

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ДЕРЕВООБРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ДИЗАЙНУ

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки
життєдіяльності

Пояснювальна записка

до диплому/роботи магістра

на тему: «Дослідження забруднення та
удосконалення технологій очистки атмосферного
повітря при виготовленні продукції із деревини.»

Виконав: студент VI курсу, групи ТЗНС- 61м

Спеціальності: «Технології захисту
навколишнього середовища»

Свистун С.М.

прізвище та ініціали

Керівник

проф. Кшивецький Б.Я.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Гайда С.В.
(прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут **деревообробних технологій і дизайну**

Кафедра **технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки життєдіяльності**

Освітньо-кваліфікаційний рівень **магістр**

Спеціальність **«Технології захисту навколишнього середовища»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСДБЖД

проф. Кшивецький Б. Я.

“ 13 ” 05 2025 року

З А В Д А Н Н Я

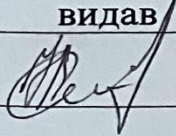
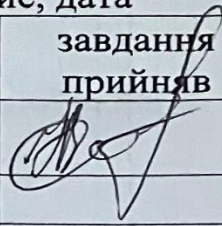
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Свистун Софія Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження забруднення та удосконалення технологій очистки атмосферного повітря при виготовленні продукції із деревини.»
керівник роботи Кшивецький Богдан Ярославович, доктор техн. наук, професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від “ 13 ” 05 2025 року №...С-316.
2. Строк подання студентом роботи до 15 грудня 2025
3. Вихідні дані до роботи: технологічний процес із виготовлення піддонів із деревини.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 1. Огляд літератури щодо стану питання.
 2. Технологічний процес з виготовлення піддонів із деревини.
 3. Забруднення атмосферного повітря при виготовленні піддонів із деревини.
 4. Екологічні рішення щодо зменшення викидів у атмосферне повітря при виготовленні піддонів із деревини.
 5. Висновки.
 6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 7. Презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сторожук В.М.		

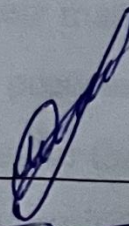
7. Дата видачі завдання 13 травня 2025 року

Керівник проекту  проф. Кшивецький Б.Я.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури	до 01.09.25	
2.	Технологічний процес виготовлення піддонів із деревини	до 15.09.25	
3.	Характеристика відходів при виготовленні піддонів із деревини	до 01.10.25	
4.	Екологічні рішення щодо зменшення викидів у атмосферне повітря при виготовленні піддонів із деревини	до 20.09.25	
5.	Розділ з охорони праці	до 15.11.25	
	Висновки.	до 01.12.25	
	Оформлення роботи	до 15.12.25	

Студент

 Свистун С. М.

Керівник проекту

 проф. Кшивецький Б.Я.

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота складається із: пояснювальної записка - 58 стор., 31 рисунки, 4 таблиці, 21 джерел.

Магістерська робота присвячена дослідженню забруднень атмосферного повітря технологічним процес з виготовлення піддонів та удосконалення технології очистки забрудненого повітря. Проаналізовано технологічний процес із виготовлення піддонів із деревини та описано технологічні операції їх виготовлення. Проаналізовано викиди які утворюються під час технологічного процесу обробки деревини технологічним обладнанням та виробничим процесом при виготовленні піддонів. Досліджено стан забруднення атмосферного повітря викидами технологічним процесом із виготовлення піддонів та запропоновано технологічні рішення щодо удосконалення технологічного процесі з виготовлення піддонів з метою зменшення забрудненого повітря. Рекомендовано заходи щодо безпеки праці при виготовлення ламелей.

Ключові слова: дерев'яні піддони, викиди, атмосферне повітря, відходи, екологічні рішення.

ABSTRACT

Master's thesis: explanatory note: 58 pages, 31 figures, 4 tables, 21 sources.

The master's thesis is devoted to the study of atmospheric air pollution by the technological process of manufacturing pallets and the improvement of the technology of cleaning polluted air. The technological process of manufacturing pallets from wood is analyzed and the technological operations of their manufacture are described. The emissions generated during the technological process of processing wood by technological equipment and the production process in the manufacture of pallets are analyzed. The state of atmospheric air pollution by emissions from the technological process of manufacturing pallets is investigated and technological solutions are

proposed to improve the technological process of manufacturing pallets in order to reduce polluted air. Occupational safety measures are recommended when manufacturing lamellas.

Keywords: wooden pallets, emissions, atmospheric air, waste, environmental solutions.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Виходячи із теми магістерської роботи, аналізу технологічного процесу з виготовлення піддонів із деревини, відходів, які утворюються та забруднюють атмосферне повітря, необхідно дослідити та здійснити:

1. Проаналізувати перспективи використання піддонів із деревини, їх асортимент, технологічний процес виготовлення та відходи що утворюються і забруднюють атмосферне повітря.

2. Проаналізувати технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів.

3. Вивчити відходи, які утворюються під час технологічного процесу виготовлення дерев'яних піддонів та забруднюють ними атмосферного повітря.

4. Технологічні рішення щодо удосконалення технологій очищення забруднення атмосферного повітря при виготовленні дерев'яних піддонів.

5. Заходи з безпеки праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ.....	12
1.1. Дерев'яні піддони їх характеристика та перспективи використання.....	12
1.2. Деревина, як основний конструкційний матеріали для виготовлення дерев'яних піддонів.....	16
1.3. Відходи від технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів та їх вплив на забруднення навколишнього середовища	19
1.4. Висновки з розділу.....	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ ТА ЙОГО АНАЛІЗ.....	23
2.1. Аналіз технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів.....	23
2.2. Відходів, які утворюються під час технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів.....	27
2.3 Висновки з розділу	29
РОЗДІЛ 3. ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ	31
3.1 Дослідження відходів у технологічному процесі з виготовлення дерев'яних піддонів та їх вплив на довкілля.....	31
3.2 Дослідження забруднень атмосферного повітря при виготовленні дерев'яних піддонів.....	33
3.3. Висновки з розділу.....	35
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ.....	37
4.1 Технологічні рішення щодо очистки забрудненого атмосферного повітря технологічним процесом з виготовлення дерев'яних піддонів.....	37

4.2. Технологічні рішення щодо удосконалення технологічного процесу щодо зменшення шкідливих викидів при виготовленні дерев'яних піддонів.....	43
4.3 Висновки з розділу.....	45
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
5.1 Безпека праці при виготовленні дерев'яних піддонів	47
5.2 Пожежна безпека при виготовленні дерев'яних піддонів	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54

ВСТУП

Актуальність теми. Вироби із деревини знайшли широке використання у всіх сферах господарювання, в тому числі і при виготовленні піддонів. Це дозволяє спростити технологічні операції із транспортуванням, розвантаженням і завантаженням різних товарів та продукції, тобто покращити логістику. Тому, на сьогодні піддони є незамінними при транспортуванні та зберіганні різних товарів. Окрім того, піддони виготовленні із деревини, екологічно чистого матеріалу, який може багаторазово використовуватися, має хороші деформаційні властивості, а при закінченні терміну експлуатації, може бути використаний для інших потреб, а в кінцевому варіанті, використовуватися як паливо.

Тому, на сьогодні дерев'яні піддони не знайшли собі заміну іншими видами. Виробництво піддонів широко виготовляється підприємствами в Україні, вони легко реалізуються, оскільки користуються попитом. Все це дає перспективу їх виготовлення та реалізації. Значна кількість піддонів реалізується за кордон. Це створює великий попит, тому на початку двадцятих років в Україні масово почали виготовляти піддони, що дозволило збільшити обсяг їх виробництва.

Разом з тим, для виготовлення піддонів використовують деревину хвойних та листяних порід, які повинні відповідати певним вимогам згідно стандарту. Для виготовлення піддонів використовують значну кількість деревини хвойних порід, яку піддають механічній обробці за допомогою деревообробного устаткування. При механічній обробці деревини утворюється значна кількість відходів деревинного походження. Такі відходи самі по собі не несуть небезпеки для навколишнього середовища. До відходів, при виготовленні дерев'яних піддонів відносять кускові відходи, відходи тирси при розпилюванні деревини на заготовки, відходи стружки, пилу, тощо. Всі ці відходи природного призначення і можуть бути використані для виготовлення іншої продукції із деревини, або як паливо для котелень.

Виготовлення піддонів прибутковим бізнесом із достатнім фінансовими вигодами. Разом з тим, технологічний процес виготовлення піддонів несе певну небезпеку для навколишнього середовища, що може призвести до певних екологічних проблем. Для запобігання цьому необхідно здійснювати певні екологічні та технологічні заходи з метою зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Тому, питання захисту навколишнього середовища при виготовленні дерев'яних піддонів, на сьогодні є актуальним. Для цього необхідно дослідити технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів, кількісний та якісний склад відходів та запропонувати певні заходи щодо запобігання зменшення забруднення довкілля та навколишнього. Тому перед нами була поставлена мета роботи, на основі якої запропоновано задачі дослідження, досягнення яких дозволить зменшити навантаження на навколишнє середовища.

Метою роботи є дослідження забруднення та удосконалення технологій очистки атмосферного повітря при виготовленні продукції із деревини, що дозволить зменшити забруднення навколишнього середовища технологічним процесом із виготовлення дерев'яних піддонів.

Об'єкт дослідження: атмосферне повітря під час технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів.

Предмет дослідження: технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів.

Задачі дослідження:

1. Дослідити та вивчити стан справ щодо перспектив використання дерев'яних піддонів, та забруднення навколишнього середовища технологічним процесом їх виготовлення.
2. Проаналізувати технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів, та відходи, які утворюються під час їх виготовлення, що призводить до забруднення атмосферного повітря.

3. Дослідити відходи, які утворюються під час технологічного процесу виготовлення дерев'яних піддонів та викиди, що забруднюють атмосферне повітря.
4. Розробити технологічні заходи, щодо очистки забрудненого атмосферного повітря у технологічному процесі з виготовлення дерев'яних піддонів.
5. Заходи з охорони праці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ

1.1. Дерев'яні піддони їх характеристика та перспективи використання

Появі піддони став розвиток переміщення товарів ще у дев'ятнадцятому столітті. Переміщення товарів на піддонах покращувало логістику. Першими прорив у виготовленні піддонів зробили США. Вони використовували піддони для переміщення товарів що використовувалися при виготовленні автомобілів. Це були 50-ті роки двадцятого століття. На початках це були спеціально виготовлені щити, які використовували як підставка для складання певних виробів і які дозволяли одночасне перевезення декількох виробів відповідної форми та розмірів. Ці щити не були сертифікованими, а для їх переміщення використовували спеціальне пристосування. [1,2]

Сучасні піддони відповідають сертифікаційним вимогам. Вони виготовляються відповідних розмірів. На рис. 1.1. наведено сучасний дерев'яний піддон, який є сертифікований.



Рис. 1.1. Форма та розміри піддона.

Піддони відповідають вимогам щодо їх конструкції та виготовлення. Вони забезпечують умови транспортування та зберігання продукції. Вони екологічно безпечні, оскільки виготовлені із природнього матеріалу деревини.

Піддон складається із верхнього та нижнього настилу та опорних брусків. Для покращення експлуатаційних характеристики піддонів внутрішню опору виготовляють не тільки із цільної деревини, але і з композиційних матеріалів. Це надає конструкції підвищеної міцності.

На рис. 1.2. наведено піддони, у яких шашка виготовлена із пресованої деревної стружки склеєної за допомогою клею. Така шашка має кращі механічні властивості на стискання. Тому такі піддони є довговічнішими та витримують більше навантаження.



Рис. 1.2. Піддони у яких шашка виготовлена із пресованої стружки із клеєм.

На рис. 1.3. наведено шашки із пресованої композиційних матеріалів.



Рис. 1.3. Шашки із композиційних матеріалів.

Така тенденція сьогодні зберігається для виготовлення піддонів. Назагал піддони виготовляються із деревини хвойних порід, як правило порода сосна.

Інколи для піддонів використовують твердолистяні породи дуб або бук. Саме така порода відповідає вимогам щодо характеристики експлуатації. Окрім того, деревина породи сосна за рахунок смоли не піддається швидкому загниванню.

До піддонів ставляться певні вимоги щодо фітосанітарних вимог та вимог щодо тривалості експлуатації. Фітосанітарні норми забезпечуються правилами фітосанітарними вимогами та нормами. Ці норми регламентуються фітосанітарними заходами щодо дерев'яного пакувального матеріалу. [2,3]

Щодо конструкцій дерев'яних піддонів то вони практично однакові, відрізняються лише габаритними розмірами. На рис. 1.4. наведено конструкцію дерев'яного піддону.

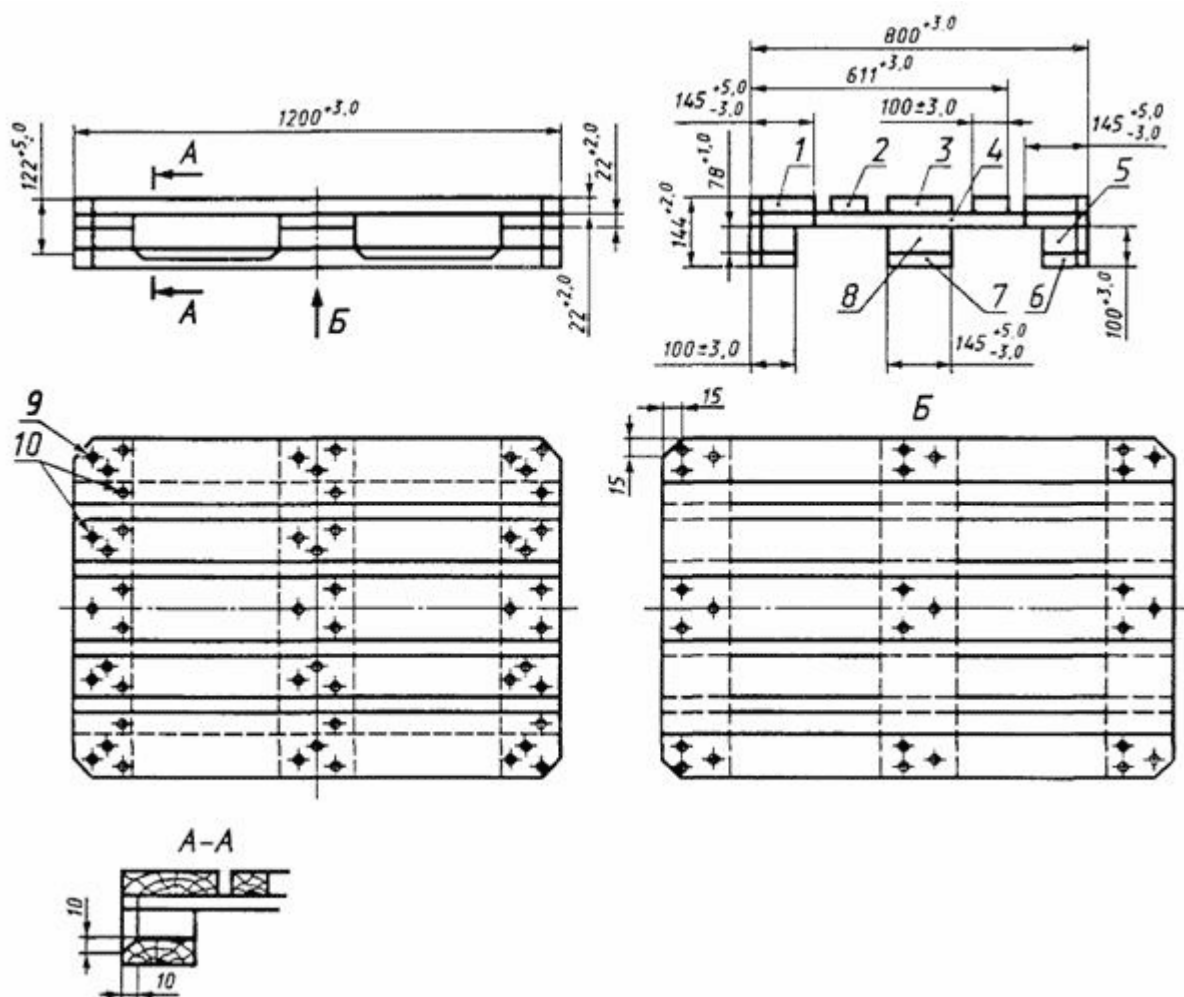


Рис. 1.4. Конструкція дерев'яного піддону.

Щодо конструкції дерев'яного піддона то відповідно до рис. 1.5. він складається із дошки крайньою (1), дошки проміжкової (2), дошки середня (3),

дошки поперечної (4), мала дошка (5), дошка основи середня (6), дошка основи крайня (7), велика шашка (8), гвинтові цвяхи (9 і 10). Щодо витрат матеріалів, то для виготовлення одного піддону необхідно затрати 0,046 м³ деревини.

Сьогодні великою популярністю користуються так звані євро піддони. Дані піддони перед їх виготовленням піддають термічній обробці, тобто з використанням високих температур. Температура обробки дерев'яних піддонів складає більше 100°C. [4]

На рис. 1.5. наведено євро піддон виготовлений із термічно-модифікованої деревини.



Рис. 1.5. Євро піддон виготовлений із термічно-модифікованої деревини.

Підсумовуючи розділ з аналізу використання та виготовлення дерев'яних піддонів, можна зробити висновок, що це сучасні засоби для забезпечення логістики переміщення різноманітних товарів. Вони мають багато переваг в порівнянні із іншими аналогічним засобами для транспортування різних виді продукції, оскільки виготовленні із деревини, яка є природнього походження. Даний матеріал забезпечує як технологічні так і механічні характеристики. Окрім того дерев'яні піддони, після завершення терміну експлуатації легко піддаються утилізації. Для виконання фітосанітарних вимог, щодо використання піддонів, то

для забезпечення даної вимоги дерев'яні піддони піддають термічні обробці, що роблять дерев'яні піддони легшими, стійкішими до вологи та різних комах.

1.2. Деревина, як основний конструкційний матеріал для виготовлення дерев'яних піддонів

З аналізу першого розділу зрозуміло, що піддони виготовляють із деревини хвойної породи сосна. Інколи при певних потребах, піддони виготовляють із листяних порід деревини, в основному із дуба та бука. Тому, проаналізуємо властивості листяних і хвойних порід деревини, оскільки від них будуть залежати довговічність конструкції піддонів, способи обробки деревини при виготовленні піддонів, кількість відходів, ступінь забруднення атмосферного повітря, тощо.

Хвойні породи деревини займають найбільшу площу лісистості в Україні. Вони відносно швидко ростуть, в порівнянні із твердолистяними породами деревини, добре піддаються механічній обробці, витримують тривалий термін експлуатації, тощо. [7,8]

На рис. 1.6. наведено властивості різних порід деревини, в тому числі і деревини породи сосна, дуба та бука.

Як видно із рис. 1.6 деревина володіє фізичними, механічними, реологічними та хімічними властивостями. Щодо фізичних властивостей, то вони будуть впливати на довговічність дерев'яних піддонів. Особливо важливе значення має вологість деревини, від якої буде залежати здатність піддона змінювати свої пружно-деформаційні властивості під час експлуатації, та впливати на фітосанітарні вимоги, які до них ставляться.

Механічні властивості деревини будуть визначати здатність піддона витримувати фізичні навантаження під час експлуатації, тобто від них буде залежати здатність піддона до багаторазового використання. Тому тут важливе значення матиме міцність деревини на стик вздовж та поперек волокон, згин, ударну в'язкість, тощо.

У таблиці 1.1 наведено границю міцності деревини при згині. [7]



Рис. 1.6. Властивості деревин

Таблиця 1.1.

Міцність деревини при згині

Порода деревини	Границя міцності (МПа), при вологості, %	
	12	30 і більше
Дуб	103	66
Сосна	85	49
Бук	104	63

Як видно із табл. 1.1. найвищу міцність на згин має деревини породи бук, на другому місці – дуб і на третьому деревина породи сосна. Це важлива характеристика деревини, оскільки піддони у більшості випадків працюють на згин та стиск.

Щодо реологічних властивостей деревини, то вони по різному будуть впливати на експлуатаційні властивості піддонів, в залежності від породи деревини. Реологічні властивості будуть впливати на пружно-деформаційні процеси піддонів під час фізичних навантажень.

Хімічні властивості деревини, в певній мірі будуть визначати ступінь забруднення навколишнього середовища, а саме атмосферного повітря, ґрунтів та ґрунтових вод. Хімічний склад деревини наведено на рис. 1.7.



Рис. 1.7. Хімічний склад деревини

Деревина містить близько 50% вуглецю, 44% кисню та 6% водню. Вона складається із целюлози, геміцелюлози та лігніну. Тобто це компоненти природнього походження, які мають наступні хімічні формули. [16,17]

Хімічна формула целюлози наведена на рис. 1.8.

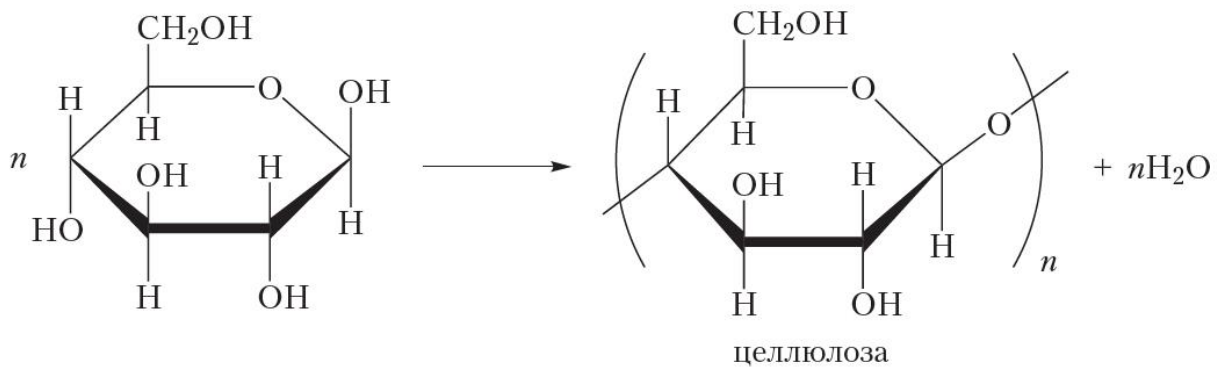


Рис. 1.8 Хімічна формула целюлози

Підсумовуючи даний розділ, можна сказати, що для виготовлення піддонів використовують деревину породи сосна, дуб та бук. Найбільше використовують деревину породи сосна. Дана порода деревини забезпечує піддонам відповідні властивості.

1.3. Відходи від технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів та їх вплив на забруднення навколишнього середовища

Під час технологічного процесу виготовлення дерев'яних піддонів утворюються відходи у вигляді обрізків, стружки, опилків, кускові відходи, тощо. Тобто це відходи природнього походження, які можуть використовуватися в подальшому. Дані відходи при правильному зберіганні не несуть небезпеки для довкілля та навколишнього середовища.

Починається технологічний процес з виготовлення піддонів із розпилювання колод на пиломатеріали відповідної товщини. Перед розпиленням з колод знімають кору та отримують колоду циліндричної форми. При цьому утворюється значна кількість відходів у вигляді кори, стружки, моту. Також можуть бути і інші включення недеревинного походження, такі як ґрунт, каміння, та ін. [5,6]



Рис. 1.9. Технологічна операція обкорювання деревини.

Після розпилювання колод, відбувається операція висушування пиломатеріалів до відповідної вологості. Дана технологічна операція відбувається за високих температур. Тому, утворюються викиди, які попадають у атмосферне повітря, а саме водяна пара, що насичена різними хімічними сполуками, які виділяються із деревини під час сушіння. Вологість пиломатеріалів для виготовлення піддонів повинна бути в межах від 15% до 24%, в залежності від вимог покупців піддонів. Але відповідно до стандарту ДСТУ 9557-87 вологість пиломатеріалів повинна бути в межах 22% до 26%.

На рис. 1.10 наведено пиломатеріали хвойних порід деревини покладені у штабель для сушіння, які піддаються випаровуванню зайвої вологи під час сушіння. [2,3]

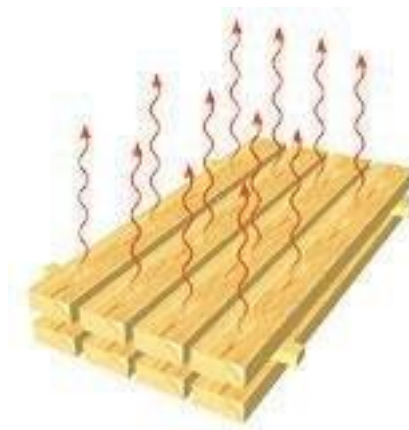


Рис. 1.10. Схематичне зображення випаровування вологи із пиломатеріалів.

Висушені пиломатеріали у вигляді дошок піддаються розпиленню на відповідні розміри за довжиною, шириною та товщиною. При розпилюванні утворюються відходи у вигляді опилків та кускові відходи. Також утворюється значна кількість пилу від стругання заготовок. Тобто відбувається забруднення атмосферного повітря.

При виготовленні піддонів, для яких проводиться фітосанітарна обробка, використовують технологічний процес із термічної обробки деревини, тобто піддони піддають обробці високим температурами. Така обробка деревини проводиться при високих температурних режимах із інтенсивним випаровуванням вологи, що забруднює атмосферне повітря.

Підсумовуючи даний розділ магістерської роботи, можна зробити висновок, що при виготовленні піддонів утворюються відходи деревного походження, які накопичуються і забруднюють довкілля та навколишнє середовище. Окрім того утворюються відходи у вигляді пилу під час механічної обробки деревини, що забруднюють атмосферне повітря. Також відбувається забруднення атмосферного повітря випарами від технологічного процесу сушіння та термічного модифікування деревини.

1.4. Висновки з розділу

Щодо літературного огляду виготовлення дерев'яних піддонів, їх перспективності виготовлення та використання можна підвести підсумок, що піддони це сучасні засоби для забезпечення логістики переміщення різноманітних товарів. Вони мають багато переваг в порівнянні із іншими аналогічним засобами для транспортування продукції, оскільки виготовленні із деревини, яка є природнього походження. Деревина забезпечує піддонам як технологічні так і механічні характеристики. Окрім того дерев'яні піддони, після завершення терміну експлуатації легко піддаються утилізації. Для виконання фітосанітарних вимог дерев'яні піддони піддають термічній обробці, що робить їх легшими, стійкішими до вологи та різних комах. Для виготовлення піддонів використовують деревину породи сосна, дуб та бук. Найбільше використовують

деревину породи сосна. Дана порода забезпечує піддонам відповідні властивості. При виготовленні піддонів утворюються відходи деревного походження, які накопичуються і забруднюють довкілля та навколишнє середовище. Окрім того утворюються відходи у вигляді пилу під час механічної обробки деревини, що забруднюють атмосферне повітря. Також відбувається забруднення атмосферного повітря випарами від технологічного процесу сушіння та термічного модифікування деревини.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ ТА ЙОГО АНАЛІЗ

2.1 Аналіз технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів

Технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів включає певні технологічні операції з використанням технологічного обладнання, яке направлено на обробку деревини та забезпечення виготовлення продукції відповідної якості згідно стандартів. Дерев'яні піддони виготовляють із деревини породи сосна. Для виготовлення піддонів використовують деревину низької сортності та невеликих діаметрів. Тому деревина не є дорогою, а низький сорт деревини при механічній обробці призводить до утворення великої кількості відходів, які в кінцевому результаті необхідно утилізувати.

Деревина у вигляді колод поступає на виробництво та піддається механічній обробці. Виготовлення піддонів може відбуватися двома методами, а саме за допомогою автоматичної лінії, де технологічний процес повністю автоматизований, або за допомогою технологічного обладнання у вигляді деревообробних верстатів, які розміщені у певній послідовності і виконують відповідну технологічну операцію.

Колоди деревини подаються на розпилювання на пиломатеріали певної товщини. Для цього при використанні автоматичної лінії колоду піддають технологічній операції зняття кори та формування колоди правильної циліндричної форми. При використанні верстатів для розпилювання колод, технологічна операція зняття кори та формування циліндричної форми відсутня. Тому, колоду розпилюють стандартним способом за допомогою стрічкопилкових або круглопилкових верстатів прохідного типу. При розпилюванні колоди на верстатах відбувається утворення відходів у вигляді обпків, кускових відходів тощо.

Після розпилювання заготовки отримані дошки штабелюють та подають в сушильну камеру для сушіння. Даний технологічний процес відбувається за

високих температур до 100°C та тривалого часу, в залежності від породи від декількох днів до декількох тижнів.

На рис. 2.1. наведено сушильну камеру для сушіння пиломатеріалів.



2.1. Сушильна камера для пиломатеріалів.

Після сушильної камери, пиломатеріали з вологістю від 15% до 14 % подаються на механічну обробку. При механічній обробці пиломатеріали піддаються розкроюванню за довжиною, шириною та товщиною. Для цього використовують круглопилкові верстати прохідного та позиційного типу. Для прикладу на рис. 2.2 наведено верстат для розпилювання пиломатеріалів за довжиною.



Рис.2.2. Верстат для розпилення пиломатеріалів за довжиною

Після цього заготовки піддаються механічній обробці, а саме струганню по пласті та крайці. Дані технологічні операції відбуваються на фугувальних та рейсмусних верстатах. Дана технологічна операція призначена для формування деталі в розмір на товщиною та шириною. У даному технологічному обладнанні ріжучим інструментом є ножова вали. На рис. 2.3. наведено рейсмусний верстат.



Рис. 2.3. Рейсмусний верстат.

Після цього відбувається формування заготовок в розмір за довжиною на круглопилковому верстаті.

Завершальною технологічною операцією механічної обробки є шліфування, яке відбувається за допомогою шліфувального верстату. Дана операція проводиться для надання заготовкам відповідної шорсткості.

Деталі відповідної форми та розмірів піддаються складанню у піддон. Дана технологічна операція може виконуватися на робочу місці, або за допомогою автоматичної лінії позиційного типу.

Готові піддони пакуються у відповідні пакети та відправляються на склад готової продукції.

Якщо піддони, згідно норм повинні забезпечувати фітосанітарні вимоги, а це вимога країн Європейського союзу, то піддаються гідротермічній обробці.

Дана технологічна операція проходить за високих температур (вище 100°C). тому необхідне додаткове технологічне обладнання.

На рис. 2.4. наведено камеру гідротермічної обробки деревини.



Рис. 2.4. Камера гідротермічної обробки деревини

Для виготовлення піддонів що забезпечують фітосанітарні вимоги, термічну обробку можна проводити як пиломатеріалів, так і готових піддонів. Але більш продуктивніше гідротермічній обробці піддавати заготовки, оскільки готові піддони займають великий об'єм у камері, що знижує її продуктивність.

Підсумовуючи даний розділ із аналізу технологічного процесу із виготовлення дерев'яних піддонів необхідно відзначити, що технологічний процес виготовлення піддонів включає послідовність технологічних операцій, які виконуються у певній послідовності із використанням як деревообробних верстатів так і автоматичних ліній. Дерев'яні піддони виготовляються за вологості від 15% до 24%, в залежності від вимог. Окрім того, для забезпечення фітосанітарних норм, дерев'яні піддони піддаються гідротермічній обробці, що дозволяє забезпечити фітосанітарні вимоги піддонів, зробити їх легшими в порівнянні із звичайними піддонами. Окрім того, для того, щоб забезпечити піддону підвищену міцність під час експлуатації, шашки виготовляють із композиційних матеріалів, а саме деревинної стружки та клею. Все це робить дерев'яні піддони більш міцнішими, легшими та довговічнішими.

2.2. Відходи, які утворюються під час технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів

Як зазначалося у розділі 2.1. технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів включає розпилення колод, механічну обробку, сушіння та термічну обробку деревини. Все ці технологічні операції супроводжуються утворенням відходів різної категорії та забруднюють довкілля та навколишнє середовище.

Проаналізуємо, відходи, які утворюються технологічним процесом виготовлення піддонів. Оскільки для виготовлення піддонів в основному використовується деревина хвойної породи, а саме сосна, тому відходи будуть деревинного походження.

При розколюванні колод можуть утворюватися кускові відходи у вигляді обапків, кусків деревини, кори, тирси та стружки. Окрім того можливі додаткові включення у вигляді ґрунту, піску, глини, каміння, сліди паливно-мастильних сполук та інших включень, які можуть попадати у деревину під час її транспортування. Всі відходи повинні бути розділені та утилізовані. При розділенні відходів необхідно відходи у вигляді паливно-мастильних речовин утилізувати, для зменшення забруднення довкілля.

У табл. 2.1 наведено хімічний склад паливно-мастильних речовин, які можуть потрапити у відходи деревини.

Таблиця 2.1.

Хімічний склад паливно-мастильних речовин.

Назва речовини (компонента)	Хімічна формула	Масова доля, %	Концентрація, мг/л або мг/кг
1	2	3	4
Парафінові вуглеводи	$C_{18}H_{38}-C_{35}H_{72}n$	18,9	-
Нафтеніві вуглеводні	C_nH_{2n+2}	54,8	-
Ароматичні вуглеводні	C_nH_{2n-6}	9,5	-
Сірко орган. сполуки	-	6,6	-
Азотисті сполуки	-	0,6	-
Металоорган. сполуки	-	0,1	-
Графіт	C	2,6	-
Жири	-	4,7	-
Інші речовини	-	1,0	-
Вода	H ₂ O	1,2	-

При розпилюванні колод на пиломатеріали, утворюються відходи у вигляді обапків, стружки та тирси. Дані відходи природнього походження. Вони можуть бути використанні як сировина для виготовлення композиційних матеріалів, як сировина для виготовлення паливних гранул та брикетів, як паливо як твердопаливних котлів. Забруднення атмосферного повітря на даному етапі виготовлення дерев'яних піддонів відбувається деревинним пилом, який утворюється під час обкорювання та розпилювання колод. Цей пил відноситься до дрібнодисперсного, що є небезпечний для людини та довкілля.

На рис. 2.5. деревний пил при розпилюванні колод



Рис. 2.5. Деревинний пил при розкроюванні колод

Наступні відходи будуть утворюватися при розкроюванні дошок вздовж волокон та в поперек волокон. На даній стадії утворюються відходи у вигляді обрізків, кускових відходів та тирси. Знову ж таки, атмосферне повітря буде забруднювати дрібно-дисперсний деревинний пил від зубів пилки.

На стадії формування заготовок в розмір за шириною та товщиною утворюється стружка від ножового валу. Даний вид відходів відноситься до грубодисперсних. Щодо забруднення атмосферного повітря, то це буде відбуватися за рахунок дрібнодисперсного пилу при струганні дошок.

Наступними будуть кускові відходи при формуванні заготовок в розмір за довжиною та шириною. Забруднення атмосферного повітря буде відбуватися дрібнодисперсним пилом від різання деревини круглими пилами.

Наступними відходами буде пила від шліфування заготовок на шліфувальних верстатах. Даний пила відноситься до дрібнодисперсного, який є найбільш небезпечними відходами при виготовленні дерев'яних піддонів.

Забруднення атмосферного повітря буде відбуватися при сушінні деревини та термічній модифікації. Основними забруднювачами атмосферного повітря будуть викиди від котелень, які будуть забезпечувати технологічний процес тепловою енергією та випарами від термічного модифікування деревини.

Підсумовуючи відходи та забруднення навколишнього середовища технологічним процесом з виготовлення дерев'яних піддонів, можна зробити висновок, що даний технологічний процес утворює значну кількість відходів. Але ці відходи в основному деревинного походження, що дозволяють їх повторне використання. Разом з тим при даному технологічному процесі утворюються дрібнодисперсні відходи, які забруднюють атмосферне повітря, та несуть небезпеку забруднення довкілля. Також забруднення атмосферного повітря буде відбуватися випарками від сушіння та термічного модифікування деревини, від генерування теплової енергії для технологічного процесу сушіння та термічної обробки деревини.

2.3 Висновки з розділу

З розділу можна зробити загальні висновки:

1. Технологічний процес виготовлення піддонів включає послідовність технологічних операцій, які виконуються у певній послідовності із використанням як деревообробних верстатів так і автоматичних ліній. Дерев'яні піддони виготовляються за вологості від 15% до 24%, в залежності від вимог. Окрім того, для забезпечення фітосанітарних норм, дерев'яні піддони піддаються гідротермічній обробці, що дозволяє забезпечити фітосанітарні вимоги піддонів, зробити їх легшими в порівнянні із звичайними піддонами.

Окрім того, для того, щоб забезпечити піддону підвищену міцність під час експлуатації, шашки виготовляють із композиційних матеріалів, а саме деревинної стружки та клею. Все це робить дерев'яні піддони більш міцнішими, легшими та довговічнішими.

2. Технологічним процес з виготовлення дерев'яних піддонів, можна зробити висновок, що даний технологічний процес утворює значну кількість відходів. Але ці відходи в основному деревинного походження, що дозволяють їх повторне використання. Разом з тим при даному технологічному процесі утворюються дрібнодисперсні відходи, які забруднюють атмосферне повітря, та несуть небезпеку забруднення довкілля. Також забруднення атмосферного повітря буде відбуватися випарками від сушіння та термічного модифікування деревини, від генерування теплової енергії для технологічного процесу сушіння та термічної обробки деревини.

РОЗДІЛ 3

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ

3.1. Дослідження відходів у технологічному процесі з виготовлення дерев'яних піддонів та їх вплив на довкілля

Відповідно до розд.2.1. при виготовленні дерев'яних піддонів утворюються відходи різні категорії. Ці відходи можна утилізувати по різному. Всі ці відходи природнього походження і утворюються при обробці деревини. Найбільша кількість деревинних відходів відносяться до кускових відходів, які можна використовувати для виготовлення іншої продукції. Окрім того, утворюються і дрібнодисперсні відходи, які забруднюють атмосферне повітря і несуть небезпеку для довкілля та навколишнього середовища.

Кускові відходи це деревина, різної форми та розмірів, яка не використовується для виготовлення дерев'яних піддонів, але має певну цінність, як сировина для виготовлення іншої продукції.

На рис. 3.1. наведено кускові відходи із деревини сосни при виготовленні дерев'яних піддонів.



Рис. 3.1. Кускові відходи із деревини сосни при виготовленні дерев'яних піддонів.

Дані відходи можуть включати обапіл, обрізки крайок, обрізки від торцювання дошки тощо. Ці відходи із деревини сосни. Деревина сосни за своєю

будовою відрізняється від деревини листяних порід, оскільки збагачена смолою, має смоляні кишеньки.

На рис. 3.2. наведено анатомічну будову деревини сосни

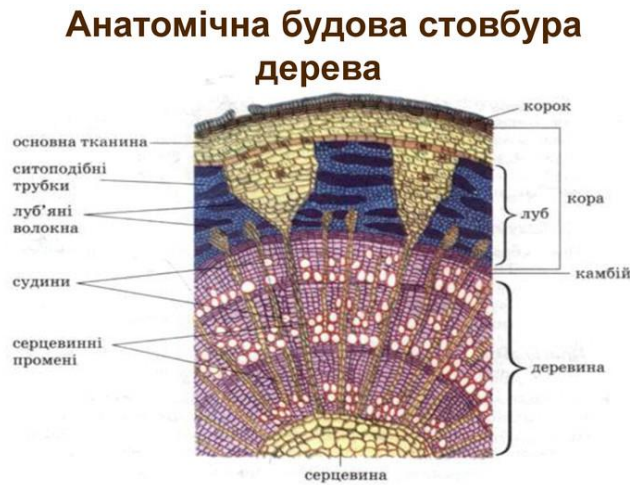


Рис. 3.2. Анатомічна будова деревини сосни.

Деревина сосни відноситься до хвойних порід і відрізняється від листяних порід деревини, оскільки має смоляні кишеньки та смолу. Це необхідно враховувати при використанні даної породи деревини, як сировина для спалювання при генеруванні теплової енергії. Смола при згорянні осідає у димохідних каналах, тим самим їх засмолює і утруднює прохід диму. Це призводить до того, що димоходи необхідно часто прочищати.

Наступний вид відходів це стружка, тирса, які утворюються при розкроюванні пиломатеріалів та струганні і фрезеруванні формуванні заготовок в розмір за довжиною, шириною та товщиною.

На рис. 3.3 наведено відходи деревини у вигляді стружки та тирси.



Рис. 3.3. Відходи деревини у вигляді стружки та тирси.

Наступними відходами із деревини сосни це дрібнодисперсні відходи, які також утворюються із деревини під час шліфування деревини. Дрібнодисперсні відходи із деревини є більш небезпечними, оскільки вони настільки є малими, що можуть проникати в організм люди та інших живих організмів, осідати в організмі і призводити до різних захворювань. Для прикладу, попаданні таких маленьких частинок в організм людини, може призводити до серцево-судинних та бронхо легеневих захворювань. При осіданні на навколишньому середовищі на дерева та траву робить густу плівку, яка може нести небезпеку для довкілля. В залежності від породи деревини, дерев'яний пил може бути канцерогеном. Найбільш небезпечним дерев'яний пил, якщо його розміри становлять від 2 до 10 мкм. Частинки таких розмірів можуть зависати у повітрі. При попаданні таких частинок у дихальні шляхи чи очі людини призводять до утворенні мікро ран. Все це може призводити до респіраторних захворювань. Наукові дослідження, які проводились при вивченні деревинного пилу показали, що дрібнодисперсні частинки розміром від 2 до 5 мкм вловлювати засобами індивідуального захисту людини практично неможливо. Тому, необхідні інші засоби захисту людини. У табл. 3.1 наведено вплив деяких порід деревини на організм людини

Таблиця 3.1.

Вплив деяких порід деревини на організм людини

Порода деревини	Реакція організму людини	Органи людини, які піддаються ураженню
Граб	Подразнення	Шкіра
Дуб	Подразнення, підвищена чутливість, астма, канцероген	Шкіра, очі, дихання
Європейський бук	Подразнення, підвищена чутливість, канцероген	Шкіра, очі, дихання
Ялиця	Подразнення	Шкіра
Сосна	Подразнення, нежить, астма	Шкіра, дихання
Ясен	Подразник	Шкіра, дихання

Як видно із табл. 3.1. практично всі перераховані породи деревини мають вплив на організм людини. Цей вплив може призвести до серйозних наслідків для людини, незважаючи на те, що ці відходи утворені із деревини, природнього матеріалу. Тому, це необхідно враховувати при захисті навколишнього середовища при виготовленні дерев'яних деревинних піддонів.

Наступні є відходи у вигляді випарів при сушінні та термічній обробці деревини. Це випари вологи із деревини. Дана волога це дисперсні частинки у вигляді води та частинок клітин та волокон деревини. Туди також входять різного роду дубильні речовини та сполуки у вигляді соляних частино. Все це також в певній мірі впливає на довкілля та навколишнє середовище.

Підсумовуючи розділ щодо дослідження відходів при виготовленні дерев'яних піддонів можна сказати, що утворюються відходи різних типів, а саме кускові відходи у вигляді обаплів, тирси, стружки, кускових відходів, відходів у вигляді деревинного пилу та різного роду випари при сушінні та термічній обробці деревини. Всі ці відходи можна використати як вторинну сировину для виготовлення іншого виду продукції. Разом з тим, дрібнодисперсні частинки у вигляді деревинного пилу є вкрай небезпечними для людини, довкілля та навколишнього середовища.

3.2. Дослідження забруднень атмосферного повітря при виготовленні дерев'яних піддонів

Відповідно до розд.3.1. відходи, які утворюються при виготовленні дерев'яних піддонів придатні для повторного використання. Щодо дрібнодисперсних і дисперсних відходів, які також утворюються під час механічної обробки деревини, то вони створюють більшу проблему для довкілля та навколишнього середовища, оскільки забруднюють атмосферне повітря. А їх малі розміри створюють проблему для очищення забрудненого повітря, та забезпечення належних умов праці у цеху. Тому, є необхідність більш детального вивчення забрудненого повітря під час механічної обробки деревини. Як зазначалося вище, дрібнодисперсні та дисперсні відходи утворюються і забруднюють атмосферне повітря під час технологічних операцій із шліфування і фрезерування деревини та при сушінні та термічній модифікації. Ці відходи відносяться до різних категорій, оскільки перші утворюються під час обертового

руху ріжучого інструмента, а другі під час дії на деревину підвищених температур.

Відходи, які утворюються під час обертвого ріжучого інструмента, це відходи із дрібних частинок деревини, а саме волокон деревини, які подрібнені до розмірі від 2 мкм до 15 мкм. Такі частинки змішуються із атмосферним повітрям і проникають у живі організми, осідають в них і викликають захворювання різної ступені важкості. Такі дрібні частинки характеризуються недостатнім вивченням, щодо їх впливу на навколишнє середовище.

На рис. 3.4. наведено технологічний процес де утворюється значна частина деревинного пилу



Рис. 3.4. Утворення деревинного пилу при обробці деревини.

Особливо небезпеку такі частинки створюють у робочій зоні, де відбувається технологічна операція не тільки для здоров'я працівників, але також є загроза, при великих концентраціях, до самозагоряння і навіть вибухів. Тому, це необхідно враховувати під час роботи на шліфувальному обладнанні. Необхідно зауважити, що деревинний пил, який утворюється при обробці деревини дуб та червоне дерево є канцерогенним. Згідно стандартів та норм,

щодо забруднення атмосферного повітря деревинним пилом, гранично допустима концентрація для твердолистяних порід деревини становить 3 мг на 1 м³, а для м'яколистяних порід – 5 мг на 1 м³, при одночасному утворенні пилу від твердолистяних та м'яколистяних порід деревини то гранично допустима концентрація становить 3 мг на 1 м³.

Окрім того шліфувальний пил може містити різні грибки та бактерії, які можуть спричинити небезпеку для здоров'я людини.

Наступним питанням, яке необхідно дослідити це вплив дисперсних частинок від сушіння та термічного модифікування деревини на довкілля та навколишнє середовища. Найбільшу небезпеку при обробці деревини високими температура створює робота із високими температурами. Це може призвести до опіків та інших небезпечних випадків. У випарах, які утворюються під час термічного модифікування деревини містяться такі сполуки, як кислоти, альдегіди, кетони, фурани. Ці сполуки мають різні хімічні формули та по різному впливають на довкілля.

На рис.3.5. наведено загальні формули кислот, альдегідів, кетонів та фуранів.

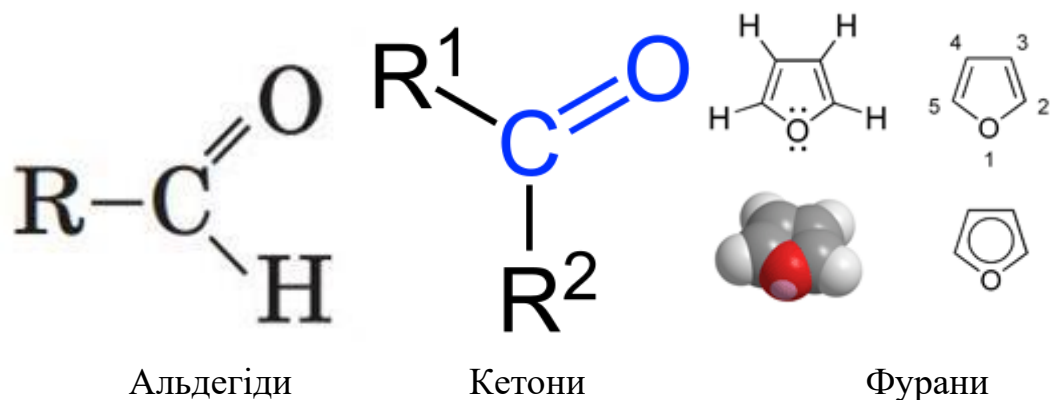


Рис. 3.5. Загальні формули

Необхідно відзначити, що під час механічної обробки термічно-модифікованої деревини найбільшу небезпеку несе шліфувальний пил, оскільки його малі частинки є канцерогенними, що можуть спричиняти важкі захворювання і навіть онкологічні захворювання. Тому необхідно приймати

відповідні заходи, щоби запобігти цьому негативному впливу на довкілля та неколишне середовище під час виготовлення дерев'яних піддонів.

Підсумовуючи даний розділ магістерської роботи можна зробити висновок, що технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів призводить до забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсними частинками під час механічної обробки деревини та дисперсними частинками під час обробки деревини високими температурами. Більшу небезпеку для атмосферного повітря несуть дрібнодисперсні частинки, які утворюються під час шліфування, фрезерування, пиляння деревини. Ці частинки настільки малі, можуть проникати в організм людини та спричиняти цілу низку захворювань.

3.3. Висновки з розділу

Підсумовуючи можна зробити наступні висновки:

1. При виготовленні дерев'яних піддонів можна сказати, що утворюються відходи різних типів, а саме кускові відходи у вигляді обаплів, тирси, стружки, кускових відходів, відходів у вигляді деревинного пилю та різного роду випари при сушінні та термічній обробці деревини. Всі ці відходи можна використати як вторинну сировину для виготовлення іншого виду продукції. Разом з тим, дрібнодисперсні частинки у вигляді деревинного пилю є вкрай небезпечними для людини, довкілля та навколишнього середовища.

2. технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів призводить до забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсними частинками під час механічної обробки деревини та дисперсними частинками під час обробки деревини високими температурами. Більшу небезпеку для атмосферного повітря несуть дрібнодисперсні частинки, які утворюються під час шліфування, фрезерування, пиляння деревини. Ці частинки настільки малі, можуть проникати в організм людини та спричиняти цілу низку захворювань.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕРВ'ЯНИХ ПІДДОНІВ

4.1. Технологічні рішення щодо очистки забрудненого атмосферного повітря технологічним процесом з виготовлення дерев'яних піддонів.

Відповідно до досліджень щодо забруднення атмосферного повітря технологічним процесом із виготовлення дерев'яних піддонів встановлено, що під час технологічних операцій фрезерування, фугування і особливо шліфування утворюється велика кількість деревинного пилу, який несе небезпеку для працівників на робочому місці, забруднює довкілля та навколишнє середовище. Тому, необхідно прийняти певні рішення щоб зменшити викиди дрібнодисперсного пилу як на робочі місця так і в довкілля.

Для цього необхідно забезпечити систему вентиляції для зменшення викидів запиленого повітря. Сьогодні існує велика кількість систем для очистки забрудненого повітря. Разом з тим, не всі ці системи здатні забезпечити належну очистку забрудненого повітря від деревинного пилу.

На рис. 4.1 наведено стандарту вентиляційну систему, яку використовують на деревообробних виробництвах.

Дана вентиляційна система включає трубопроводи по яких подається забруднене повітря, вентиляторів, які створюють вакуум для проходження забрудненого повітря, фільтрів, які використовуються для фільтрації повітря, повітряно роздільних решіток для забору забрудненого повітря. Окрім того у такі системи може бути вмонтоване обладнання для обробки повітря, тобто рекуператори, калорифери, зволожувачі, осушувачі, тощо. Такі системи дозволяють покращити якість повітря та його використання для обігріву або охолодження приміщень, тощо.

На рис. 4.1 наведено класичну вентиляційну схему систему.

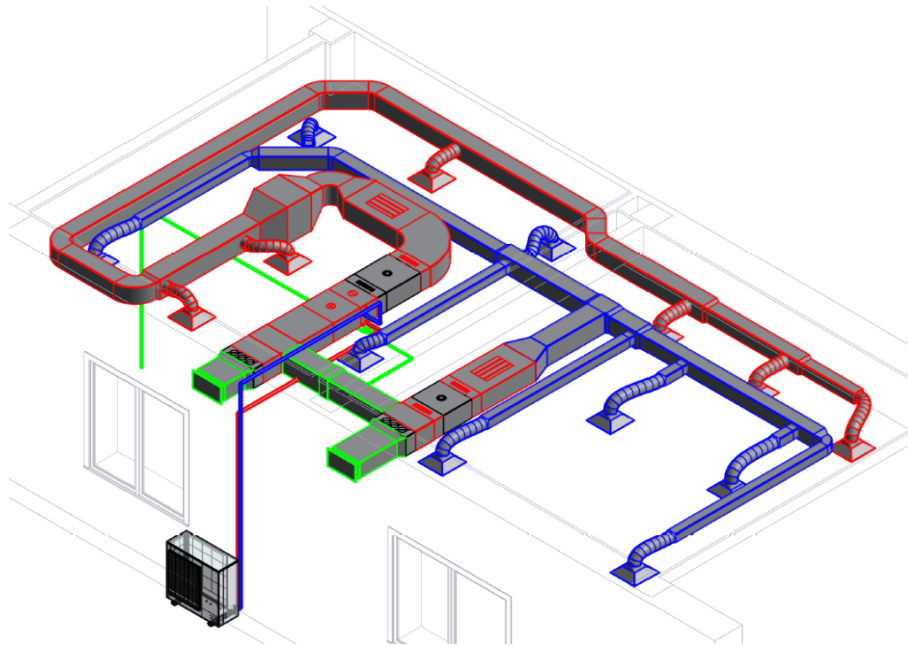


Рис. 4.1 Схема вентиляційної системи.

Великою популярністю користуються локаційні вентиляційні системи, які призначені для вловлюванням грубодисперсних частинок після механічної обробки деревини біля верстаків.

На рис. 4.2. наведена локаційна аспіраційна установка для вловлювання тирси, стружки та інших дрібнодисперсних частинок від деревообробного устаткування.



Рис. 4.2 Локаційна аспіраційна установка.

Такі локаційні аспіраційні установки можна використовувати при виготовленні дерев'яних піддонів за допомогою деревообробних верстатів. Тобто, це може бути використано для фугувальних, рейсмусних, торцювальних верстатів. При використанні автоматичних ліній для виготовлення дерев'яних піддонів такі аспіраційні системи не є ефективні.

На рис. 4.3. наведено технологічний процес з виготовлення піддонів за допомогою верстатів.



Рис. 4.3. Технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів за допомогою верстатів.

На рис. 4.4. наведено технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів за допомогою автоматичної лінії.

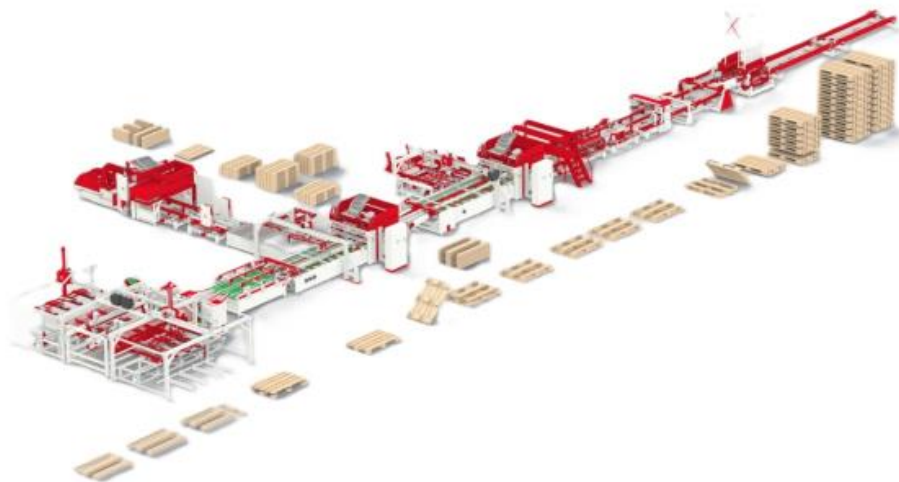


Рис. 4.4. Технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів за допомогою автоматичної лінії.

Для технологічного процесу виготовлення дерев'яних піддонів необхідно встановлювати загально цехову вентиляційну установку, яка наведена на рис. 4.5.



Рис. 4.5. Загально цехова вентиляційна установка

Дані системи призначенні для очищення забрудненого повітря дрібнодисперсними частинками утвореними під час технологічного процесу обробки деревини при виготовленні дерев'яних піддонів. Тобто це тирса, стружка тощо.

Щодо очищення забрудненого повітря дрібнодисперсійними частинками у вигляді шліфувального пилю, у яких розміри становлять від 2 до 15 мкм, дані системи не є ефективними, оскільки не здатні вловити такі маленькі частинки. Тому пропонується встановити систему для очищення забрудненого повітря, які здатні його очистити. Це системи фірми «AirBench».

Дані системи за допомогою сучасних фільтрів дозволяють забезпечити очистку забрудненого повітря, які мають розміри частинок від 2 мкм. Це дозволить забезпечити якість очищення забрудненого повітря відповідно до нормативним вимогам, щодо очищення повітря від деревинного пилю.

На рис. 4.6 наведено фільтри для очищення забрудненого повітря шліфувальним пилом.



Рис. 4.6. Фільтрувальна установка для очистки забрудненого повітря.

Також можна встановити локальну фільтрувальну установку для очищення забрудненого повітря шліфувальним пилом фірми VODEX, яку наведено на рис. 4.7.



Рис. 4.7. Установка для очищення забрудненого повітря шліфувальним пилом фірми VODEX

Дана фільтрувальна установка дозволяє очистити забруднене повітря від шліфувального пилю безпосередньо від верстатів.

Підсумовуючи технологічні рішення щодо очистки забрудненого повітря від технологічного процесу з виготовлення дерев'яних піддонів можна зробити висновок, що для очищення використовують різні системи. Для очистки від стружки, тирси або грубого пилю використовують вентиляційні установки у вигляді циклонів. Для очистки забрудненого повітря від дрібнодисперсного шліфувального пилю біля верстатів можна використовувати локаційні аспіраційні установки. Для очищення забрудненого повітря від дрібнодисперсних частинок шліфувального пилю, розміри яких становлять від 2 мкм і вище необхідно використовувати фільтрувальні установки, які здатні забезпечити вловлювання таких частинок.

4.2. Технологічні рішення щодо удосконалення технологічного процесу щодо зменшення шкідливих викидів при виготовленні дерев'яних піддонів

Відповідно до розд.1 для запобігання забруднення навколишнього середовища існують технологічні рішення щодо очищення забрудненого повітря від дрібнодисперсних дерев'яних частинок, які мають дуже малі розміри. Є інші способи вирішити проблему із забрудненням атмосферного повітря при виготовленні дерев'яних піддонів. А саме, можна технологічний процес виготовлення піддонів забезпечити сучасним високоточним технологічним обладнанням, яке при обробці деревини не буде утворювати дрібний пил, а стружку. Це дозволить уникнути технологічної операції шліфування, але шорсткість заготовок для виготовлення піддонів буде забезпечена. Разом з тим шорсткість заготовок для дерев'яних піддонів буде залежати від типу піддону.

Зазвичай шорсткість піддонів не є низькою, оскільки вони не піддаються лакуванню чи фарбуванню. Тому шорсткість заготовок для виготовлення піддонів повинна знаходитись в межах від 16 мкм до 32 мкм. Таку шорсткість поверхні

заготовок можна досягнути за рахунок чистового фрезерування. Цю технологічну операцію можна здійснити за допомогою чотирибічного поздовжньо фрезерного верстату прохідного типу. За рахунок високочастотного обертання ножового валу, частота обробки збуде достатньо високою. На рис. 4.8. наведено високоточне технологічне, яке дозволить забезпечити відповідну шорсткість поверхні заготовкам для дерев'яних піддонів.



Рис. 4.7. Чотирибічний поздовжньо фрезерний верста

За допомогою такого технологічного окрім необхідної шорсткості поверхні буде забезпечено і відповідний профіль заготовок.

Разом з тим, при фрезеруванні, згідно нашими дослідженнями, які наведено у розд. 3, при фрезеруванні також утворюються дрібнодисперсні частинки, які за розмірами відповідаю частинкам, які утворюються при технологічній операції шліфування. Але кількість таких частино є набагато меншою, в порівнянні із технологічною операцією шліфування. Тому таке технологічне рішення дозволить зменшити кількість дрібнодисперсних деревинних частинок, тим самим спростить процес очищення забрудненого повітря від дрібнодисперсних деревинних частинок

На рис. 4.8. наведено відходи деревини у вигляді стружки та пилу після обробки деревини на поздовжньо-фрезерному верстаті.



Рис. 4.8. Стружка та пил від фрезерування деревини.

За допомогою високоточного технологічного обладнання можна отримати і якісні поверхні заготовок і при обробці термічно-модифікованої деревини сосни, яку використовують для виготовлення дерев'яних піддонів. Це дозволить зменшити кількість дрібнодисперсного пилу, який утворюється при фрезеруванні і який є більш небезпечним для довкілля.

Підсумовуючи даний розділ, можна зробити висновок, що при виготовленні дерев'яних піддонів, зменшення кількості дрібнодисперсних частинок, які забруднюють атмосферне повітря та навколишнє середовище можна за допомогою технологічних рішень пов'язаних із використанням високоточного технологічного обладнання, яке здатне забезпечити високу якість поверхні заготовок для виготовлення піддонів. Це дозволить зменшити кількість шліфувального пилу і навантаження на довкілля та навколишнє середовище.

4.3. Висновки з розділу

Відповідно до проведених нами досліджень, щодо зменшення забруднення атмосферного повітря та навколишнього середовища зроблено такі висновки:

1. Для очищення використовують різні системи. Для очистки від стружки, тирси або грубого пилу використовують вентиляційні установки у вигляді циклонів. Для очистки забрудненого повітря від дрібнодисперсного шліфувального пилу біля верстатів можна використовувати локаційні

аспіраційні установки. Для очищення забрудненого повітря від дрібнодисперсних частинок шліфувального пилю, розміри яких становлять від 2 мкм і вище необхідно використовувати фільтрувальні установки, які здатні забезпечити вловлювання таких частинок.

2. При виготовленні дерев'яних піддонів, зменшення кількості дрібнодисперсних частинок, які забруднюють атмосферне повітря та навколишнє середовище можна за допомогою технологічних рішень пов'язаних із використанням високоточного технологічного обладнання, яке здатне забезпечити високу якість поверхні заготовок для виготовлення піддонів. Це дозволить зменшити кількість шліфувального пилю і навантаження на довкілля та навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Безпека праці при виготовленні дерев'яних піддонів

Виготовлення дерев'яних піддонів вимагає дотримання правил техніки безпеки та охорони праці. Відповідно до наших досліджень, технологічний процес виготовлення дерев'яних піддонів включає технологічні операції із розпилення колод на дошки відповідних товщин, які в подальшому піддаються механічній обробці, під час яких утворюються відходи певних категорій. Тому працівникам, які працюють у даному технологічному процесі повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту та дотримуватись правил безпеки праці при роботі на технологічному обладнанні.

Основні правила безпеки праці передбачені затверджені Правилами охорони праці в деревообробній промисловості від 16 березня 2005 р. Відповідно до даних правил з охорони праці існують практично однакові вимоги до всіх деревообробних підприємств, за винятком підприємств із виготовленням плитних матеріалів. До даних підприємств стаять дещо інші вимоги. Дані правила враховують специфіку деревообробних цехів, умови праці при виготовленні продукції із деревини, режимні параметри технологічного процесу, тощо. Також ставлять певні вимоги до території підприємств, транспортних засобів, освітлення території цеху, шуму від технологічного обладнання в приміщеннях, тощо.

Технологічний процес із виготовлення дерев'яних піддонів відноситься до нескладного технологічного процесу, тобто все технологічне обладнання, що використовується та технологічний процес не має специфіки роботи. Це стандартні операції за допомогою круглопилкових, фугувальних, рейсмусних та шліфувальних верстатів. Специфічним технологічними операції, які використовуються при виготовленні дерев'яних піддонів це технологічна операція сушіння деревини, термічна обробка деревини та шліфування. Специфіка цих процесів у тому, що при сушінні та термічній обробці деревини

технологічний процес проходить за високих температурних режимів, що створює небезпеку як працівників так і пожежну небезпеку для всього підприємства.

У автоматизовано технологічному процесі з виготовлення дерев'яних піддонів небезпека, яка може виникати є меншою у порівнянні із технологічним процесом, де технологічні операції відбуваються та механізованому технологічному обладнанні. Це пов'язано із меншим контактом працівників із технологічним обладнанням. При роботі на окремих верстатах контакт працівників є постійним із обертаючими механізмами, ріжучими інструментами, тощо. Тому, небезпека щодо нещасних випадків та виробничого травматизму зростає. Це необхідно врахувати при роботі на такого типу технологічному обладнанні.

Щодо безпеки працівників, то вони повинні дотримуватися правил техніки безпеки при роботі на технологічному обладнанні. Ці правила техніки безпеки повинні бути прописані у відповідних інструкціях з техніки безпеки, а їх виконання є обов'язковим для працівників підприємства.

Щодо роботи на технологічному деревообробному обладнанні при виготовленні дерев'яних піддонів, то основними правилами техніки безпеки для працівників є дотримання відповідних правил з охорони та безпеки праці. А саме:

- Всі ріжучі інструменти та обертаючі вали повинні бути огорожені;
- Працівники повинні працювати у відповідному одязі де не допускається звисання одягу, або його неправильна одівання, що може бути захоплений обертаючими механізмами;
- В зоні обробки заготовок не повинно бути інших працівників, які здатні відволікати увагу працівника, який працює;
- Не штовхати короткомірні заготовки руками на ріжучий інструмент, для цього повинні бути відповідні штовхачі;

- Працівники, окрім спеціального одягу, повинні мати засоби захисту лиця та очей від попадання частинок деревини під час обробки на лице або в очі;
- Відходи, які утворюються під час обробки заготовки ріжучим інструментом повинні видалятися із зон різання за допомогою аспіраційних або витяжних систем;
- Не допускається вібрація обертаючих валів, інструментів, тощо;
- Заготовки для обробки та після обробки повинні бути покладані у відповідні ящики, які призначенні для цього;
- Природне освітлення, на робочому місці має забезпечити працівнику належні умови праці;
- Якщо не вистачає природнього освітлення, а це особливо в осінньо - зимовий період, необхідно вмикати штучне освітлення;
- Шум у цеху повинен не перевищувати гранично-допустимих норм;
- При необхідності, якщо технологічне обладнання не забезпечує гранично-допустимого рівня шуму, працівники повинні бути забезпечені навушника;
- Працівники повинні проходити інструктаж із техніки безпеки при роботі на конкретному технологічному устаткуванні.

Щодо охорони праці під час технологічного процесу сушіння та термічної обробки деревини, то тут свої вимоги. А саме:

- Камера для завантаження пиломатеріалів повинна бути добре освітлення;
- Штабеля у камері повинні бути покладані так, щоб не завалили;
- У камері повинен бути запасний вихід;
- Працівники повинні бути забезпечені окулярами, респіраторами, спецодягом та рукавицями;
- Обладнання повинно регулярно обслуговуватися;
- Працівники повинні пройти інструктаж із техніки безпеки.

На рис. 5.1. наведено засоби захисту для працівників, які працюють на деревообробному обладнанні.



Рис. 5.1. Охорона праці на деревообробних верстатах

На рис. 5.2. наведено сушильну камеру із правильно покладеними штабелями.



Рис. 5.2. сушильна камера із правильно покладеними штабелями.

При термічному обробленні деревини використовують камери, у яких температура сягає від 100°C до 200°C. Такі високі температури є більш небезпечними. Тому даний технологічний процес вимагає особливої уваги. В першу чергу працівники повинні пройти інструктаж із техніки безпеки при роботі із температурами вищими за 100°C. Працівники, щоб не постраждати від пари, повинні бути забезпечені вогнестійким одягом, рукавицями, окулярами та взуттям.

Наступним небезпечним місцем у технологічному процесі з виготовлення дерев'яних піддонів є дільниця шліфування, де відбувається утворення великої кількості шліфувального деревинного пилу. Частинки цього пилу дуже малих розмірів і можуть змішуватися з атмосферним повітрям і проникати в організм людини та викликати важкі захворювання. Особливо деревинний шліфувальний пил від деревини дуба та червоного дерева, які канцерогенні. Тому при роботі на такому технологічному обладнанні необхідно щоб була добра приточно-втяжна вентиляція або аспіраційна локальна установка. Окрім того працівники повинні працювати у респіраторі, окулярах та захисному одязі. Також необхідно, щоб працівник був проінформований про небезпеку роботи із шліфувальним пилом.

Підсумовуючи розділ з охорони праці необхідно зазначити, що техніка безпеки при виготовленні дерев'яних піддонів є важливою і відповідає вимогам щодо її дотримання відповідно до техніки безпеки при роботі на деревообробному обладнанні. Специфіку мають технологічні операції сушіння деревини та її гідротермічна обробка.

5.2. Пожежна безпека при виготовленні дерев'яних піддонів

Пожежна безпека це другий важлива безпека, яку необхідно дотримуватися при виготовленні дерев'яних піддонів. Загальні правила пожежної безпеки відповідають правилам пожежної безпеки для деревообробних виробництв. Тому, повинні бути забезпечені такі заходи із пожежної безпеки:

- Всі працівники повинні бути повідомлені про пожежну безпеку у цеху та на кожному робочому місці;
- Все технологічне обладнання повинно бути заземленим;
- У цеху повинна бути добра вентиляційна система;
- У цеху повинні бути датчики сповіщення про небезпеку загоряння;
- У цеху повинні бути пожежні щити з вогнегасником для забезпечення гасіння пожежі на випадок її виникнення;
- У цеху повинна бути вся інформація та телефони на випадок пожежі;
- У цеху або поблизу нього повинна бути гідрант;
- На території підприємства повинен бути басейн з водою;

На рис. 5.3. наведено засоби пожежного гасіння деревини при технологічній операціях при виготовленні дерев'яних піддонів.



Рис. 5.3. Засоби пожежного гасіння деревообробних виробництв.

Особливу увагу, з позицій техніки безпеки необхідно приділяти шліфувальному відділенню та технологічним процесам сушіння та термічного модифікування деревини. Оскільки технологічна операція шліфування є

вибухонебезпечною із-за високої концентрації шліфувального пули. Тому, дана технологічна операція повинна бути забезпечена доброю витяжною системою. Окрім того дане робоче місце повинно постійно здійснювати контроль за забрудненням атмосферного повітря.

Другим важливим місцем є сушіння та термічне оброблення деревини. Ці два технологічні процеси проходять при високих температурних режимах це може спричинити самозагоряння деревини. Тому дані технологічні процеси повинні бути забезпечені засобами сповіщення про пожежну небезпеку, засобами пожежо гасіння, тощо.

Підсумовуючи можна відзначити, що технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів з пожежної безпеки відноситься до пожежонебезпечних. Тому, необхідно забезпечити всі необхідні засоби протипожежної безпеки при роботі із технологічним обладнанням при виготовленні дерев'яних піддонів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виходячи із теоретичних та практичних досліджень щодо виготовлення продукції із деревини зроблено наступні висновки:

1. Піддони це сучасні засоби для забезпечення логістики переміщення різноманітних товарів. Вони мають багато переваг в порівнянні із іншими аналогічним засобами для транспортування продукції, оскільки виготовленні із деревини, яка є природнього походження. Деревина забезпечує піддонам як технологічні так і механічні характеристики. Окрім того дерев'яні піддони, після завершення терміну експлуатації легко піддаються утилізації. Для виконання фітосанітарних вимог дерев'яні піддони піддають термічні обробці, що робить їх легшими, стійкішими до вологи та різних комах. Для виготовлення піддонів використовують деревину породи сосна, дуб та бук. Найбільше використовують деревину породи сосна. Дана порода забезпечує піддонам відповідні властивості. При виготовленні піддонів утворюються відходи деревного походження, які накопичуються і забруднюють довкілля та навколишнє середовище. Окрім того утворюються відходи у вигляді пилу під час механічної обробки деревини, що забруднюють атмосферне повітря. Також відбувається забруднення атмосферного повітря випарами від технологічного процесу сушіння та термічного модифікування деревини.

2. Технологічний процес виготовлення піддонів включає послідовність технологічних операцій, які виконуються у певній послідовності із використанням як деревообробних верстатів так і автоматичних ліній. Дерев'яні піддони виготовляються за вологості від 15% до 24%, в залежності від вимог. Окрім того, для забезпечення фітосанітарних норм, дерев'яні піддони піддаються гідротермічній обробці, що дозволяє забезпечити фітосанітарні вимоги піддонів, зробити їх легшими в порівнянні із звичайними піддонами. Окрім того, для того, щоб забезпечити піддону підвищену міцність під час експлуатації, шашки виготовляють із композиційних матеріалів, а саме деревинної стружки та клею. Все це робить дерев'яні піддони більш міцнішими, легшими та довговічнішими.

3. Технологічним процес з виготовлення дерев'яних піддонів, можна зробити висновок, що даний технологічний процес утворює значну кількість відходів. Але ці відходи в основному деревинного походження, що дозволяють їх повторне використання. Разом з тим при даному технологічному процесі утворюються дрібнодисперсні відходи, які забруднюють атмосферне повітря, та несуть небезпеку забруднення довкілля. Також забруднення атмосферного повітря буде відбуватися випарками від сушіння та термічного модифікування деревини, від генерування теплової енергії для технологічного процесу сушіння та термічної обробки деревини.

4. При виготовленні дерев'яних піддонів можна сказати, що утворюються відходи різних типів, а саме кускові відходи у вигляді обаплів, тирси, стружки, кускових відходів, відходів у вигляді деревинного пилю та різного роду випари при сушінні та термічній обробці деревини. Всі ці відходи можна використати як вторинну сировину для виготовлення іншого виду продукції. Разом з тим, дрібнодисперсні частинки у вигляді деревинного пилю є вкрай небезпечними для людини, довкілля та навколишнього середовища.

5. технологічний процес з виготовлення дерев'яних піддонів призводить до забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсними частинками під час механічної обробки деревини та дисперсними частинками під час обробки деревини високими температурами. Більшу небезпеку для атмосферного повітря несуть дрібнодисперсні частинки, які утворюються під час шліфування, фрезерування, пиляння деревини. Ці частинки настільки малі, можуть проникати в організм людини та спричиняти цілу низку захворювань.

6. Для очищення використовують різні системи. Для очистки від стружки, тирси або грубого пилю використовують вентиляційні установки у вигляді циклонів. Для очистки забрудненого повітря від дрібнодисперсного шліфувального пилю біля верстатів можна використовувати локаційні аспіраційні установки. Для очищення забрудненого повітря від дрібнодисперсних частинок шліфувального пилю, розміри яких становлять від

2 мкм і вище необхідно використовувати фільтрувальні установки, які здатні забезпечити вловлювання таких частинок.

7. При виготовленні дерев'яних піддонів, зменшення кількості дрібнодисперсних частинок, які забруднюють атмосферне повітря та навколишнє середовище можна за допомогою технологічних рішень пов'язаних із використанням високоточного технологічного обладнання, яке здатне забезпечити високу якість поверхні заготовок для виготовлення піддонів. Це дозволить зменшити кількість шліфувального пилу і навантаження на довкілля та навколишнє середовище.

8. Запропоновано заходи з безпеки праці та протипожежної безпеки при виготовленні ламелей для тришарової паркетної дошки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.alibaba.com/showroom/parquet-flooring-making-machine.html>
2. <https://www.airbench.com/latest/the-dangers-of-wood-dust/>
3. <https://dustsafetyscience.com/how-much-exposure-wood-dust-dangerous/>
4. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери: навчальний посібник – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 388 с.
5. В.М. Сторожук, О.В. Мельников, Б.Я. Кшивецький, Г.В. Сомар, І.А. Соколовський, О.М. Маєвська. Технології захисту навколишнього середовища. Поводження з відходами. Підручник. М-во освіти і науки України. Нац. лісотехн. ун-т України. – К. Вид. дім «Професіонал» 2023.–354 с. ISBN978-966-570-837-7.
6. Промислова екологія: Навчальний посібник / С. О. Апостолюк, В. С. Джигирей та ін. – К.: Знання, 2005. – 268 с.
7. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: Навчальний посібник. За ред. В.К. Хільчевського. К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2007. 152 с.
8. Кшивецький Б.Я. Міцність та довговічність термопластичних клейових з'єднань деревини: монографія. /Б.Я. Кшивецький, І.Й. Тивунька. – Львів: ТзОВ Галицька видавнича спілка,, 2018. – 188 с. [122] іл. [19] табл. – Бібліограф. с. 209 (268 назв) – ISBN 978-617-7363-76-6.
9. Кшивецький Б.Я., Сторожук В.М., Маєвська О.М., Соколовський І.А., Гайда С.В. Методичні рекомендації для підготовки магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Львів: НЛТУ України, 2023. – 44 с.
10. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С., Соколовський І.А., Сомар Г.В. Промислова екологія: Навч. посібник. К.: Знання, 2005. 474 с.
11. Разанов С.Ф., Вітер Н.Г., Ткачук О.П. Екологічна та техногенна безпека. Навчальний посібник для вивчення дисципліни. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2013. 125 с.

12. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1 Захист атмосфери: підручник – Херсон. : Олді-плюс, 2019. – 432 с.
13. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2 Методи очищення стічних вод – Херсон. : Олді-плюс, 2019. – 298 с.
14. Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. Основи екології. Теорія та практикум: Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
15. Теверовський Б.З. Розрахунки пристроїв для очистки промислових газів від пилу. Навч. посібник. – НМК ВО, 1991.
16. Вінтонів І.С., Сопушинський І. М., Тайшінгер А. Деревинознавство: навч. посіб:2-е вид., доповн. Львів: Априорі. 2007. 321 с.
17. Войтович І.Г. Основи технології виробів з деревини: підручник. Львів: ТЗОВ «Країна ангелів», 2010. 305 с.
18. ДСТУ EN 1309-1-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання розмірів. Частина 1. Піломатеріали (EN 1309-1:1997, IDT) та ДСТУ.
19. ДСТУ EN 975-1-2001 Піломатеріали. Сортування листяної деревини за зовнішнім виглядом. Частина 1. Дуб і бук (EN 975-1:1995, IDT).
20. Wood Dust Exposure in Wood Industry and Forestry / Dinko Puntari, Ankica Kos, Zdenko Smit, Zeljko Zecic // Coll. Antropol. 29 (2005) 1: 207-211 UDC 612.21:611.24 Original scientific paper 207-211.
21. Erdiñç O. Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in bursa / O. Erdiñç, P. Kayihan // Turkey International journal of occupational medicine and environmental health 2009; 22(1):43-50.