ч.}}}. \quad (2.4)$$

Втрати у вигляді відрізків при розкрої на ножицях складають для тополі:

$$P_{\text{в.ш.}} = \frac{l_{\text{ч.}}}{100 \cdot V_{\text{ч.}}} \cdot (0,00519 \cdot d_{\text{ч.}}^2 - 0,05537 - 0,0054 \cdot d_{\text{о.}}^2), \quad (2.5)$$

де $l_{\text{ч.}}$ – довжина чурбака, м;

$V_{\text{ч.}}$ – об'єм чурбака, м³;

$d_{\text{ч.}}$ – вершинний діаметр чурбака без кори, см;

$d_{\text{о.}}$ – діаметр осердя, см.

Діаметр осердя залежно від вершинного діаметра чурбака, діаметра кулачків шпинделів луцильного верстату і сорту сировини можна розрахувати, користуючись емпіричною формулою [24]:

$$d_o = d_k - 0,275 + (0,245 \cdot d_{\text{ч}}^2 - 0,00195 \cdot d_{\text{ч}}^3) \cdot 10^{-2}. \quad (2.6)$$

Сума розрахованих витрат на шпон-розривину, осердя і при розрізанні на ножицях дорівнюватиме загальним витратам сировини при луценні [26]:

$$P_{\text{луц.}} = P_{\text{ш.-р.}} + P_o + P_{\text{в.ш.}}. \quad (2.7)$$

Загальні втрати сировини при луценні чурбака – рубанні шпону у відсотках від об'єму чурбака можна розрахувати за емпіричною формулою для сосни [24]:

$$P_{\text{луц.}} = 100 - \frac{l_{\text{ч.}}}{100 \cdot V_{\text{ч.}}} \cdot (0,75 \cdot d_{\text{ч}}^2 - 0,0008 - 0,75 \cdot d_o^2). \quad (2.8)$$

Сирий луцений шпон висушується до вологості 6 ± 2 %. Це обумовлює втрати деревини на всихання.

Якщо шпон висушується в листах сирого шпону, розміри його повинні мати припуски на всихання для отримання повноформатного сухого шпону, втрати на всихання до об'єму сирого шпону визначаються за формулою [24]:

$$P_{\text{всих}} = \left(1 - \frac{V_{\text{сух.ш}}}{V_{\text{сир.ш}}}\right) \cdot 100, \quad (2.9)$$

де $V_{\text{сух.ш}}$ і $V_{\text{сир.ш}}$ – відповідно об'єми сухого і сирого листів шпону залежно від необхідних розмірів повноформатного шпону, м³.

Довжина і сухого листа шпону з урахуванням припуску на всихання становить:

$$L_{\text{сух.ш}} = L_{\text{сир.ш}} - \Delta L, \quad (2.10)$$

де ΔL – припуск на всихання по довжині, мм.

Величину припуску на всихання по довжині розраховують за формулою:

$$\Delta L = \frac{L_{\text{сир.ш}} \cdot U_{\text{довж}}}{100}, \quad (2.11)$$

де $U_{\text{довж}}$ – всихання шпону по довжині, яке становить 0,25 %.

Ширина сирого листа шпону визначається за розміром ширини сухого листа шпону з врахуванням припуску на всихання [24]:

$$B_{\text{сир.ш}} = B_{\text{сух.ш}} + \Delta B, \quad (2.12)$$

де ΔB – припуск на всихання по ширині, мм.

Величину припуску на всихання по ширині розраховують за формулою:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{сух.ш}} \cdot U_{\text{шир}}}{100 - U_{\text{шир}}}, \quad (2.13)$$

де $U_{\text{шир}}$ – всихання шпону по ширині, яке визначається за формулою:

$$U_{\text{шир}} = (9 - 0,55 \cdot W_{\text{кін}}^{0,8}) \cdot K_S^T \cdot K_t \cdot K_n, \quad (2.14)$$

де $W_{\text{кін}}$ – кінцева вологість сухого шпону, %;

K_S^T , K_t і K_n – поправочні коефіцієнти, відповідно на товщину шпону при тангентальному всиханні, температуру агента сушіння і породу деревини:

$$K_S^T = 1,21 - 0,14 \cdot S_{\text{сух.ш}}, \quad (2.15)$$

$$K_t = 1,42 - 0,003 \cdot t. \quad (2.16)$$

Товщина сирого листа шпону визначається за розміром товщини сухого листа шпону з урахуванням припуску на всихання [24]:

$$S_{\text{сир.ш}} = S_{\text{сух.ш}} + \Delta S, \quad (2.17)$$

де ΔS – припуск на всихання по товщині, мм.

$$\Delta S = \frac{S_{\text{сух.ш}} \cdot U_{\text{товщ.}}}{100 - U_{\text{товщ.}}}, \quad (2.18)$$

де $U_{\text{товщ.}}$ – всихання шпону по товщині, яке визначається за формулою:

$$U_{\text{товщ.}} = (6 - 0,4 \cdot W_{\text{кін}}^{0,8}) \cdot K_S^T, \quad (2.19)$$

де K_S^P – поправочний коефіцієнт на товщину шпону при радіальному всиханні.

$$K_S^P = 0,81 + 0,125 \cdot S_{\text{сух.ш}}. \quad (2.20)$$

Відсоток втрат деревини при цьому від об'єму сухого шпону розраховують за формулою:

$$P_{\text{спр.}} = \left(1 - \frac{S_{\phi}}{S_{\text{п.ш.}}}\right) \cdot 100, \quad (2.21)$$

де S_{ϕ} – товщина фанери за номінальним розміром, мм;

$S_{\text{п.ш.}}$ – товщина пакету шпону до склеювання, мм.

Теоретична товщина пакету визначається за формулою [24]:

$$S_{\text{п.ш.}}^T = \frac{100 \cdot S_{\phi}}{100 - C \cdot k_{\text{п}}}, \quad (2.22)$$

де C – спресування певного виду фанери;

k_n – поправочний коефіцієнт, що враховує породу деревини основних шарів пакету шпону для сосни – 2.

Практична товщина пакету – це сума товщин непресованих листів шпону, з яких складається лист фанери [24]:

$$S_{п.ш.} = \sum S_{сух.ш.i} \cdot n_{ш.i} , \quad (2.23)$$

де $S_{сух.ш.i}$ – товщина сухого шпону i -го типорозміру, мм;

$n_{ш.i}$ – кількість шпону i -го типорозміру, шт.

Загальна кількість шпону повинна дорівнювати шаруватості (m), тобто – $\sum n_{ш.i} = m$.

Необрізна фанера, формат якої співпадає з форматом сухих повноформатних листів шпону, обрізується з чотирьох сторін для доведення формату до стандартних розмірів. Кількість втрат деревини при обрізуванні ($P_{обр.}$) в процентах від об'єму необрізаної фанери розраховують за формулою [24]:

$$P_{обр.} = \left(1 - \frac{F_{обр.}}{F_{необр.}} \right) \cdot 100 , \quad (2.24)$$

де $F_{обр.}$ і $F_{необр.}$ – відповідно площа обрізаної і необрізаної фанери, m^2 .

Для отримання заданої кількості готової продукції необхідно визначити об'єм обрізаної фанери з врахуванням втрат на внутрішньо цехові витрати на дільниці виготовлення фанери:

$$Q_{обр.ф} = \frac{100 \cdot Q_{гот.ф}}{100 - P_{вн.цех.вitr.}} . \quad (2.25)$$

Необхідна кількість необрізаної фанери визначається з врахуванням проценту втрат при обрізуванні:

$$Q_{необр.ф} = \frac{100 \cdot Q_{обр.ф}}{100 - P_{обр.}} . \quad (2.26)$$

Об'єм сухого шпону необхідний для виготовлення заданої кількості фанери, визначається з об'єму необрізаної фанери і проценту втрат при спресуванні [24]:

$$Q_{сух.ш} = \frac{100 \cdot Q_{необр.ф}}{100 - P_{спр.}} . \quad (2.27)$$

Кількість сухого обрізаного шпону з врахуванням внутрішньо цехових витрат на дільниці виготовлення лушеного шпону визначається з врахуванням проценту втрат на цій операції:

$$Q_{\text{сух.ш.обр}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{сух.ш.}}}{100 - P_{\text{вн.ц.ш.}}} \quad (2.28)$$

Кількість сухого шпону, яка необхідна для виконання необхідного завдання, на стадії нормалізації його якості і розмірів визначається з врахуванням проценту втрат на цій операції [24]:

$$Q_{\text{сух.ш.норм}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{сух.ш.обр}}}{100 - P_{\text{норм.}}} \quad (2.29)$$

Необхідна кількість сирого шпону на стадії його сушіння для виконання програми визначається з врахуванням проценту втрат при сушінні:

$$Q_{\text{сир.ш}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{сух.ш.норм}}}{100 - P_{\text{вих.с.зв.}}} \quad (2.30)$$

Об'єм чурбаків, необхідний для виготовлення необхідної кількості шпону визначається з об'єму сирого шпону і проценту втрат при луценні чурбака – рубанні шпону [24]:

$$Q_{\text{чурб.}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{сух.ш.}}}{100 - P_{\text{луц.с.зв.}}} \quad (2.31)$$

Загальний об'єм сировини який необхідний для виконання завдання визначається за наступною формулою:

$$Q_{\text{кр.}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{чурб.}}}{100 - P_{\text{розк.}}} \quad (2.32)$$

Втрати при розкрязуванні сировини на чурбаки становлять:

$$q_{\text{розкр}} = Q_{\text{кр.}} - Q_{\text{чурб.}} \quad (2.33)$$

Втрати сировини при всиханні складають:

$$q_{\text{всих}} = Q_{\text{сир.ш}} - Q_{\text{сух.ш.норм}} \quad (2.34)$$

Втрати при нормалізації якості і розмірів сухого лушеного шпону становлять:

$$q_{\text{норм}} = Q_{\text{сух.ш.норм}} - Q_{\text{сух.ш.обр}} \quad (2.35)$$

Втрати на внутрішньо цехові витрати лушеного шпону складають:

$$q_{\text{вн.ц.ш}} = Q_{\text{сух.ш.обр}} - Q_{\text{сух.ш.}} \quad (2.36)$$

Втрати сировини при склеюванні пакетів шпону становлять [24]:

$$q_{\text{спр}} = Q_{\text{сух.ш}} - Q_{\text{необр.ф}} \cdot \quad (2.37)$$

Втрати при форматному обрізуванні фанери складають:

$$q_{\text{обр}} = Q_{\text{необр.ф}} - Q_{\text{обр.ф}} \cdot \quad (2.38)$$

Втрати на внутрішньоцехові витрати фанери становлять:

$$q_{\text{вн.цех.ф}} = Q_{\text{обр.ф}} - Q_{\text{гот.фан}} \cdot \quad (2.39)$$

Для аналізу ступеня використання деревини і порівняння його з і результатами роботи інших підприємств з виробництва лущеного шпону складається баланс сировини в кряжах. Для цього показники втрат сировини на кожному етапі технологічного процесу перераховуються в показники відносно об'єму кряжа.

Втрати сировини при поперечному розкріі $P_{\text{розкр}}$ не вимагають перерахунку, тому ,що вони розраховані від об'єму кряжа.

У виробництві фанери загального призначення застосовують карбомідоформальдегідні клеї для виготовлення продукції марки ФК [26].

Кількість клею, необхідного для виконання річної програми випуску продукції, розраховують за формулою:

$$Q_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{гот.ф}} \cdot (n_{\text{ш}} - 1) \cdot l_{\text{ш}} \cdot b_{\text{ш}}}{S_{\text{ф}} \cdot l_{\text{ф}} \cdot b_{\text{ф}}} \cdot q_{\text{к}} \cdot K_{\text{в}} \cdot \quad (2.40)$$

де $q_{\text{к}}$ – питома витрата клею, г/м² (встановлюється за додатком В),

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт виробничих втрат, $K_{\text{в}} = 1,04$,

$n_{\text{ш}}$ – кількість шарів шпону,

$l_{\text{ш}}, b_{\text{ш}}$ – розміри сухого шпону, м,

$S_{\text{ф}}, l_{\text{ф}}, b_{\text{ф}}$ – розміри фанери, м.

Витрати m -го компонента клею (Q_m) для виконання річної програми розраховується згідно з рецептурою (додаток Г) за формулою [24]:

$$Q_m = \frac{Q_{\text{к}} \cdot m_i}{\sum m_i} \text{ т/рік}, \quad (2.41)$$

де m_i – кількість масових частин i -го компонента.

$$\sum m_i = T_{\text{смоли}} + T_{\text{амоній хлористий}} + T_{\text{лігн. мас. ч.}} \quad (2.42)$$

$$\sum M_i = 105 \text{мас. ч.} \quad (2.43)$$

$$Q_{\text{смоли}} = \frac{Q_k \cdot m_{\text{смоли}}}{\sum m_i} \quad (2.44)$$

$$Q_{\text{амоній хлористий}} = \frac{Q_k \cdot m_{\text{амоній хлористий}}}{\sum m_i} \quad (2.45)$$

$$Q_{\text{ліг}} = \frac{Q_k \cdot m_{\text{ліг}}}{\sum m_i} \quad (2.46)$$

Детальний розрахунок витрат сировини дає можливість контролювати та знижувати виробничі відходи. А врахування таких параметрів, як порода, вологість, розмір кряжа та фанери, забезпечує максимальну точність прогнозів.

Завдяки цьому підприємство може ефективно планувати закупівлю, мінімізувати перевитрати та підвищити економічну ефективність, що в свою чергу дозволяє підтримувати конкурентоспроможність.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОЇ ФАНЕРИ

3.1. Технологічний процес виготовлення фанери

Перші меблі з фанери були виготовлені у Франції в 14 ст.. Вони мали привабливий вигляд і коштували відносно не дорого [27].

Перший верстат для виготовлення фанери був запатентований Семюелем Бентамом у Великобританії в кінці 18 століття. Верстат був простим, але виробництво фанери стало більш ефективним, а собівартість знизилась [28].

Виготовлення фанери проходить в декілька етапів.

Спочатку деревину розпилюють на колоди певних розмірів, і завантажують в басейни гідротермічної обробки деревини (ГТОД) (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Басейн для ГТОД

Далі після ГТОД колоди пропускають через металошукач, деревина з металевими елементами не допускається до обробки для збереження ножів на лущильних верстатах (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Металошукач [23]

Таку деревину відкладають і після прибирання металевих елементів пропускають повторно через металошукач [23]. Деревина в якій нема металу та має відносно рівну форму відправляють до окорювального верстата (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Окорювальний верстат [23]

Там з колод знімають кору і за допомогою конвеєра або навантажувача доставляють до наступного етапу.

На другому етапі колоди розкрояють на луцильних верстатах (рис. 3.4).



Рис.3.4. Луцильний верстат [23]

Після луцення з колоди отримують луцильний шпон [23]. На луцильних лініях є гільйотинні ножиці які розрізають шпон на потрібні розміри. Після шпон висушують у сушильних камерах прохідного типу (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Сушильна камера прохідного типу від FEZER [23]

Сухий шпон сортують за якістю та дефектами.

Шпон з дефектами ремонтують та склеюють на ребросклеювальному верстаті (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Верстат для повздовжнього ребросклеювання [23]

Полагоджений та сортований шпон відправляють до клеєнаесний верстат. Де одразу формують фанеру з урахуванням напрямку волокон уздовж та поперек по черзі (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Клеєнаесний верстат OMMA FTF 1300 [23]

Наступна операція у виготовленні це напівготову фанеру завантажують у спочатку холодний, а потім і в гарячий прес, де спресовують повноцінно лист фанери (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Пресс Raute VPP15 [23]

Після технологічної витримки фанери на форматно-обрізному верстаті обрізають лишні частини формуючи чистий розмір виготовленої фанери.

На шліфувальному верстаті фанеру шліфують та надають потрібну шорсткість (рис. 3.9). Остання операція шпаклювання. За потреби фарбують, личкують плівками або струганим шпоном.

Готову фанеру зберігають на складі готової продукції.



Рис. 3.9. Шліфувальний верстат Sicar Meta2 [23]

Багатоетапний технологічний процес виготовлення фанери що включає в себе підготовку деревини, формування та сушіння шпону та фінішну обробку.

Це комплекс який забезпечує високу якість та довговічність кінцевого продукту.

3.2. Розрахунок сировини

При поперечному фанерних кряжів на чурбаки частина сировини втрачається на відрізки стовбурів і тирсу. Відрізки стовбурів утворюються за рахунок відрізування стандартних припусків сировина на обробку, а також при відрізуванні дефектних місць(гнилизни, великих сучків та інших вад деревини).

Втрати сировини при поперечному розкрої у відсотках від об'єму кряжа розраховуються для кожної породи деревини за формулою (2.1) (для тополі).

$$P_{\text{роз}} = \left(1 - \frac{0,25}{0,29}\right) \cdot 100\% = 13,79\%.$$

Для визначення об'єму чурбака його довжина при поперечному розкрої кряжів приймається залежно від заданого формату сухого шпону, щоб забезпечити отримання повноформатних листів шпону.

Загальний об'єм чурбака можна розглядати як суму об'ємів деревини з перерахованих зон розраховують за формулою (2.2):

$$V_{\text{чурб}} = V_{\text{ш.р}} + V_{\text{д.к.ш}} + V_{\text{пф.ш}} + V_{\text{о}} + V_{\text{в.ш}} \text{ м}^3.$$

Втрати деревини при луценні чурбака складають за формулою (2.3):

а) втрати на шпон-розривину:

$$P_{\text{ш.-р.}} = 100 - \frac{2,23}{100 \cdot 0,25} \cdot (0,7552 \cdot 36^2 - 8,055) = 13,41\%,$$

б) втрати на осердя за формулою (2.4):

$$P_{\text{о}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{о}}^2 \cdot l_{\text{ч.}}}{400 \cdot V_{\text{ч.}}} = \frac{3,14 \cdot 9,5^2 \cdot 2,23}{400 \cdot 0,25} = 6,31\%.$$

Втрати у вигляді відрізків при розкрої на ножицях складають для тополі за формулою (2.5):

$$P_{\text{в.ш.}} = \frac{2,23}{100 \cdot 0,25} \cdot (0,00519 \cdot 36^2 - -0,05537 - 0,0054 \cdot 9,5^2) = 0,55\%.$$

Діаметр осердя залежно від вершинного діаметра чурбака, діаметра кулачків шпинделів луцильного верстату і сорту сировини можна розрахувати, користуючись емпіричною формулою (2.6):

Приймаю для 2-го сорту:

$$d_o = 7,6 - 0,275 + (0,245 \cdot 36^2 - 0,0012 \cdot 36^3) \cdot 10^{-2} = 9,5 \text{ см.}$$

Сума розрахованих витрат на шпон-розривину, осердя і при розрізанні на ножицях дорівнюватиме загальним витратам сировини при лущенні за формулою (2.7):

$$P_{\text{лущ.}} = 13,41 + 9,5 + 0,55 = 23,46\%.$$

Загальні втрати сировини при лущенні чурбака – рубанні шпону у відсотках від об'єму чурбака можна розрахувати за емпіричною формулою (2.8) для сосни:

$$P_{\text{лущ.}} = 100 - \frac{2,23}{100 \cdot 0,25} \cdot (0,75 \cdot 36^2 - 0,0008 - 0,75 \cdot 9,5^2) = 19,23\% .$$

Сирий лущений шпон висушується до вологості $6 \pm 2\%$. Це обумовлює втрати деревини на всихання.

Всихання шпону, тобто зміна його розмірів, не однакова в різних напрямках. Найбільше воно по ширині листа шпону в тангенціальному напрямку, дещо менше – по товщині листа в радіальному напрямку. По довжині листа, тобто вздовж волокон, шпон практично не всихається.

Якщо шпон висушується в листах сирого шпону, розміри його повинні мати припуски на всихання для отримання повноформатного сухого шпону, втрати на всихання до об'єму сирого шпону визначаються за формулою (2.9):

$$P_{\text{всих}} = \left(1 - \frac{0,0063666}{0,007023036}\right) \cdot 100 = 9,35\%.$$

Де об'єм сирого та сухого шпону визначають за формулами (2.10) та (2.11).

$$V_{\text{сух.ш}} = 1910 \cdot 2222,2 \cdot 1,5 = 6366603 \text{ мм}^3 = 0,0063666 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{сир.ш}} = 2018,81 \cdot 2230 \cdot 1,56 = 7023036,23 \text{ мм}^3 = 0,007023036 \text{ м}^3.$$

Довжина сирого листа шпону визначається за розміром довжини чурбака і приводиться до стандартного розміру (додаток Б). Довжина і сухого листа шпону з урахуванням припуску на всихання рахують за формулою (2.12):

$$L_{\text{сух.ш}} = 2230 - 7,81 = 2222,2 \text{ мм.}$$

Величину припуску на всихання по довжині розраховують за формулою (2.13):

$$\Delta L = \frac{L_{\text{сир.ш}} \cdot U_{\text{довж}}}{100} = \frac{2230 \cdot 0,35}{100} = 7,81 \text{ мм} .$$

Ширина сирого листа шпону визначається за розміром ширини сухого листа шпону (приймаємо ширина сухого листа шпону – 1300мм) з врахуванням припуску на всихання за формулою (2.14):

$$B_{\text{сир.ш}} = B_{\text{сух.ш}} + \Delta B = 1910 + 108,81 = 2018,81 \text{ мм} .$$

Величину припуску на всихання по ширині розраховують за формулою (2.15) та (2.16):

$$\Delta B = \frac{1910 \cdot 5,39}{100 - 5,39} = 108,81 \text{ мм}$$

та

$$U_{\text{шир}} = (9 - 0,55 \cdot 6_{\text{кін}}^{0,8}) \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 0,72 = 5,39\% .$$

Поправочні коефіцієнти, відповідно на товщину шпону при тангентальному всиханні, температуру агента сушіння і породу деревини які розраховуються за формулою (2.17), (2.18) та (2.19):

$$K_S^T = 1,21 - 0,14 \cdot 1,5 = 1,$$

$$K_t = 1,42 - 0,003 \cdot 100 = 1,12,$$

$$K_n = \frac{360}{500} = 0,72,$$

$$S_{\text{сух.ш}} = \frac{27}{19} = 2,33 \text{ мм} = 1,5 \text{ мм (беремо по таблиці)}.$$

Товщина сирого листа шпону визначається за розміром товщини сухого листа шпону з урахуванням припуску на всихання за формулою (2.20) та (2.21) :

$$S_{\text{сир.ш}} = 1,5 + 0,06 = 1,56 \text{ мм} ,$$

$$\Delta S = \frac{1,5 \cdot 4,31}{100 - 4,31} = 0,06 \text{ мм} ,$$

Всихання шпону по товщині, яке визначається за формулою (2.22):

$$U_{\text{товщ.}} = (6 - 0,4 \cdot 6_{\text{кін}}^{0,8}) \cdot 0,9975 = 4,31\% .$$

Поправочний коефіцієнт на товщину шпону при радіальному всиханні по формулі (2.23):

$$K_S^P = 0,81 + 0,125 \cdot 1,5 = 0,9975.$$

Для підвищення сортності шпону здійснюють шпоно лагодження. Ділові куски шпону (повздовжні і поперечні) перероблюються в листи повно – форматного шпону за допомогою ребро склеювання. Під час цих операцій втрачається певна кількість шпону. Виробничий досвід показує, що втрати деревини при цьому складають приблизно – $P_{\text{норм.}} = 3 - 4 \%$ від об'єму сухого шпону. Приймаю 4 %.

Кількість втрат луценого шпону у відсотках від об'єму готового сухого шпону (включаючи полагоджений шпон) складає – $P_{\text{вн.ц.ш.}} = 0,5 - 1 \%$. Приймаю 1 %.

При стисканні пакетів шпону в процесі під час виготовлення фанери застосовують такі значення тиску, які призводять до змінання (спресування) деревини, завдяки чому підвищується міцність фанери. Для цього товщину пакету шпону, тобто суму товщин листів шпону, роблять дещо більшою, ніж задана товщина фанери. Різниця цих заданих розмірів у відсотках називається ступенем спресування. Відсоток втрат деревини при цьому від об'єму сухого шпону розраховують за формулою (2.24):

$$P_{\text{спр.}} = \left(1 - \frac{27}{28,5}\right) \cdot 100 = 5,26\% .$$

Теоретична товщина пакету визначається за формулою (2.25):

$$S_{\text{п.ш.}}^{\text{т}} = \frac{100 \cdot 27}{100 - 10 \cdot 2} = 33,75 \text{ мм} ,$$

$k_{\text{п}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує породу деревини основних шарів пакету шпону для сосни – 2.

Практична товщина пакету – це сума товщин непресованих листів шпону, з яких складається лист фанери і розраховується за формулою (2.26):

$$S_{\text{п.ш.}} = \sum 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ мм} .$$

Необрізана фанера, формат якої співпадає з форматом сухих повноформатних листів шпону, обрізується з чотирьох сторін для доведення формату до стандартних розмірів. Кількість втрат деревини при обрізуванні ($P_{\text{обр.}}$) в процентах від об'єму необрізаної фанери розраховують за формулою (2.27):

$$P_{\text{обр.}} = \left(1 - \frac{3,885}{4,2444}\right) \cdot 100 = 8,47\%.$$

Частина готової продукції витрачається на фізико-механічні випробування для перевірки її якості (1 %). Частина низькосортної фанери використовується для пакування високоякісної фанери. Крім того, фанера, яка має дефекти по краю листа, може бути необрізана на менші розміри і використана для потреб цеху. Кількість втрат фанери на внутрішньо-цехові витрати в % від об'єму готової обрізаної фанери складає $P_{\text{вн.ц.ф.}} = 1-2\%$. Приймаю 2 %.

$$P_{\text{вн.цех.витр.}} = 2\%$$

Потрібну кількість сировини на етапах технологічного процесу визначають для кожного виду фанери за заданим її об'ємом (програмою цеху) – $Q_{\text{гот.ф}}$ з врахуванням втрат на цих етапах.

$$Q_{\text{гот.ф}} = 18000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Для отримання заданої кількості готової продукції необхідно визначити об'єм обрізаної фанери з врахуванням втрат на внутрішньо цехові витрати на ділянці виготовлення фанери за формулою (2.28):

$$Q_{\text{обр.ф}} = \frac{100 \cdot 18000}{100 - 2} = 18367,35 \text{ м}^3 .$$

Необхідна кількість необрізаної фанери визначається з врахуванням проценту втрат при обрізуванні визначають за формулою (2.29):

$$Q_{\text{необр.ф}} = \frac{100 \cdot 18367,35}{100 - 9,35} = 20261,83 \text{ м}^3 .$$

Об'єм сухого шпону необхідний для виготовлення заданої кількості фанери, визначається з об'єму необрізаної фанери і проценту втрат при опресуванні за формулою (2.30):

$$Q_{\text{сух.ш}} = \frac{100 \cdot 20261,83}{100 - 5,26} = 21386,78 \text{ м}^3 .$$

Кількість сухого обрізаного шпону з врахуванням внутрішньо цехових витрат на ділянці виготовлення луценого шпону визначається з врахуванням проценту втрат на цій операції за формулою (2.31):

$$Q_{\text{сух.ш.обр}} = \frac{100 \cdot 21386,78}{100 - 1} = 21602,80 \text{ м}^3 .$$

Кількість сухого шпону, яка необхідна для виконання необхідного завдання, на стадії нормалізації його якості і розмірів визначається з врахуванням проценту втрат на цій операції з формули (2.32):

$$Q_{\text{сух.ш.норм}} = \frac{100 \cdot 21602,80}{100 - 4} = 22502,92 \text{ м}^3 .$$

Необхідна кількість сирого шпону на стадії його сушіння для виконання програми визначається з врахуванням проценту втрат при сушінні за формулою (2.33):

$$Q_{\text{сир.ш}} = \frac{100 \cdot 22502,92}{100 - 9,35} = 24823,96 \text{ м}^3 .$$

Об'єм чурбаків, необхідний для виготовлення необхідної кількості шпону визначається з об'єму сирого шпону і проценту втрат при луценні чурбака – рубанні шпону за формулою (2.34):

$$Q_{\text{чурб.}} = \frac{100 \cdot 21386,78}{100 - 23,46} = 27941,96 \text{ м}^3 .$$

Загальний об'єм сировини який необхідний для виконання завдання визначається за наступною формулою (2.35):

$$Q_{\text{кр.}} = \frac{100 \cdot 27941,96}{100 - 13,79} = 32411,5 \text{ м}^3 .$$

Об'єми втрат деревини на етапах технологічного процесу виготовлення лущеного шпону і фанери, виражені в м^3 , визначаються як різниця об'ємів матеріалу, що надходять на операцію оброблення і матеріалу, який отримують в результаті оброблення, за формулою (2.36):

$$q = Q_{\text{до обр.}} - Q_{\text{після обр.}} \text{ м}^3 .$$

Втрати при розкрязуванні сировини на чурбаки становлять за формулою (2.37):

$$q_{\text{розкр}} = 32411,5 - 27941,96 = 4469,54 \text{ м}^3 .$$

Загальний об'єм втрат при луценні чурбаків - рубанні шпону в рівний за формулою (2.38):

$$q_{\text{луц}} = 27941,96 - 24823,96 = 3118 \text{ м}^3 .$$

Втрати сировини при всиханні складають за формулою (2.39):

$$q_{\text{всих}} = 24823,96 - 22502,92 = 2330,04 \text{ м}^3 .$$

Втрати при нормалізації якості і розмірів сухого лушеного шпону становлять за формулою (2.40):

$$q_{\text{норм}} = 22502,92 - 21602,80 = 900,12\text{м}^3.$$

Втрати на внутрішньо цехові витрати лушеного шпону складають за формулою (2.41):

$$q_{\text{вн.ц.ш}} = 21602,80 - 21386,78 = 216,02\text{м}^3.$$

Втрати сировини при склеюванні пакетів шпону становлять за формулою (2.42):

$$q_{\text{спр}} = 21386,78 - 20261,83 = 1124,95\text{м}^3.$$

Втрати при форматному обрізуванні фанери складають за формулою (2.43):

$$q_{\text{обр}} = 20261,83 - 18367,35 = 1894,48\text{м}^3.$$

Втрати на внутрішньоцехові витрати фанери становлять за формулою (2.44):

$$q_{\text{вн.цех.ф}} = 18367,35 - 18000 = 367,35\text{м}^3.$$

На основі розрахунків складається відомість використання сировини у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Відомість використання сировини

№	Етапи технологічного процесу	Кількість сировини і матеріалу на етапі, м ³	Кількість втрат і відходів	
			%	м ³
1	Поперечний розкрій сировини	32411,5	13,79	4469,54
2	Лущення чурбаків, рубання шпону	27941,96	23,46	3118
3	Сушіння шпону	24823,96	9,35	2330,04
4	Нормалізація якості і розмірів	22502,92	4	900,12
5	Сортування шпону	21602,8	1	216,02
6	Склеювання пакетів шпону	21386,78	5,26	1124,95
7	Форматне обрізання фанери	20261,83	9,35	1894,48
8	Сортування фанери	18367,35	2	367,35
9	Готова продукція	18000		

Для наочного аналізу ступеня використання деревини складається баланс сировини в чурбаках. Для цього показники втрат сировини на кожному етапі технологічного процесу перераховуються в показники відносно об'єму чурбака.

Втрати сировини при лущенні чурбака - рубанні шпону $P_{ш.-р.}$, P_o , $P_{в.ш.}$, і $P_{лущ.}$ не вимагають перерахунку, тому що вони розраховані від об'єму чурбака.

Втрати деревини на всихання при сушінні складають від об'єму сирого шпону. Щодо об'єму чурбака вони складатимуть за формулою (2.45):

$$a_{всих.} = \frac{(100-23,46) \cdot 9,35}{100} = 7,16\% .$$

Втрати на нормалізацію розмірів і якості шпону до об'єму чурбака складають за формулою (2.46):

$$a_{норм.} = \frac{(100-23,46-7,16) \cdot 4}{100} = 2,78\%.$$

Втрати на внутрішньо цехові витрати лущеного шпону від об'єму чурбака складають за формулою (2.47):

$$a_{вн.ц.ш.} = \frac{(100-23,46-7,16-2,78) \cdot 1}{100} = 0,666\%.$$

Втрати сировини при склеюванні пакетів шпону рівні розраховують за формулою (2.48):

$$a_{спр.} = \frac{(100-23,46-7,16-2,78-0,666) \cdot 5,26}{100} = 3,47\%.$$

Втрати деревини при форматному обрізуванні фанери складають від об'єму необрізаної фанери. Дані втрати від об'єму чурбака розраховуються за формулою (2.49):

$$a_{обр.} = \frac{(100-23,46-7,16-2,78-0,666-3,47) \cdot 9,35}{100} = 5,84\%.$$

Втрати на внутрішньо цехові витрати від об'єму сухого шпону складають за формулою (2.50):

$$a_{вн.ц.ф} = \frac{(100-23,46-7,16-2,78-0,666-3,47-5,84) \cdot 2}{100} = 1,13\%.$$

Аналіз роботи цеху може проводитись за економічними показниками: корисним виходом продукції у відсотках до об'єму чурбаків і питомою витратою сировини (m^3 сировини на m^3 готової продукції).

Якщо об'єму чурбака прийняти за 100%, то вихід сирого шпону з чурбаків буде становити за формулою (2.51):

$$B_{\text{сир.ш.}} = 100 - 23,46 = 76,54\% .$$

Вихід сухого шпону у % до об'єму чурбака:

$$B_{\text{сух.ш.}} = 76,54 - 7,16 = 69,38\% .$$

Якщо ж від об'єму чурбака, прийнятого за 100%, відняти всі втрати деревини, віднесені до його об'єму, можна встановити корисний вихід лущеного шпону за формулою (2.52):

$$B_{\text{ш.}} = 100 - (23,46 + 7,16 + 2,78 + 0,666) = 65,93\% .$$

Корисний вихід лущеного шпону може бути розрахований і як відношення отриманого об'єму готового шпону до об'єму перероблених для цього чурбаків за формулою (2.53):

$$B_{\text{ш.}} = \frac{21386,78}{27941,96} \cdot 100 = 76,54\% .$$

Питома витрата сировини в чурбаках на 1 м^3 виготовленого лущеного шпону визначається за формулою (2.54):

$$R_{\text{ш.}} = \frac{27941,96}{21386,78} = 1,31\text{ м}^3/\text{м}^3 .$$

Корисний вихід фанери розраховують за формулою (2.55):

$$B_{\text{ф.}} = 100 - (23,46 + 7,16 + 2,78 + 0,666 + 3,47 + 5,84 + 1,13) = 55,5\%$$

Корисний вихід готової продукції може бути розрахований і як відношення отриманого об'єму готової фанери об'єму до перероблених для цього чурбаків за формулою (2.56):

$$B_{\text{ф.}} = \frac{18000}{27941,96} \cdot 100 = 64,42\% .$$

Питома витрата сировини в чурбаках на 1 м^3 виготовленого лущеного шпону визначається за формулою (2.57):

$$R_{\text{ф.}} = \frac{27941,96}{18000} = 1,55\text{ м}^3/\text{м}^3 .$$

Результати розрахунків зводять у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Баланс сировини до об'єму чурбака

Найменування готової продукції і втрат та відходів деревини	Кількість готової продукції і втрат та відходів до об'єму чурбака	
	%	м ³
Фанера марки	55,5	18000
Відходи при луценні - рубанні	23,46	3118
Втрати при всиханні шпону	7,16	2330,04
Куски шпону сухого	2,78	900,12
Шпон (на випробування)	0,666	216,02
Втрати при спресуванні	3,47	1124,95
Обрізки фанери, тирса	5,84	1894,48
Листи фанери (на випробування)	1,13	367,35
Разом	100	27941,96

Для аналізу ступеня використання деревини і порівняння його з і результатами роботи інших підприємств з виробництва лушеного шпону складається баланс сировини в кряжах. Для цього показники втрат сировини на кожному етапі технологічного процесу перераховуються в показники відносно об'єму кряжа.

Втрати сировини при поперечному розкріі $P_{розкр}$ не вимагають перерахунку, тому, що вони розраховані від об'єму кряжа.

Втрати деревини при луценні чурбаків – рубанні шпону щодо об'єму кряжа складатимуть за формулою (2.58):

$$b_{луц.} = \frac{(100-13,79) \cdot 23,46}{100} = 20,22\%$$

де $P_{луц.с.зв.}$ – середньозважений процент втрат при луценні чурбаків, отриманих з одного кряжа. Визначається залежно від процентного співвідношення об'ємів цих чурбаків.

Втрати деревини на всихання при сушінні шпону щодо об'єму кряжа складатимуть за формулою (2.59):

$$b_{\text{всих.}} = \frac{(100-13,79-20,22) \cdot 9,35}{100} = 6,2\%.$$

Втрати на нормалізацію розмірів і якості шпону до об'єму кряжа рівні за формулою (2.60):

$$b_{\text{норм.}} = \frac{(100-13,79-20,22-6,2) \cdot 4}{100} = 2,39\%.$$

Втрати на внутрішньо-цехові витрати до об'єму кряжа рівні за формулою (2.61):

$$b_{\text{вн.ц.ш.}} = \frac{(100-13,79-20,22-6,2-2,39) \cdot 1}{100} = 0,57\% .$$

Втрати при склеюванні пакетів шпону до об'єму кряжа рівні за формулою (2.62):

$$b_{\text{спр.}} = \frac{(100-13,79-20,22-6,2-2,39-0,57) \cdot 5,26}{100} = 2,98\%.$$

Втрати при форматну обрізуванні фанери до об'єму кряжа рівні за формулою (2.63):

$$b_{\text{обр.}} = \frac{(100-13,79-20,22-6,2-2,39-0,57-2,98) \cdot 9,35}{100} = 5,03\%.$$

Втрати на внутрішньо-цехові витрати фанери до об'єму кряжа рівні за формулою (2.64):

$$b_{\text{вн.ц.ф.}} = \frac{(100-13,79-20,22-6,2-2,39-0,57-2,98-5,03) \cdot 2}{100} = 0,97\% .$$

Якщо від об'єму кряжа, прийнятого за 100 %, відняти всі втрати деревини, віднесені до його об'єму, можна встановити корисний вихід лущеного шпону за формулою (2.65) або (2.66):

$$V_{\text{ш.}} = 100 - (13,79 + 20,22 + 6,2 + 2,39 + 0,97) = 56,43\%$$

або

$$V_{\text{ш.}} = \frac{21386,78}{32411,5} \cdot 100 = 65,98\%.$$

Питома витрата сировини в кряжах на 1 м³ виготовленого лущеного шпону визначається за формулою (2.67):

$$R_{ш.} = \frac{Q_{кр.}}{Q_{сух.ш}} = \frac{32411,5}{21386,78} = 1,51 \text{ м}^3 / \text{м}^3 .$$

Корисний вихід фанери рівний за формулою (2.68) або (2.69):

$$B_{ф.} = 100 - (13,79 + 20,22 + 6,2 + 2,39 + 0,97 + 0,57 + 2,98 + 5,03) = 52,15\%$$

або

$$B_{ф.} = \frac{18000}{32411,5} \cdot 100 = 55,53\%.$$

Питома витрата сировини в кряжах на 1 м³ виготовленої фанери визначається за формулою (2.70):

$$R_{ф.} = \frac{32411,5}{18000} = 1,80 / \text{м}^3 .$$

Результати розрахунків зводять у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Баланси рівні до об'єму кряжу

Найменування готової продукції і втрат та відходів деревини	Кількість готової продукції і втрат та відходів до об'єму кряжа	
	%	м ³
Фанера марки	52,15	18000
Відрізки, тирса	8,57	4469,54
Шпон-розривина, осердя, куски шпону сирого	20,22	3118
Втрати при всиханні шпону	6,2	2330,04
Куски шпону сухого	2,39	900,12
Шпон(на випробування)	0,57	216,02
Втрати при опресуванні	2,98	1124,95
Обрізки фанери, тирса	5,03	1894,48
Листи фанери (на випробування)	0,97	367,35
Разом	100	32411,5

У виробництві фанери загального призначення застосовують карбомідоформальдегідні клеї для виготовлення продукції марки ФК.

Кількість клею, необхідного для виконання річної програми випуску продукції, розраховують за формулою (2.71):

$$Q_k = \frac{18000 \cdot (19-1) \cdot 2,2222 \cdot 1,910}{0,027 \cdot 1,85 \cdot 2,1} \cdot 110 \cdot 1,04 = 1499797957,7 \text{ кг/рік} .$$

Витрати m -го компонента клею (Q_m) для виконання річної програми розраховується згідно з рецептурою (додаток Г) за формулою (2.72):

$$Q_m = \frac{Q_k \cdot m_i}{\sum m_i} \frac{\text{т}}{\text{рік}} .$$

Кількість масових частин i -го компонента розраховується за формулами (2.73), (2.74), (2.75) та (2.76).

$$Q_{\text{смоли}} = \frac{1499797957,7 \cdot 100}{105} = 1428379007,3 \text{ т/рік},$$

$$Q_{\text{амоній хлористий}} = \frac{1499797957,7 \cdot 1}{105} = 14283790,07 \text{ т/рік},$$

$$Q_{\text{ліг}} = \frac{1499797957,7 \cdot 4}{105} = 57135160,29 \text{ т/рік} .$$

З розрахунків видно, що для виготовлення 18000 м^3 в рік вогнетривкої фанери потрібно приблизно 28000 м^3 сировини. Для підприємства, яке обробляє 800 м^3 в добу та 103 тис. м^3 в рік це не серйозна проблема, а у випадку успіху серйозно розширить асортимент виробництва та ринок збуту.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ

4.1. Вогнестійка фанера: засоби та обладнання для виготовлення

Основна мета у виготовленні вогнестійкої фанери це надати їй властивості які не допускать розповсюдженню полум'я та загорання матеріалу.

Для цього фанеру просочують – антипіренами.

Це засіб який просочується в середину створюючи захисний шар, який не дає загорітись фанері.

Антипірени створені на основі водного розчину з додаванням солі фосфору, бору, амонію або їх комбінацією. Такий розчин глибоко проникає в деревину та захищає з середини.

Також для захисту від вогню існують різні фарби, лаки, мастики.

Такі матеріали наносяться на поверхню і при нагріванні утворюють піноподібний шар який блокує кисень та уповільнює нагрівання.

Антипірени постійно вдосконалюються тому вони не токсичні для людини, не забруднюють навколишнє середовище, зменшують шкідливий вплив на дихальні шляхи людини в разі пожежі.

Компанія OXIDOM пропонує комбінований засіб OXIDOM- 911(BC-13). Це засіб який наноситься на поверхню і в разі контакту з вогнем спучується та перешкоджає запаленню та горіння (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Антисептик-антипірен від OXIDOM [29]

Основні переваги засобу це швидкість висихання, можливість наносити різним обладнанням кистю, пневматичним способом нанесення та шляхом занурення у ванни. Антисептичний захист зберігається до 10 років а вогнезахист до 7 років при умові дотримання технології нанесення [29].

У засобі присутній барвник червоного кольору для контролю якості робіт. Застосовувати такий засіб можна як для внутрішніх так і зовнішніх робіт.

Ще один засіб Vionic House з фосфатносітьовим компонентом захищає деревину від згорання та зменшує димоутворенню (рис. 4.2). При контакті з вогнем в порівнянні з попереднім деревина обуглюється але не горить. При усуненні відкритого вогню процес згасає та не поширює полум'я (рис. 4.3).



Рис. 4.2. Антипірен [30]



Рис. 4.3. Антипірен в дії [31]

Обладнання яке використовують для нанесення антипіренів буває різне пензлик, розпиленням , вальцями та зануренням.

Пневморозпилювач працює наступним чином повітря проходить через канали забирає з резервуару речовину і під тиском через форсунку розпилює на фанеру антипірен (рис. 4.4).

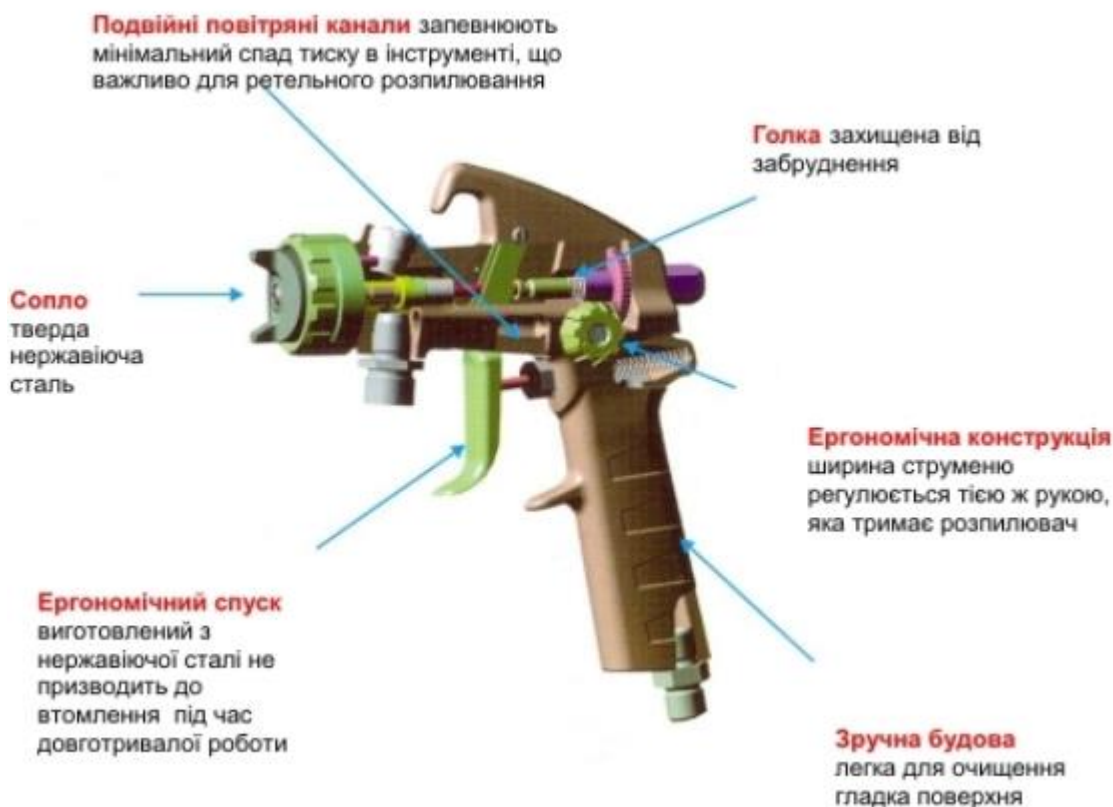


Рис. 4.4. Конструкція пневморозпилювача

Перевага такого способу в швидкості нанесення можливості обробляти криволінійні конструкції.

Безповітряний спосіб нанесення антипірену працює за схожою схемою що і пневматичний, тільки тут повітря використовується тільки як насос, рідина утворює гідравлічний тиск на форсунку та розпилюється на поверхню.

Переваги такого способу в зменшенні витрати антипірену для нанесення, простота конструкції та відносно не велика ціна для закупівлі.

Спосіб занурення самою назвою говорить що матеріал занурюють в антипірен. Це найчастіше та найефективніший спосіб нанесення захисного покриття при виготовленні вогнестійкої фанери (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Ванна для занурення [сфотографовано автором]

Ще один з можливий варіант нанесення антипірену за допомогою вальців. Принцип дії простий з резервуара рідина подається на два вальця через які проходить шпон. Таким чином шпон просочують з обох сторін і вже далі виготовляють фанеру яка за рахунок антипірену стає вогнестійкою.

Обладнання для безповітряного нанесення антипірену Profter EP850 TX- потужний безповітряний агрегат для нанесення лакофарбових та захисних матеріалів.

Потужність 4 кВт, продуктивність 7,6 л/хв, максимальний тиск 230 Бар, довжина шлангу 90 м. Він простий у використанні та обслуговуванні (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Обладнання для безповітряного нанесення [32]

Має систему захисту від перегріву та перепаду напруги та систему контролю якості нанесення EZControl 3.0.

4.2. Фанера з термошпону: характеристика та обладнання

Термошпон це звичайний шпон який модифікували термічною обробкою при великій температурі без кисню. Така технологія дає змогу краще відобразити фактуру та отримати колір який плавно переходить у відтінку.

Цей матеріал після модифікації має підвищену стійкість до біологічних пошкоджень та стійкість до впливу коливань температури та вологи.

Фанера з термошпону виготовляється як і звичайна, але з додатковою операцією на модифікування в спеціальних камерах. Цей процес змінює хімічну структуру на клітинному рівні, що покращує фізичні та експлуатаційні характеристики.

Застосовувати таку фанеру можна і меблях, будівництві, суднобудуванні, в автомобільній промисловості та оздобленні інтер'єрів.

Це може бути і тераси, елементи ландшафтного дизайну, стелі підвіконня, кухні, обшивки салонів тощо.

Фанера з термошпону це преміальний матеріал який поєднує в собі природню красу функціональність та довговічність (рис. 4.7.).



Рис. 4.7. Вид шпону після модифікування [33]

Камери в яких проводять термічну модифікацію називають автоклавами. Принцип дії таких камер це висока температура та вакуум.

Шпон або деревину з вологістю 8–12 % завантажують у камеру та нагрівають до робочої температури від 180 °С до 250 °С та створюють вакуумне середовище за допомоги водяної пари.

Після модифікування матеріал охолоджують та стабілізують парою або водою щоб відновити її вологість до 4–6 % і запобігти розтріскуванню або пересиханню (рис. 4.8.).



Рис. 4.8. Камера КТМД для термо-модифікації деревини від компанії Sukhoviiv [34]

На підприємстві такий термо-шпон можна використати як «сорочку» при виготовленні фанери, тобто склеювати першим та останнім шаром.

4.3. Техніка безпеки на виробництві

Виготовлення фанери – це складний технологічний процес, що охоплює обробку деревини, використання хімікатів (клеїв), підвищені температури та механічне обладнання. Таким чином, безпека праці в цьому виробництві повинна перебувати на найвищому рівні.

Механічні ризики – динамічні елементи устаткування: пильні інструменти, луцильні машини, пресуючі пристрої, транспортери, механізми подачі. Заходи безпеки – усі рухомі й обертові елементи обладнання повинні бути захищені міцними огороженнями. Постійна перевірка їх функціональності. Заборона

експлуатувати несправне обладнання. Блокування пристроїв перед ремонтом або технічним обслуговуванням [25, 26].

Гострі прилади і ріжучі елементи – ножі розподільних машин, дискові пилки, фрезерні інструменти. Заходи безпеки. Застосування належних захисних рукавичок. Заточування й вірне налаштування інструментів. Уважність під час використання гострих речей.

Падіння об'єктів: стоси деревини, пакети фанери, інструменти. Заходи безпеки: коректне зберігання матеріалів. Застосування захисних шоломів. Дотримання безпечної відстані від вантажів, що транспортуються.

Хімічні ризики: випаровування клеїв (формальдегід, фенол та інші токсичні речовини): служать для з'єднання шарів шпону. Заходи безпеки: дієва вентиляційна система та витяжка у всіх приміщеннях, де застосовуються клеї та преси. Моніторинг концентрації небезпечних речовин у атмосфері робочої зони. Надання працівникам засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): маски, окуляри, рукавички, робочий одяг. Присутність аварійних душів і фонтанчиків для промивання очей.

Контакт зі шкірою: адгезиви та інші хімікати можуть викликати роздратування або алергічні реакції. Застосування захисних рукавичок і спецодягу. Виконання норм особистої гігієни, очищення рук після роботи з хімічними речовинами [25, 26].

Фізичні ризики – підвищена температура і вологість: під час парування деревини, сушіння шпонів та пресування фанери. Заходи безпеки. Гарантування належної вентиляції та охолодження в жарких приміщеннях. Надання працівникам необхідного спеціального одягу. Регулярні паузи в праці при високих температурах.

Шум: робота машин, пресів, вентиляторів генерує підвищений рівень шуму. Заходи безпеки. Застосування ЗІЗ для охорони органів слуху (навушники, беруші). Постійний моніторинг рівня шуму та, у разі потреби, реалізація заходів для його зменшення.

Деревний пил є алергеном і може викликати хвороби дихальної системи. Заходи безпеки: Надійні системи аспірації та уловлювання пилу. Застосування респіраторів. Систематичне очищення робочих зон.

Вібрація під час використання специфічних пристроїв. Заходи безпеки: Застосування віброізоляційних засобів, періодичне технічне обслуговування устаткування.

Пожежна ризикованість: легкозаймисті речовини: деревина, деревний пил, певні види клею. Заходи безпеки – ретельне виконання норм пожежної безпеки. Має бути достатня кількість первинних засобів боротьби з вогнем (вогнегасники, пожежні крани). Ознайомлення працівників із нормами пожежної безпеки та алгоритмами поведінки під час пожежі. Оснащення виробничих приміщень системами протипожежної сигналізації та гасіння пожеж.

Вантажно-розвантажувальні роботи – дотримання норм безпеки під час вантажно-розвантажувальних робіт, застосування необхідного обладнання (крани, навантажувачі). Відповідальність: ясне встановлення ролей керівників і співробітників у дотриманні норм охорони праці. Виконання цих вимог забезпечує безпечну та продуктивну діяльність на фанерному заводі [35].

Виробництво шпону та фанери супроводжується значними ризиками для здоров'я працівників та навколишнього середовища, зумовленими фізичними факторами (температура, шум, вібрації, пил, випромінювання), рухомими машинами, а також пожежонебезпекою та забрудненням.

Забезпечення безпечних умов праці вимагає комплексного підходу: дотримання загальних і специфічних вимог охорони праці на всіх етапах виробництва. Це передбачає автоматизацію та механізацію процесів, встановлення захисних огорожень, герметизацію обладнання, належне поводження з відходами, використання безпечних речовин та дотримання пожежної безпеки. Виробничі приміщення та обладнання повинні відповідати нормам безпеки, мати ефективну вентиляцію та освітлення, а шкідливі ділянки – бути відокремленими та обладнаними засобами пожежогасіння.

Жорсткі вимоги стосуються експлуатації обладнання, його перевірки, синхронізації та блокування систем для запобігання перевантажень та аварій. На кожному етапі – від розкроювання сировини та гідротермічної обробки до лущення, сушіння, сортування та складування – існують специфічні небезпеки (різальний інструмент, рухомі механізми, тиск, високі температури, статична електрика) та шкідливі фактори (шум, фізичні навантаження, пил, монотонність). Заходи безпеки включають використання ЗІЗ, забезпечення належного температурно-вологісного режиму, контроль рівня шуму, вентиляцію та дотримання правил пожежної безпеки.

Для ефективного управління ризиками встановлені гранично допустимі значення шкідливих параметрів (температура, вологість, пил, шум). Незважаючи на сучасні дослідження процесів, таких як термомодифікація, ключовим залишається регулярне навчання, інструктаж та медичні огляди персоналу, а також систематичний контроль за виконанням всіх вимог охорони праці, що є запорукою створення безпечного виробничого середовища.

Так як на підприємстві виготовляють напівфабрикати з низькоякісного шпону, за рахунок модифікованого шпону можна покращити сортність такої фанери [35].

Це ще один з можливих варіантів розширити асортимент на виробництві . Збільшити ринок збуту та кількість покупців.

У ТОВ «ОДЕК» є для цього усі можливості та ресурси, не дарма вони входить у список найкращих та найбільших виробників України та Європи.

Подальший розвиток підприємства дозволить успішно відповідати на виклики ринку, де потреба в функціональних та високоякісних матеріалах постійно зростає. А дотримання на виробництві усіх правил та норм техніки безпеки, гарантовано зберігатиме ваше життя та здоров'я. Важливим нагадуванням для усіх людей, є вислів «Правила написані кров'ю». Адже правила це не просто рекомендації, це обов'язки які потрібно дотримуватись кожному, щоб уникнути нещасних випадків та страшних наслідків.

ВИСНОВКИ

Фанера – це універсальний матеріал який можна використовувати будь де.

Його фізико-механічні характеристики не поступаються звичайній деревині, і має ряд переваг.

1. У кваліфікаційній роботі глибоко досліджено сучасний стан та динаміку розвитку світового фанерного виробництва. Аналіз показав стійке зростання попиту на фанеру у провідних економіках світу. Найбільший приріст попиту спостерігається у Китаї, США, Німеччині, Індії та Великій Британії, демонструючи щорічне зростання обсягів споживання в середньому від 5 % до 15 %. Зокрема, у Китаї та Індії щорічний попит зріс на понад 10 % за останні три роки, що обумовлено активним розвитком будівництва та меблевої галузі. У США та Німеччині зростання стабільне, приблизно 5–7 % на рік, завдяки підвищеним вимогам до екологічності та інноваціям. У Великій Британії приріст попиту сягає до 8 %. Цей аналіз підкреслює високу актуальність та перспективність фанерного виробництва на міжнародному рівні, створюючи сприятливі умови для українських виробників щодо експорту та розширення потужностей.

2. Сьогодні Україна перебуває в стані війни з росією. Це сповільнило розвиток деревообробної галузі, але не зупинило його. Я мав нагоду проходити практику на підприємстві ТОВ «ОДЕК». І навіть в такий складний час вони постійно вдосконалюються, в 2024 році річний вихід фанери ламінованої та не ламінованої яку виготовляє підприємство перевалило за 103 тис. м³. У 2025 році цей показник планують підняти до 110 тис. м³. Постійна заміна старого обладнання на більш сучасне та точне обладнання.

3. В розрахунковій частині наведено розрахунок кількості потрібної сировини для виготовлення в рік 18 тис. м³ вогнестійкої фанери. Та представлене обладнання для виготовлення. З розрахункових таблиць ми розуміємо, що для виготовлення 18 тис. м³ фанери потрібно 27 941 м³ сировини. Аналіз використання сировини у виробничому процесі показав, що найбільші втрати спостерігаються на етапах луцення чурбаків та рублення шпону, де вони

досягають 23,46 % (3118 м³), що є критичною точкою втрат у всьому циклі. Значні обсяги відходів також фіксуються на поперечному розкрої сировини, де втрати становлять 13,79 % (4469,54 м³). Етапи сушіння шпону та форматного обрізання фанери мають однакові відсоткові втрати – по 9,35 %, що у кількісному вираженні становить 2330,04 м³ та 1894,48 м³ відповідно. Менші, але все ще значні втрати спостерігаються при склеюванні пакетів шпону (5,26 % або 1124,95 м³) та нормалізації якості і розмірів (4 % або 900,12 м³). Найменші втрати зафіксовані на етапах сортування шпону (1 % або 216,02 м³) та сортування фанери (2 % або 367,35 м³). Таким чином, ключовими для оптимізації є початкові етапи обробки сировини, а також сушіння та форматне обрізання.

4. Асортимент на виробництві складає фанера ламінована та не ламінована, вологостійка. Для розширення асортименту в роботі розглянуто два можливих варіантів. Перший варіант – це виготовлення вогнестійкої фанери. Після закінчення військових дій та перемоги Україна буде активно відбудовувати міста та села. Вогнестійка фанера в цьому випадку буде дуже актуальна. Така фанера запобігає розгоранню, має естетичний вигляд, та економічно вигідна.

5. Другий варіант розширення асортименту на підприємстві, використовувати для оздоблення термо-модифікований шпон. Ідея полягає в тому щоб використовувати при виготовленні фанери термо модифікований шпон в якості першого та останнього шару. Характеристика матеріалу показує стійкість до впливу навколишнього середовища, комах, вологи та має унікальний естетичний вид після модифікування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ринок фанерної продукції. Асоціація деревообробних підприємств. *Асоціація деревообробних підприємств України*: веб-сайт. URL: <https://aweu.org.ua/general/rynok-fanery-zroste-vdvichi/> (дата звернення: 30.11.2024).
2. Основний баланс попиту та пропозицій на ринку деревини. *Mutu Desingn*: веб-сайт. URL: <https://ua.love-mutou.com/news/basic-supply-and-demand-balance-in-the-wood-ba-56045557.html> (дата звернення: 09.05.2025).
3. Світові тренди: найпопулярніші ринки імпорту фанери у 2023 році. *Вісник лісової промисловості*: веб-сайт. URL: <https://bulletin.com.ua/europa/svitovi-trendy-najpopulyarnishi-rynky-importu-fanery-u-2023-roczy/> (дата звернення: 10.02.2025).
4. Деревообробна промисловість України аналіз ринку. *Market* : веб-сайт. URL: <https://catalog.youcontrol.market/derevoobrobna-promyslovisht> (дата звернення: 20.12.2024).
5. Бехта П. Технологія виробництва фанери. Навчальний посібник. Львів: Львівський лісотехнічний інститут, 1996. 280 с.
6. Що таке фанера? Види і застосування. *Prom*: веб-сайт. URL: <https://baykal.com.ua/ua/a430233-chto-takoe-fanera.html> (дата звернення: 30.11.2024).
7. The Latest Plywood Technologies: What Wholesalers Should Know. *TTPLYWOOD*: веб-сайт. URL: <https://tplywood.com/the-latest-plywood-technologies-what-wholesalers-should-know> (дата звернення: 11.03.2025).
8. Фанера. *EWAY Wood* : веб-сайт. URL: <https://surl.li/ndkezm> (дата звернення: 01.02.2025).
9. Основні характеристики та особливості використання. *Інвест Вуд трейд*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/lcqefv> (дата звернення: 01.03.2025).
10. Фанера сейба гнучка. *Вуд Вей Експерт*: веб-сайт. URL: <https://wood-way.expert/ua/p1626261207-fanera-gibkaya-sejba.html> (дата звернення: 02.06.2025).

11. Екологічні клеї. *Intercol*: веб-сайт. URL: <https://adhesive.intercol.eu/uk/environmental-adhesives/index.html> (дата звернення: 02.02.2025).
12. На шляху до сталого розвитку. *henkel* : веб-сайт. URL: <https://www.henkel.ua/brands-and-businesses/adhesive-technologies/driving-sustainability> (дата звернення: 11.01.2025).
13. Bekhta, P., Kusniak, I. (2018). Thermoplastic polymers in the production of plywood products: advantages, opportunities and perspectives of application. Collection of scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. Lviv, 16, 131–140. <https://doi.org/10.15421/411815>.
14. Fang, L., Chang, L., Guo, W., Chen, Y., & Wang, Z. (2012). Manufacture of environmentally friendly plywood bonded with plastic film. *Forest Products Journal*, 63(7/8), 283-288. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-12-00062>.
15. Виробництво фанери: колись та зараз. *Деревинник*: веб-сайт. URL: <https://derevynnyk.com/vyrobnyctvo-fanery-kolys-ta-zaraz/> (дата звернення: 21.03.2025).
16. 6 способів та матеріалів для захисту фанери від вологи. *ТОМЕК*: веб-сайт. URL: <https://tomek.lviv.ua/news/6-sposobiv-ta-materialiv-dlya-zakhystu-fanery-vid-vology/> (дата звернення: 23.03.2025).
17. Чи можна використовувати фанеру для зовнішнього оздоблення? *Buduemo*: веб-сайт. URL: https://buduemo.com/ua/news/finishing_materials/chimozhna-vikoristovuvati-faneru-dlja-zovnishnogo-ozdoblennja.html (дата звернення: 21.01.2025).
18. Меблі зі шпонованої фанери. *MEBLI_LOFT LVIV*: веб-сайт. URL: <https://mebli-loft.lviv.ua/mebli-zi-shponovanoyi-fanery/> (дата звернення: 02.06.2025).
19. Сертифікація ланцюга постачання. *FSC*: веб-сайт. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/chain-of-custody-certification> (дата звернення: 12.04.2025).
20. PEFC – your partner for the EUDR. *PEFC*: веб-сайт. URL: <https://www.pefc.org/> (дата звернення: 12.04.2025).

21. Мандрика А. С. Енергоефективні технології : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 330 с.
22. «Бібліотека ризиків» від YouControl: де читати про ризик-фактори в бізнесі. *Youcontrol*: веб-сайт. URL: <https://youcontrol.com.ua/articles/biblioteka-ryzykiv-vid-youcontrol/> (дата звернення: 23.01.2025).
23. Сайт пілприємства. *ОДЕК*: веб-сайт. URL: <https://odek.eu/ua/general-ua/> (дата звернення: 09.12.2024).
24. Бехта П. А., Пінчевська О. О., Горбачова О. Ю. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія клеєних матеріалів». Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2014. 68 с.
25. Бехта П. А. Технологія деревинних композиційних матеріалів: підручник. Київ: Основа, 2003. 336 с.
26. Бехта П. А. Виробництво фанери: підручник. Київ: Основа, 2003. 308 с.
27. Меблі з фанери. *Еколіс*: веб-сайт. URL: <https://ekoles.com.ua/mebli-z-fanery/> (дата звернення: 03.03.2025).
28. Як роблять фанеру. *Artkone*: веб-сайт. URL: <https://artkone.com.ua/jak-roblyat-fanery/> (дата звернення: 03.03.2025).
29. Антисептик-антипірен для деревини ОХІДОМ-922. *ОКСІДОМ*: веб-сайт. URL: <https://surli.cc/ejbiun> (дата звернення: 03.05.2025).
30. Bionic House Firebio Impregnation. *ЕПІЦЕНТР*: веб-сайт. URL: <https://surli.cc/frbjlq> (дата звернення: 03.05.2025).
31. Захист деревини від загоряння. Огляд популярних засобів захисту. *ОКСІДОМ*: веб-сайт. URL: <https://oxidom.com/ua/zakhyst-derevyny-vid-zahoriannia-ohliad-populiarnykh-zasobiv-zakhystu/> (дата звернення: 03.05.2025).
32. Безповітряний агрегат. *Prom*: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p2183858367-bezvozdushnyj-agregat-dlya.html> (дата звернення: 23.05.2025).

33. Термошпон Сапеле радіальний. *Интершпон*: веб-сайт. URL: <https://intershpon.com/ua/p1516289653-termoshpon-sapele-radialnyj.html> (дата звернення: 23.05.2025).

34. Виробник Суховій. *Sukhoviу*: веб-сайт. URL: <https://www.sukhoviу.net/kamera-dlia-termomodyfikatsii-derevyny-sukhoviу-ktmd.html> (дата звернення: 25.05.2025).

35. Про гігієну праці на підприємствах з обробки деревини. *Worksafe*: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/pro-gigiyenu-praci-na-pidpryyemstvah-z-obrobky-derevyny> (дата звернення: 26.05.2025).