

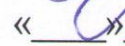
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

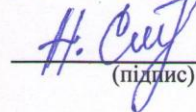
 Трохименко Г.Г.
«» 12 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему **«РОЗРОБКА ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА
МЕБЛЕВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

Виконала: студентка 6281м групи

 Бакланова Н.С.
(підпис)

Керівник: к.е.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 Літвак О.А.
(підпис)

Миколаїв – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

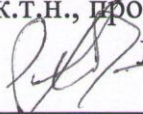
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

к.т.н., професор НУК

 Літвак С.М.

“ ” 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студентці Баклановій Надії Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Розробка природоохоронних заходів на меблевому виробництві»

Керівник роботи Літвак Ольга Анатоліївна, канд. екон. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора № 1108-УЧ від « 24 » жовтня 2024 року

2. Термін подання роботи: 20.12.2024

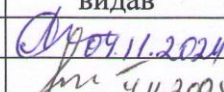
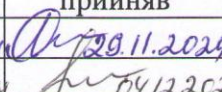
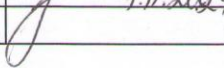
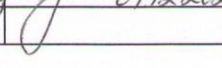
3. Вихідні дані по роботі: технічна документація, технологічні інструкції меблевої фабрики, нормативно-законодавчі акти, методичні рекомендації.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Екологічні проблеми меблевого виробництва. 2. Характеристика об'єкта дослідження. 3. Аналіз впливу виробничих процесів меблевої фабрики на компоненти довкілля. 4. Розробка комплексу природоохоронних заходів на меблевій фабриці. 5. Визначення економічної ефективності природоохоронного заходу. 6. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів: Презентація – 18 слайдів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Літвак О.А., к.е.н., доцент	 09.11.2024	 20.11.2024
6	Маринець О.М., к.т.н., доцент	 4.11.2024	 04.12.2024

7. Дата видачі завдання 15.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	15.09.2024	
2	Визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження	26.09.2024	
3	Складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел	05.10.2024	
4	Вивчення екологічних проблем меблевого виробництва	17.10.2024	
5	Характеристика об'єкта дослідження та проведення аналізу впливу виробничих процесів меблевої фабрики на компоненти довкілля	07.11.2024	
6	Розробка комплексу природоохоронних заходів на меблевій фабриці	25.11.2024	
7	Економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці	01.12.2024	
8	Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки	08.12.2024	
9	Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи	20.12.2024	
10	Захист кваліфікаційної роботи	23.12.2024	

Студентка


(підпис)

Бакланова Н.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Літвак О.А.
(прізвище та ініціали)

Анотація
до кваліфікаційної роботи «Розробка природоохоронних заходів на
меблевому виробництві»
студентки Бакланової Надії Сергіївни

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка впливу меблевого виробництва на навколишнє середовище та розробка природоохоронних заходів для оптимізації виробничих процесів і формування екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – меблева фабрика в контексті виявлення джерел забруднення та забезпечення заходів енергоефективності, ресурсозбереження і екологічної безпеки на різних етапах виробництва.

Предмет дослідження – розробка комплексу природоохоронних заходів для зниження антропогенного тиску на довкілля меблевого виробництва.

В роботі виконано аналіз ресурсного потенціалу для розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні. Розглянуто основні фактори ризику в галузі захисту довкілля, охорони здоров'я населення та промислової безпеки під час виробництва меблів. Подано загальну характеристику досліджуваної меблевої фабрики та опис технологічного процесу виробництва меблів. Проведено аналіз впливу виробничих процесів меблевої фабрики на компоненти довкілля. Вивчено сучасні технології очищення атмосферного повітря в меблевому виробництві та рекомендовано до впровадження нове пилоочисне обладнання в виробничих цехах фабрики з ефективністю очищення 99 %. Розроблено комплекс природоохоронних заходів на меблевій фабриці в контексті енергоефективності, ресурсозбереження та забезпечення екологічної безпеки. Виконано економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці. Розглянуто питання охорони праці та вимоги безпеки праці в умовах меблевого виробництва.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний зміст викладено на 90 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 15 рисунків, 16 таблиць. Список використаних джерел складається із 57 найменувань.

Ключові слова: меблеве виробництво, технологічний процес, забруднюючі речовини, деревний пил, формальдегід, поводження з відходами, пилоочисне обладнання, циклони, енергоефективність, ресурсозбереження, екологічна безпека.

Summary
to the qualification work «Development of environmental protection measures in
furniture production»
Baklanova Nadiia

The purpose of the qualification work is to assess the impact of furniture production on the environment and develop environmental protection measures to optimise production processes and ensure environmental safety.

The object of the study is a furniture factory in the context of identifying sources of pollution and ensuring measures of energy efficiency, resource conservation and environmental safety at various stages of production.

The subject of the study is the development of a set of environmental protection measures to reduce anthropogenic pressure on the environment of furniture production.

The paper analyses the resource potential for the development of the woodworking and furniture industry in Ukraine. The main risk factors in the field of environmental protection, public health and industrial safety in furniture production are considered. The general characteristics of the studied furniture factory and a description of the technological process of furniture production are presented. An analysis of the impact of the production processes of the furniture factory on environmental components is carried out. Modern technologies for cleaning atmospheric air in furniture production are studied and new dust-cleaning equipment with a cleaning efficiency of 99% is recommended for implementation in the production shops of the factory. A set of environmental protection measures has been developed for the furniture factory in the context of energy efficiency, resource conservation and environmental safety. The economic feasibility study of the introduction of new cleaning equipment at the furniture factory was carried out. The paper considers the issues of labour protection and labour safety requirements in the conditions of furniture production.

The qualification work consists of an introduction, six chapters, conclusions, and a list of references. The main content is presented on 90 pages of computer text, including 16 figures, 16 tables. The list of references of 57 titles.

Key words: furniture production, technological process, pollutants, wood dust, formaldehyde, waste management, dust removal equipment, cyclones, energy efficiency, resource saving, environmental safety.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА ...	10
1.1 Ресурсний потенціал для розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні	10
1.2 Основні фактори ризику в галузі захисту довкілля, охорони здоров'я населення та промислової безпеки під час виробництва меблів	13
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	18
2.1 Загальні відомості про підприємство	18
2.2 Сировина та матеріали, що використовуються у виробничому процесі	19
2.3 Опис технологічного процесу	29
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МЕБЛЕВОЇ ФАБРИКИ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ	32
3.1 Джерела забруднення атмосферного повітря на меблевій фабриці	32
3.2 Характеристика деревного пилу та формальдегіду як основних забруднювачів під час меблевого виробництва	34
3.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин	40
3.4 Стічні води меблевого виробництва	44
3.5 Відходи меблевої фабрики	45
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА МЕБЛЕВІЙ ФАБРИЦІ.....	49
4.1 Врахування різних аспектів при розробці природоохоронних заходів	49
4.2 Аналіз існуючих технологій очищення атмосферного повітря в меблевому виробництві.....	53
4.3 Впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці	60

4.4 Удосконалення технологічних процесів та використання сучасних екологічно безпечних матеріалів в контексті енергоефективності та ресурсозбереження	65
РОЗДІЛ 5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ	74
5.1 Критерії оцінки економічної ефективності впровадження природоохоронних заходів на меблевому виробництві	74
5.2 Економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці	75
РОДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	78
6.1 Загальні положення охорони праці	78
5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	79
6.3 Розрахунок системи освітлення цеху меблевої фабрики	82
6.4 Вимоги техніки безпеки та пожежної безпеки для працівників меблевого виробництва	84
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	91

ВСТУП

Актуальність теми. Меблеве виробництво відіграє важливу роль у сучасній економіці, задовольняючи потреби населення у предметах інтер'єру та забезпечуючи робочі місця. Проте поруч із економічної значимістю, ця галузь істотно впливає на довкілля. Виготовлення меблів є одним із основних процесів використання такого природного ресурсу як деревина. Процес виробництва меблів включає видобуток сировини, використання хімічних речовин для обробки деревини, виробництво різних матеріалів, а також енерговитратні технології, що веде до утворення значних обсягів відходів, викидів парникових газів та забруднення води та ґрунту.

Основною проблемою є те, що технологічні процеси меблевого виробництва пов'язані з виділенням в атмосферу шкідливих речовин: пилу, парів розчинників і розріджувачів, формальдегіду, оксиду вуглецю, оксидів азоту, аміаку, деревних відходів.

Екологічні проблеми неможливо вирішити без оцінки екологічних впливів промислового виробництва на навколишнє середовище, оскільки саме виробнича діяльність підприємств безпосередньо впливає на екологічну ситуацію і пов'язана з великими обсягами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, обсягами водоспоживання та скидів стічних вод, обсягами та хімічним складом відходів.

У цих умовах одним із пріоритетних завдань екологічної політики є зменшення негативного впливу комплексу на навколишнє середовище та забезпечення сталого та екологічно безпечного розвитку економіки.

Особливо актуальним стає питання раціонального використання природних ресурсів та мінімізації шкідливих впливів на екологію в умовах глобальних екологічних викликів, таких як зміна клімату та скорочення природних ресурсів. У зв'язку з цим дослідження впливу меблевого виробництва на навколишнє середовище і пошук рішень для його зниження набуває особливої значущості з погляду екологічної стійкості.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка впливу меблевого виробництва на навколишнє середовище та розробка природоохоронних заходів для оптимізації виробничих процесів і формування екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – меблева фабрика в контексті виявлення джерел забруднення та забезпечення заходів енергоефективності, ресурсозбереження і екологічної безпеки на різних етапах виробництва.

Предмет дослідження – розробка комплексу природоохоронних заходів для зниження антропогенного тиску на довкілля меблевого виробництва.

Для досягнення мети виконувались наступні **завдання**:

- виконати аналіз ресурсного потенціалу для розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні;
- розглянути основні фактори ризику в галузі захисту довкілля, охорони здоров'я населення та промислової безпеки під час виробництва меблів;
- надати загальну характеристику досліджуваної меблевої фабрики та опис технологічного процесу виробництва меблів;
- провести аналіз впливу виробничих процесів меблевої фабрики на компоненти довкілля;
- вивчити сучасні технології очищення атмосферного повітря в меблевому виробництві;
- надати рекомендації щодо впровадження нового пилоочисного обладнання в виробничих цехах фабрики;
- розробити комплекс природоохоронних заходів на меблевій фабриці в контексті енергоефективності, ресурсозбереження та забезпечення екологічної безпеки;
- виконати економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці;
- розглянути питання охорони праці та вимоги безпеки праці в умовах меблевого виробництва.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Ресурсний потенціал для розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні

Розвиток деревообробної та меблевої промисловості в Україні має велике економічне значення. Галузь забезпечує створення робочих місць, розвиток інфраструктури та експортний потенціал, особливо в контексті стратегії сталого розвитку.

Основні чинники розвитку наступні:

1. Ресурсний потенціал. Україна має значні лісові ресурси, що становлять близько 15,9% території країни (переважно у Карпатах та Поліссі). Це створює базу для забезпечення сировини.

2. Експортний потенціал. Деревообробна та меблева промисловість є важливим експортним сектором. Українські меблі та пиломатеріали користуються попитом на ринках ЄС, зокрема в Польщі, Німеччині та інших країнах.

3. Інновації та модернізація. Значна частина підприємств активно інвестує в нові технології, що сприяє підвищенню якості продукції та зниженню собівартості. В галузі застосовуються методи переробки відходів деревини, що відповідає принципам циркулярної економіки.

4. Інтеграція в європейські ринки. Угода про асоціацію з ЄС спрощує торгівлю та відкриває нові можливості для українських виробників меблів.

5. Державна підтримка. Існують програми, що спрямовані на розвиток деревообробної та меблевої промисловості, включаючи пільгові кредити та підтримку експорту.

Головними проблемами розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні є:

- незаконна вирубка лісів та недостатній контроль за лісовими ресурсами є серйозною проблемою.
- висока конкуренція на міжнародних ринках потребує інновацій та підвищення якості продукції.
- екологічні виклики пов'язані з необхідністю впровадження сталих практик управління лісовими ресурсами.

Загальна площа лісового фонду України становить – 10,4 млн га, із яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн га. Лісистість території країни становить 15,9%. За 50 років площа лісів зросла на 21%, а запас деревини майже у три рази. Запас деревини в лісах оцінюється в межах 2102 млн м³. Відбувається поступове збільшення запасу, що підтверджує значний економічний і природоохоронний потенціал лісів України [23].

Статистика заготівлі деревини в Україні свідчить про те, що останні роки зменшилися обсяги вирубки лісу як хвойних так і листяних порід (рис. 1.1).

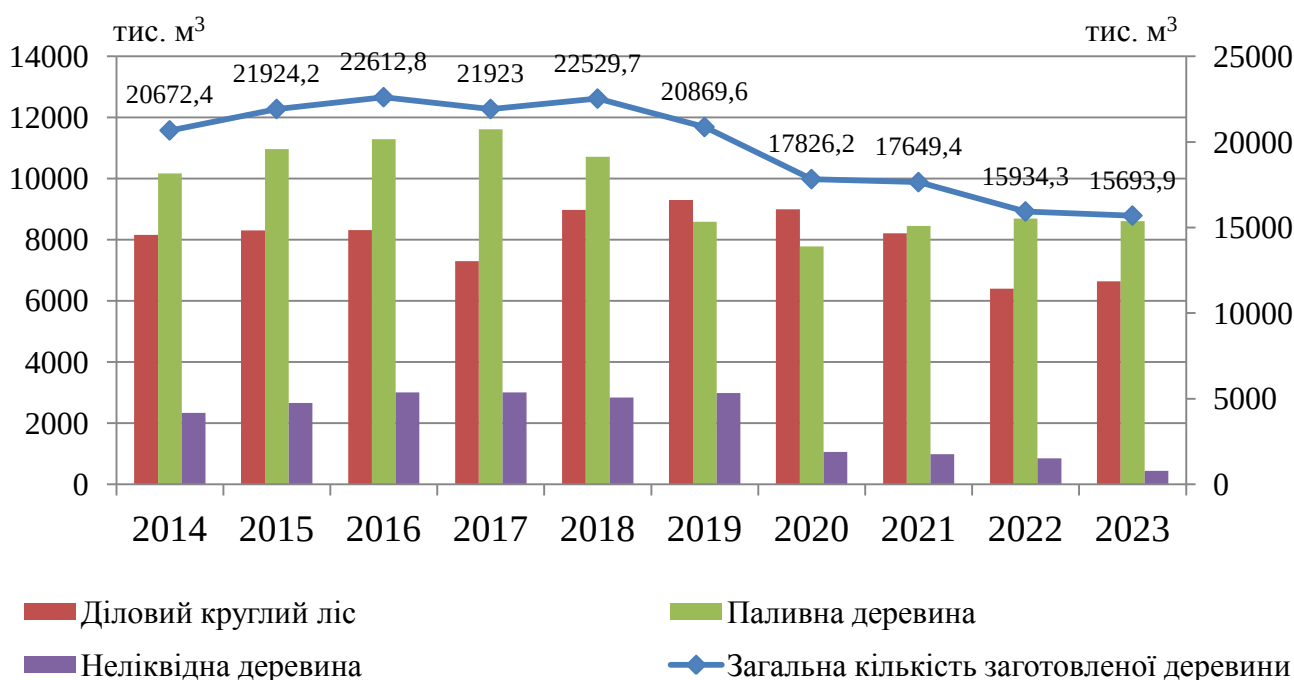


Рис. 1.1. Динаміка заготівлі деревини в лісах України [24]

Незаконна вирубка лісів є однією з найгостріших екологічних проблем в Україні. «За даними Державного агентства лісових ресурсів, в 2019 році обсяги незаконних рубок лісу склали 118 тисяч кубометрів (для порівняння, в 2018-му

було 17,7 тис. м³). Державі це завдало збитків на 814 млн гривень» [46]. Це явище має серйозні соціальні, економічні та екологічні наслідки. Основні причини проблеми:

- корупція та відсутність належного контролю. Багаторазово повідомлялося про корупційні схеми у сфері лісового господарства. Непрозорі дозволи на вирубку, підробка документів та хабарі сприяють незаконній вирубці. Часто незаконна діяльність залишається непоміченою через слабкий контроль з боку державних органів;

- економічні фактори. Вирубка лісу приносить значні прибутки, особливо на тлі високого попиту на деревину як в Україні, так і за кордоном. Це спонукає як місцевих підприємців, так і міжнародні компанії до незаконної експлуатації лісових ресурсів;

- експорт деревини. Високий попит на українську деревину на міжнародних ринках створює стимули для незаконної вирубки та контрабанди деревини. Незважаючи на існування законодавчих обмежень та мораторію на експорт лісу-кругляка, контрабанда досі є серйозною проблемою;

- негативні наслідки для стану навколишнього середовища. Незаконна вирубка лісів призводить до зниження біорізноманіття, деградації екосистем та зміни клімату. Вирубані ліси сприяють ерозії ґрунтів, що у свою чергу погіршує якість води в річках, посилює повені та інші природні катастрофи;

- соціальні наслідки. Лісові ресурси мають велике значення для місцевих громад, які залежать від лісів для забезпечення паливом, будівельними матеріалами та іншими ресурсами. Незаконна вирубка не лише шкодить навколишньому середовищу, але й позбавляє громади цих життєво важливих ресурсів;

- правові заходи. В Україні є закони, що регулюють вирубку лісів, але їх часто порушують. Недостатня кількість правоохоронців, слабка судова система та відсутність ефективних механізмів покарання для порушників лише погіршують ситуацію.

Для вирішення складної ситуації з незаконними вирубками лісу можна зазначити наступні напрями: посилення контролю за діяльністю у сфері лісового господарства через збільшення відповідальності за незаконну вирубку; боротьба з корупцією та створення прозорих механізмів для видачі дозволів на вирубку; запровадження сучасних технологій, таких як супутниковий моніторинг, для виявлення незаконних вирубок; підвищення обізнаності громадськості щодо екологічних наслідків незаконної вирубки.

Сталий розвиток лісового господарства та впровадження заходів збереження лісів є важливими для захисту природних ресурсів України, а також для формування потенціалу для подальшого розвитку деревообробної та меблевої галузі в Україні. Основними напрямками розвитку є:

- підвищення рівня автоматизації виробничих процесів.
- розширення ринків збуту через активне просування українських меблів на зовнішніх ринках.
- впровадження екологічних стандартів, зокрема сертифікації лісів FSC (Forest Stewardship Council) для їх збереження.

Таким чином, подальший розвиток деревообробної та меблевої промисловості в Україні повинен відбуватися за рахунок інновацій, модернізації та впровадження принципів сталого розвитку.

1.2 Основні фактори ризику в галузі захисту довкілля, охорони здоров'я населення та промислової безпеки під час виробництва меблів

Виробництво меблів та фурнітури з дерева та деревних матеріалів включає організацію поставок та зберігання деревини, деревообробне виробництво, консервування деревини, скріплення столярних виробів, склеювання деревини та остаточне складання готової продукції. У ланцюжку поставок ця галузь представляє етапи переробки та збуту. Ці процеси йдуть за етапами лісгосподарського, лісозаготівельного та деревообробного виробництва.

У секторі виробництва меблів та меблевої фурнітури використовується не тільки деревина, а й інші матеріали, такі як пластик, шкіра та метал.

Основні екологічні наслідки діяльності меблевої промисловості полягають у впливі на біорізноманіття та зміну клімату на етапі постачання лісоматеріалами, особливо якщо має місце недотримання принципів сталого ведення лісового господарства (наприклад, нелегальні лісозаготівлі та вирубування лісів).

Відповідальне лісокористування. Велике значення для зниження ризиків має відстеження продукції на всіх етапах ланцюжка поставок, а також закупівля матеріалів у лісових господарствах, які здійснюють екологічно відповідальне управління. Важливими інструментами управління ризиками та забезпечення постачання від підприємств, які дотримуються принципів сталого розвитку, є визнані в усьому світі схеми сертифікації, такі як сертифікація по системі Лісової Опікунської Ради (FSC) та Програма із затвердження схем лісової сертифікації (PEFC).

Сертифікація ланцюга поставок FSC підтверджує, що деревина, яка використовується у виробництві, постачається із відповідально керованих лісових господарств і простежується у всіх виробничих та торгових процесах – від керівника лісового господарства до виробника кінцевої продукції [47]. Зараз стандарт ведення лісового господарства FSC широко поширений по всьому світу. Наявність сертифікату FSC дозволяє реалізовувати деревину та вироби з неї на європейських та американських ринках [53].

В Україні вже 45 % лісів отримали FSC сертифікацію, а темпи зростання площ сертифікованих лісів – одні з найбільших в Європі. Станом на 1 вересня 2024 року сертифіковано 4,73 млн га лісів України [34]. Відповідальне лісокористування дозволить зберегти природні екосистеми та ефективно компенсувати кількість викидів, пов'язаних із виробництвом матеріалів з деревини.

Забруднення ґрунту та ґрунтових вод. При обробці матеріалів у процесі виробництва меблів та меблевої фурнітури можуть використовуватися

небезпечні речовини, у тому числі найрізноманітніші консерванти, бактерициди, пестициди, барвники, добавки з вмістом важких металів, дубильні речовини, знежирювальні засоби та очищувачі, речовини, що спінюють, формальдегід, розчинники, клейкі матеріали та вогнезахисні засоби. Ці речовини можуть призвести до забруднення навколишнього середовища під час транспортування, зберігання, виконання вантажно-розвантажувальних робіт та використання. Крім того, коли продукція прямує на полігон після закінчення терміну служби, може відбутися вимивання цих хімікатів у ґрунт.

Іноді використання деяких хімічних речовин, які застосовуються у виробництві меблів, заборонено на законодавчому рівні. До таких речовин відносяться, наприклад, хімікати з високим вмістом небезпечних складових, таких як миш'як, кадмій, хром або свинець. Ці елементи можуть завдати серйозної шкоди при потраплянні до екосистеми в процесі біоаккумуляції.

Зберігання мастил та хімікатів. Зазвичай у цехах з виробництва меблів використовуються такі хімікати, як клейкі матеріали та смоли, наприклад, сечовиноформальдегідні та фенолоформальдегідні смоли, паливно-мастильні матеріали, а також барабани з найрізноманітнішими добавками, розчинниками, деревообробними речовинами. Для зниження ризику забруднення ґрунту та поверхневих вод при безтарному зберіганні повинен бути передбачений вторинний захист.

Деревні відходи в процесі виробництва меблів призводять до забруднення атмосфери (тверді домішки в атмосфері), а також свідчать про нераціональне використання лісоматеріалів. До деревних відходів відносяться тирса і обрізки деревини, деревостружкових плит (ДСП) і найрізноманітніших деревноволокнистих плит (ДВП). Відходи утворюються при нераціональному розпилюванні та неправильному зберіганні деревини. Внаслідок недостатнього просушування деревини плити можуть потріскатися та стати непридатними для використання.

Удосконалення цих процесів виробничої діяльності дозволяє скорочувати витрати та знижувати негативний вплив на довкілля. Наприклад, із сухих

відходів деревини при їх склеюванні з використанням синтетичного клею можна отримати ДСП. В крайньому випадку, деревні обрізки можна використовувати як паливо (не слід для цього використовувати ламіновані матеріали, так як при спалюванні клей може утворювати токсичні сполуки).

Таким чином меблеве виробництво має значний вплив на навколишнє середовище, і цей вплив може бути як прямим, так і опосередкованим. Основні аспекти, які були зазначені вище, наведені у вигляді рис. 1.2.

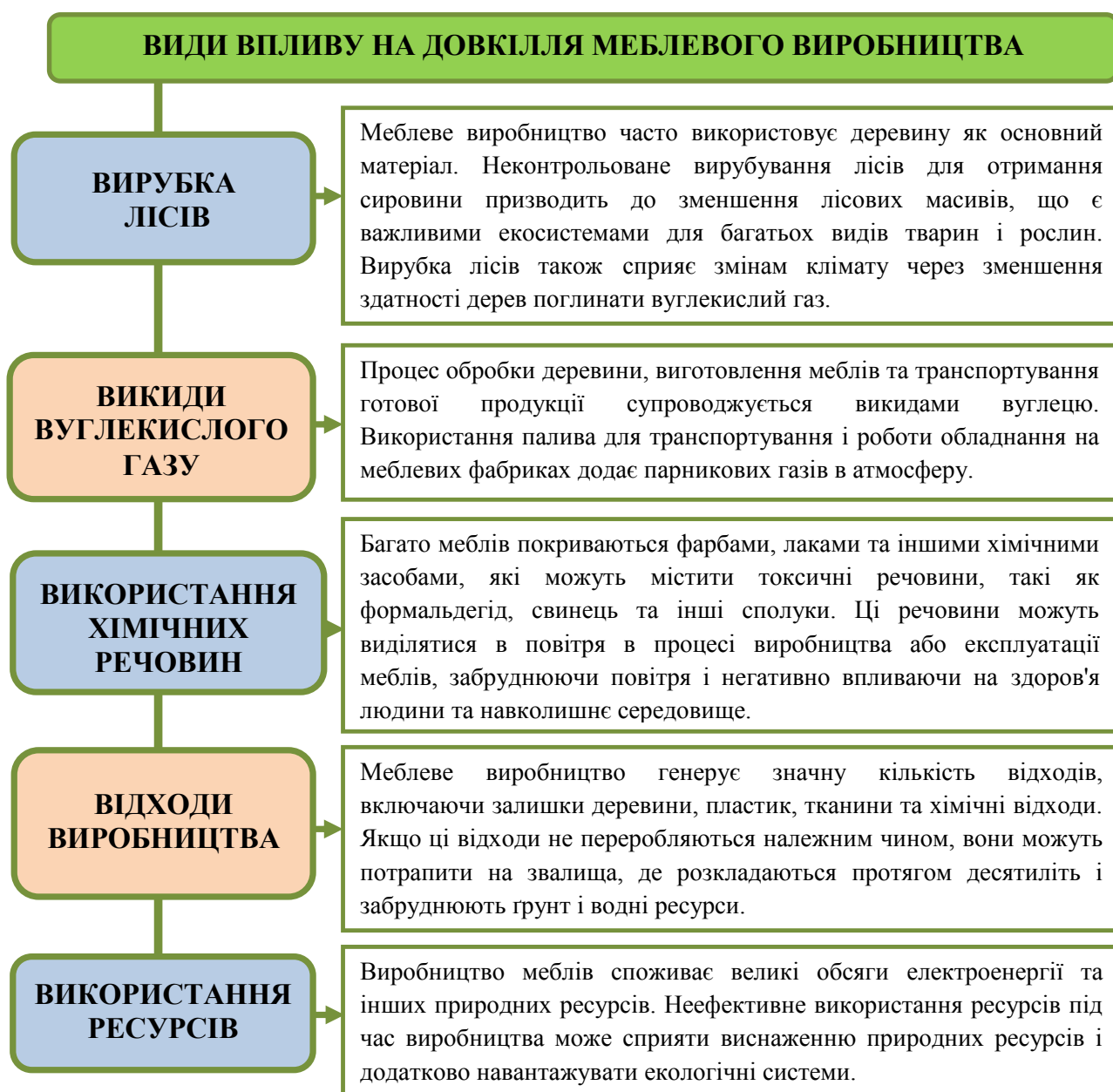


Рис. 1.2. Види впливу на довкілля меблевого виробництва

На даний момент в контексті досягнення цілей сталого розвитку важливим є відповідальне споживання та переробка вторинної сировини. У багатьох країнах меблеві компанії починають впроваджувати більш стійкі методи виробництва, включаючи використання відновлюваних джерел енергії та сировини, переробку матеріалів і створення меблів, які легко піддаються утилізації після закінчення їхнього життєвого циклу. Використання сертифікованої деревини, наприклад, FSC, допомагає зменшити негативний вплив на ліси. Ефективне впровадження принципів циркулярної економіки у виробництві меблів також може значно зменшити негативні наслідки для довкілля, зокрема за рахунок вторинної переробки матеріалів і подовження життєвого циклу продукції.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальні відомості про підприємство

Меблева фабрика розташована у місті Миколаєві, Миколаївської області. Основним напрямком діяльності підприємства є виготовлення корпусних меблів: кухні, шафи-купе, гардеробні, офісні меблі та інші меблі за індивідуальними розмірами та дизайном.

Загальна площа території меблевої фабрики становить 9650 м², включаючи під'їзні колії та прилеглу територію. Виробнича площа – 4254 м² (з них 2700 м² – виробничий корпус). Адміністративна будівля – 1050 м². Складські приміщення – 2107 м³.

Меблева фабрика знаходиться в промисловій зоні. Житлова забудова розташована на відстані 150 м від виробничого корпусу. За санітарною класифікацією меблеве виробництво віднесено до 5 класу, нормативна санітарно-захисна зона становить– 50 м.

Меблева фабрика має такі структурні підрозділи: виробничі цехи (рис. 2.1); складські приміщення; адміністративна будівля; гараж; котельня.



Рис. 2.1. Цех меблевої фабрики

2.2 Сировина та матеріали, що використовуються у виробничому процесі

У меблевому виробництві використовуються різноманітні сировина і матеріали, які забезпечують створення міцних, естетичних та функціональних меблів. Характеристика основних матеріалів наведена в таблиці 2.1. Ці матеріали можуть комбінуватися для досягнення різних цілей у дизайні, якості та вартості меблів.

Таблиця 2.1. Характеристика основної сировини і матеріалів, що використовуються у виробництві меблів

Назва сировини /матеріалу	Коротка характеристика
Деревина та деревні матеріали	Масив деревини – найпоширеніший і традиційний матеріал для виготовлення меблів. Використовуються різні породи дерев, такі як дуб, сосна, ясен, бук.
	Фанера – шаруватий матеріал з декількох шарів тонкої деревини. Використовується для виготовлення каркасів і основ меблів.
	ДСП (деревно-стружкова плита) – складена з деревної стружки та смол, використовується для виготовлення бюджетних меблів.
	МДФ (мілкодисперсна фракція деревини) – високоякісний аналог ДСП з більшою щільністю і гладкою поверхнею, яку легко обробляти.
Метали	Алюміній – легкий, але міцний матеріал для каркасів меблів, особливо в сучасному стилі.
	Сталь – використовується для створення міцних конструкцій та опор.
	Ковані елементи – додають декоративності меблям, особливо в класичних або ретро-стилях.
Пластмаса та полімери	Пластмаса використовується для виготовлення деталей, фурнітури, а також цілих меблевих конструкцій (наприклад, стільці, столики).
	Поліуретан використовується для створення м'яких частин меблів, таких як подушки та сидіння.
Скло та дзеркала	Загартоване скло – міцне та безпечне, часто використовується для стільниць або декоративних елементів.
	Дзеркала використовуються як декоративний елемент або в конструкції шаф-купе.
Фурнітура та додаткові матеріали	Шурупи, цвяхи, клейові з'єднання використовуються для збирання меблів.
	Лаки, фарби, олії – для захисту деревини та додання меблям бажаного вигляду.

Баланс сировини, що використовується в процесі виробництва меблевої фабрики наведений в табл. 2.2 і на рис. 2.2.

Таблиця 2.2 Обсяги споживання основної сировини і матеріалів на меблевій фабриці за рік

№ з/п	Найменування	Кількість
1	Пиломатеріали різних порід	4580 м ³ (3206 т)
1	Лаки для меблів	27725 кг
2	Розчинники	10350 кг
3	Фарба	5131 кг
4	Карбамідоформальдегідна смола	3520 кг
5	Клей	695 кг
6	Фанера	3063 м ³ (1838 т)
7	Метали	2290 кг
8	Пластмаси	780 кг



Рис. 2.2. Питома вага сировини і матеріалів у виробничому процесі меблевої фабрики

На меблевій фабриці кожна партія сировини та матеріалів забезпечені відповідними сертифікатами відповідності (якості, безпечності чи екологічності), які гарантує їх виробник.

В даний час існує безліч різних матеріалів для виготовлення меблів, але виробники намагаються застосовувати натуральні матеріали, поєднуючи їх із штучними. Меблі з природних матеріалів дозволяють тілу людини відчувати

максимальний комфорт. Людський організм при безпосередньому контакті краще переносить натуральні матеріали, ніж штучні.

Дерев'яний масив на сьогоднішній день є найдорожчим матеріалом у меблевому виробництві. Переваг цього матеріалу безліч: довговічність, екологічність, ексклюзивність. Але водночас деревина дуже складна в обробці. Кожен вид дерева потребує індивідуального підходу. Перш ніж надійти на виробництво, деревина повинна бути висушена без внутрішніх напруг і тріщин. На це потрібно багато часу, залежно від сорту деревини. Щоб матеріал не був схильний до гниття і грибків, його обробляють антисептиками. Раніше просочення проводилося оливковою олією, застосовувалося вимочування у водному розчині кухонної солі. Хвойні породи дерева піддаються знесмолюванню.

Основний фактор при виборі дерев'яних меблів – фактура деревини та її зовнішній вигляд. Візуально-естетичні якості деревини кожен вибирає собі самотійно, вони суб'єктивні, але механічні характеристики деревини можна визначити. Найголовніші характеристики, відмінні у кожного сорту, це міцність, деформованість, зносостійкість та твердість.

За твердістю деревина ділиться на м'яку, тверду та дуже тверду. До м'яких пород належать кедр, сосна, ялиця, липа, осика, верба, тополя, вільха, ялина, каштан. Модрина, береза, бук, дуб, ільм, платан, в'яз, клен, волоський горіх, горобина, ясен і яблуня відносяться до твердих пород. До дуже твердих пород дерева відносяться самшит, кизил, фісташкове дерево, тис і біла акація. Меблі з твердих порід найбільш зносостійкі. Але й у кожної з м'яких порід можна знайти властивості, що вигідно відрізняють їх від інших.

Сосна – м'яка деревина світлого кольору. Деревина стійка до гниття, чудово переносить коливання температур та вологості. Деревина чудово обробляється барвниками та лаками після знесмолювання. Ідеальний вік дерева для меблів із сосни – 100-150 років. Світлий колір натурального дерева оптично розсуває простір. Застосовується в корпусних та для виготовлення каркасу м'яких меблів, меблів для спалень. Меблі із сосни чудово підходить для

заміського будинку. Деревина сосни – недорогий матеріал, але при покупці меблів із сосни варто врахувати ступінь експлуатації. Якщо меблі з цієї деревини часто вдаряють, то вони будуть поцятковані вм'ятинами і подряпинами. Для створення в будинку атмосфери затишку, тепла і комфорту якнайкраще підійдуть меблі з сосни.

Акація – щільна та тверда деревина. Колір може бути від жовтуватого до зеленувато- або жовтувато-сірого. Має красиву текстуру з помітними смугами. Річні верстви чітко виділяються. Масив акації чудово підходить для виготовлення дачних меблів, а також для виготовлення ручок та фанерування. У тому числі роблять чудовий шпон для облицювання плит МДФ або виробів із малоцінних порід деревини. В обробці матеріал капризний. Деревина спочатку схильна до розтріскування, тому їй необхідні щадні режими сушіння. Акація має різноспрямовану текстуру – волокна в деревині розташовані назустріч один одному, як у червоного дерева, що суттєво ускладнює обробку. Легко гнеться та шліфується. Чудово витримує високу вологість.

Береза – тверда деревина, має жовтувато-білий, іноді коричневий колір. З масиву берези виготовляють практично все: ліжка, шафи, комоди, стільниці та стільці. Часто використовують березовий шпон, яким оздоблюють меблі. Береза підходить для найтонших декоративних робіт. Матеріал дуже слухняний, але, на жаль, недовговічний, схильний до гниття. Структура її оцінюється фахівцями досить високо. Через свою структуру береза дуже підходить для різного фарбування. Масив і шпон берези не становить великої складності в обробці.

Бук – шляхетна в'язка, пластична, тверда порода деревини. Дуже довговічна. Але, незважаючи на це, значно змінюється при усиханні і сильно жолобиться. Має колір від рожево-жовтого до червонувато-бурого. З бука виготовляють майже весь ряд меблів. Особливо він важливий, коли дерев'яний елемент потрібно зробити гнутою форми. Застосовується як шпон. Буковим шпоном покривають вироби із сосни чи ялинки. Добре обробляється нітро- та поліефірними лаками (практично не змінюючи кольору), воскуванням,

забарвлюється в різних розчинах та відбілюється. Бук – одне з дерев, що найбільш використовується в деревообробці. Меблі з бука традиційно є дешевшою альтернативою дубу. Деревина бука чудово підходить для виготовлення цінних меблів, так як дуже добре обробляється, шліфується і рівномірно тонується в будь-який колір, має гарний природний блиск. За рахунок дрібнішої текстури меблі з бука візуально виглядають м'якшими і теплішими.

Вишня – не дуже тверда порода оранжево-червоного кольору з коричневими лініями або рожево-коричневого, який згодом темніє. Використовується для виробництва ексклюзивних меблів, відмінно поєднується з різьбленням, скляними вітражами з оригінальним орнаментом і закругленими формами. Деревина вишні добре піддається всім видам обробки. Вишня дуже легко стругається, гнеться, лакується. Оброблена поверхня дуже гладка. Меблі з рожево-коричневої вишні виглядають надзвичайно декоративно, мають теплий відтінок.

Дуб – популярна в меблях деревина, має тверду текстуру, що темніє з роками. Дуже тверда, міцна. Має колір від жовтуватого до жовтувато-коричневого з сіруватим або зеленуватим відтінком; у натуральному кольорі трапляється рідко, зазвичай дуб підмарюють. Під впливом води деревина дуба стає темною, майже чорною. Така деревина отримала назву "морений дуб". Використовується частіше у вигляді масиву або шпону, ефектний у різьбленні. Темний морений дуб незамінний в інкрустації деревом по дереву. Деревина дуба має високу стійкість проти гниття; погано сприймає спиртовий лак та політуру, проте добре клеїться. Меблі з дуба люблять з давніх часів, за міцність, довговічність і дуже хороші естетичні якості – благородну текстуру з яскраво вираженими великими судинами кольору від світло-жовтого до червоно-бурого, що з часом темніють. Меблі з дуба завжди виглядають дуже респектабельними, і зробленими на віки. Чим старший вік дерева, тим міцніше вироби з нього (відповідний вік 150-200 років). При всій красі, дуб трохи похмурий, тому масивний гарнітур може виглядати в невеликій квартирі надто важко. Для

дубових меблів, незалежно від стилю, місця та часу виготовлення, характерні особлива міцність конструкції та масивність пропорцій. Майже завжди дубові меблі прикрашені рясним і різноманітним різьбленням.

Ясен – дерево з щільною текстурою, що нагадує дуб. Тяжка, тверда деревина ясеня відрізняється високою міцністю. Пластична, гнучка, має ніжні золотисті відтінки. Чудово гнеться. Деревина легко обробляється, трохи змінюється в об'ємі при висушуванні. На ясенових поверхнях добре виглядає різьблення. Масив із ясеня швидко шліфується. З нього виготовляють майже весь ряд меблів: меблі для кухні, спальні, дитячої кімнати, лазні. Багата текстура ясеня найкраще проявляється при поєднанні зі строгими, шляхетними формами меблів, надаючи їм привабливої витонченості. Меблі з ясеня за якістю та красою змагаються з меблями з червоного дерева.

Європейський кедр – деревина смолиста (масляниста), з гострим кедровим запахом. Має низьку щільність, але деревина його міцна та легка, світло-жовтого чи шоколадного кольорів. Текстури середнього розміру. Деревина кедра добре піддається обробці, хоча деякі труднощі викликають сучки та корові кишеньки. Легко висушується, але можливе невелике розтріскування та короблення. Деревина добре сприймає фарби та лаки, має гарну цвяхість. Виготовляють шафи, комоди. Рідко використовується в домашніх меблях, частіше в меблях для сауни, але в дуже обмеженій кількості – кедр, цінна порода. Деревина практично не деформується від вологи та не гниє.

Клен – деревина блілого тону з темними крученими волокнами, важка, щільна, тверда і міцна. Клен мало схильний до впливу цвілі, при усиханні майже не змінює форми. Використовується досить рідко, в основному для виготовлення дорогих меблів у вигляді шпону. З канадського клена виробляють шпон часом із дуже химерною текстурою під назвою «пташине око». Клен із «пташиним оком» – дерево блілого кольору з текстурою, що нагадує форми кіл навколо невеликих очей. Популярний матеріал для фанерування. Масив фарбують під самшит та акацію.

Липа – міцна та пластична, м'яка та однорідна. При зменшенні вологості деревини її твердість значно збільшується. При сушінні майже не коробиться і не розтріскується. Деревина має високу непроникність, її важко забарвити, але легко проморити. Липа стійка до впливу вологи, але схильна до червоточини. Білий колір, іноді з рожевим відтінком. Зазвичай повністю меблеві комплекти з липи не роблять, а лише виробляють різьблені елементи, оскільки вона добре обробляється різальними інструментами. Найкращу деревину дає південна липа; з неї переважно роблять моделі, а також усі різьблені вироби під позолоту.

Вільха – під впливом повітря свіжий біло-рожевий колір деревини набуває жовтувато-червоного відтінку. Після обробки його можна назвати світло-шоколадним із рожевим відтінком. Вільхова деревина м'яка і тендітна, чудово піддається обробці, полірується та фарбується. Особливість вільхи така, що після сушіння деревина мінімально зменшується у розмірі. Вільха однорідноструктурна, легко обробляється під горіх, червоне дерево. Зазвичай з вільхи виходять витончені легкі меблі, стінові панелі, арки, кабінетні меблі, тумби, спальні комплекти.

Горіх має тверду, щільну деревину від сіро-зеленого до червонувато-коричневого тонів, буває майже чорного кольору. Має прекрасну текстуру з невеликими темними напливами і порами. Найчастіше використовується як шпон або елемент з інкрустацією, різьбленням. Порода дорога. Найчастіше з горіха роблять ексклюзивні замовлення, а знайти готові вироби можна в антикварних лавках. Чорний горіх – найдорожчий за своєю красою та іншими якостями різновид горіха. Привозиться з Америки у двох різновидах: одна схожа на перський горіх (але темніша і твердіша), інша – дещо м'якша, масивніша і легша в обробці. Обидва різновиди однаково дорогі і застосовуються виключно для фанерування дорогих меблів та масивних різьблених прикрас.

Основними породами, що використовуються у циклі виробництва на досліджуваній меблевій фабриці є: сосна, дуб, бук, вільха (табл. 2.3). Кожна порода має свої неповторні властивості.

Таблиця 2.3. Характеристика основних порід деревини, що застосовується на меблевій фабриці

Найменування	Основні властивості	Зовнішні ознаки	Застосування у виробництві
Дуб	• Міцність і твердість. Дуб є одним з найміцніших та найтвердіших видів деревини, що забезпечує його тривалу експлуатацію. • Висока щільність. Дубова деревина має високу щільність (700-900 кг/м³), що додає їй стійкість до деформацій. • Стійкість до гниття. Завдяки високому вмісту дубильних речовин, дуб має природну стійкість до гниття та грибкових інфекцій. • Довговічність. В умовах правильної обробки та експлуатації дубові вироби можуть прослужити кілька століть. • Висока стійкість до вологи. Дуб добре переносить зміну вологості, хоча може набухати або всихати під її впливом. • Гарна оброблюваність. Деревина легко піддається обробці, хоча через її твердість робота з нею вимагає міцного інструменту.	• Колір. Деревина дуба має золотисто-коричневий колір, який може з часом темнішати. Молоді дерева мають світліший відтінок, а старші – насиченіший темно-коричневий. • Текстура. Дубова деревина має чітко виражену текстуру, що підкреслює природні кільця росту. Це додає деревині особливої привабливості для декоративних цілей. • Малюнок річних кілець. Дуб має чіткі та широкі річні кільця, які добре помітні на розрізах, що надає їй природного малюнку.	• Меблі. Через свою міцність, дуб широко використовується для виготовлення якісних і довговічних меблів. • Підлога. Паркет і дошки з дубу є одними з найпопулярніших завдяки зносостійкості та естетичності. • Будівельні матеріали. Використовується у виготовленні каркасів для будинків, дверей, віконних рам. • Бочки для витримки. Завдяки хімічним властивостям дубової деревини, її використовують для виготовлення бочок для вина та віскі. • Декоративні елементи. Через привабливий малюнок і текстуру дуб часто використовують для внутрішнього оздоблення приміщень, панелей, сходів. • Суднобудування. Історично дуб використовували в кораблебудуванні через його стійкість до вологи та гниття.
Бук	• Механічна міцність. Деревина бука має високу щільність та твердість. Це робить її стійкою до механічних навантажень та зносу. • Стабільність. Бук схильний до незначних змін у розмірах	• Колір. Світлий, світло-жовтий або кремовий відтінок, іноді з рожевим відтінком. З часом деревина може темнішати до світло-червонувато-	• Меблі. Виробництво гнутих меблів, стільців, столів та інших виробів завдяки хорошій гнучкості та міцності. • Будівельні матеріали. Використовується для виготовлення паркету,

	під впливом змін вологості, однак після обробки деревина стає досить стабільною. • Гнучкість. Завдяки своїй еластичності бук добре піддається паровій обробці і може згинатися без тріщин, що особливо цінно у виробництві гнутих меблів. • Твердість та зносостійкість. Деревина міцна та зносостійка, що робить її придатною для виготовлення підлоги та інших елементів з інтенсивним використанням. • Довговічність. Бук має середню довговічність у природних умовах, схильний до ураження грибком, тому потребує захисту при використанні на відкритому повітрі. • Висока щільність. Середня щільність сухої деревини бука становить близько 720–750 кг/м³.	коричневого кольору. • Текстура. Деревина бука має однорідну текстуру з дрібним зерном і малопомітними річними кільцями. • Візерунок. У бука зазвичай відсутні чіткі візерунки або вузли, що робить його гладким і рівномірним на вигляд. • Блиск. Має природний блиск після шліфування, що підвищує його естетичну привабливість.	сходів, дверей та інших внутрішніх оздоблювальних матеріалів. • Музичні інструменти. Завдяки своїм акустичним властивостям деревина бука використовується в деяких частинах музичних інструментів. • Посуд та кухонне приладдя. З бука часто виготовляють обробні дошки, ложки, лопатки тощо. • Промислове використання. Використовується для виробництва фанери, ДСП та інших композиційних матеріалів. • Паливо. Бук має високі теплоутворюючі властивості, тому використовується як паливо у вигляді дров або пелетів.
Сосна	• Щільність. Деревина сосни є середньо щільною. Її щільність варіюється від 400 до 550 кг/м³ залежно від породи і умов зростання дерева. • Міцність. Сосна має середню міцність на стиск, згин і розтяг. При цьому вона досить легко піддається обробці, що робить її придатною для різних будівельних та декоративних робіт. • Вологість. Як правило, свіжа сосна має високу вологість, тому її необхідно просувати перед використанням. Висушена деревина краще зберігає форму і менше схильна до деформацій. • Стійкість до гниття. Сосна не відзначається високою природною стійкістю до гниття, особливо в умовах підвищеної вологості. Тому для зовнішніх робіт її обробляють антисептиками та	• Колір. Свіжа деревина сосни має світлий жовтуватий або кремовий колір. З часом під дією світла вона може ставати темнішою та набувати червонуватих відтінків. • Текстура. Текстура соснової деревини чітка з видимими річними кільцями. Зовнішній вигляд залежить від зони зрізу – на радіальному зрізі річні кільця виглядають як паралельні смуги, а на тангентальному – як дуги чи хвилі. • Вузли. Сосна має багато сучків, які можуть бути як естетичним елементом, так і недоліком, якщо сучки погано	• Будівництво. Завдяки легкості обробки та доступності сосна широко використовується в будівництві для виготовлення бруса, балок, дощок, перекриттів, підлоги тощо. • Меблева промисловість. Соснова деревина часто використовується для виготовлення меблів середнього цінового сегмента, дверей, підвіконь та інших елементів інтер'єру. • Оздоблення. Завдяки гарному зовнішньому вигляду сосну використовують для внутрішнього оздоблення приміщень, зокрема для виготовлення вагонки, панелей, декоративних елементів. • Тара та пакувальні матеріали. Соснову деревину часто застосовують для

	іншими захисними засобами. • Смолистість. Сосна є смолистою породою, особливо в зонах ближче до серцевини. Це може бути перевагою для деяких застосувань, оскільки смола підвищує вологостійкість.	прикріплені до деревини.	виготовлення ящиків, палет і контейнерів через її легкість і доступність. • Целюлозно-паперова промисловість. З сосни виготовляють целюлозу для виробництва паперу та картону.
Вільха	• Твердість. Деревина вільхи м'яка, але при цьому досить міцна. Її твердість значно менша порівняно з дубом або ясенем. • Невисока щільність – близько 520-580 кг/м³ для чорної вільхи, що робить її легкою в обробці. • Стабільність. Вільха добре тримає форму при висиханні і мало схильна до деформацій. Деревина легко сохне без значної появи тріщин. • Текстура. Деревина має рівномірну дрібнозернисту структуру, без яскраво виражених річних кілець. • Колір. Свіжозрубане дерево має білий або світло-жовтий колір, але при сушінні набуває приємного червонувато-оранжевого відтінку. З часом деревина може темніти, набуваючи коричневого кольору. • Стійкість до вологи. Вільха не має природної стійкості до гниття, проте добре витримує контакти з водою, особливо після обробки спеціальними засобами.	• Колір. Світлий із червонуватим відтінком, який з часом темніє. • Текстура. Рівна і гладка, з невеликими пористими елементами. • Малюнок. Непомітний, без виразних кілець, що надає деревині однорідного вигляду.	• Меблева промисловість. Завдяки своїй м'якості, легкості в обробці та однорідній текстурі вільха є популярною для виготовлення меблів. • Столярні вироби. Вільху використовують для виготовлення дверей, віконних рам, плінтусів та інших декоративних елементів. • Різьблення по дереву. Легкість обробки робить вільху популярним матеріалом для різьблення та виготовлення декоративних виробів. • Обшивка. Деревина вільхи використовується для внутрішньої обробки приміщень (стінові панелі, обшивка саун). • Суднобудування. У старовину вільха використовувалася для виготовлення човнів, оскільки добре витримує воду після відповідної обробки. • Фанера і плитні матеріали. Деревина вільхи часто використовується для виробництва фанери та інших плитних матеріалів. • Тара. Вільха також застосовується для виготовлення тари, зокрема ящиків та контейнерів.

Наведені в табл. 2.3 породи деревини використовуються в меблевій промисловості залежно від характеристик виробу, вартості та бажаного

зовнішнього вигляду. Питома вага та річні обсяги використання деревини за видами порід наведено на рис. 2.3, рис. 2.4.

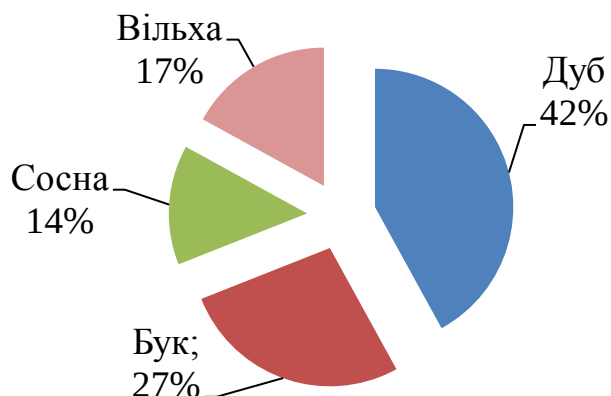


Рис. 2.3. Питома вага різних порід деревини, що використовуються на меблевій фабриці

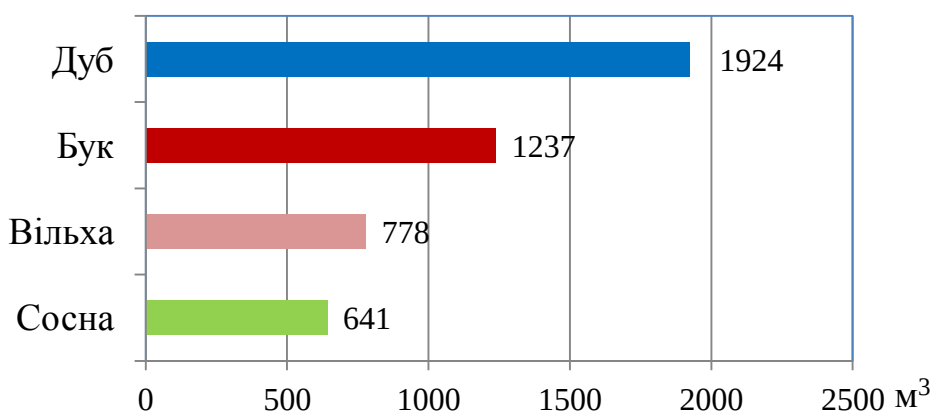


Рис. 2.4. Обсяги використання різних порід деревини на меблевій фабриці

2.3 Опис технологічного процесу

Виробництво меблів із деревини, фанери та деревинно-стружкових плит складається з кількох технологічних етапів.

1. Проектування:

- створення дизайну та технічних креслень меблів із урахуванням габаритів, ергономіки та функціональності.

2. Підготовка матеріалів:

- вибір і підготовка сировини, такої як масив деревини, ДСП, МДФ, фанера;

- матеріали можуть бути ламіновані або оброблені іншим способом (наприклад, шпоном).

3. Розкрій:

- розпилювання листів ДСП або деревини на необхідні деталі згідно з кресленнями.

4. Кромкування:

- на деталі з ДСП наклеюються крайки (зазвичай пластикові або ПВХ) для захисту країв і покращення зовнішнього вигляду.

5. Свердління та підготовка отворів:

- свердляться отвори для майбутнього з'єднання деталей, кріплень та фурнітури.

6. Збірка меблів:

- деталі збираються за допомогою кріплень (шурупів, шкантів, металевих з'єднань);

- монтується фурнітура: ручки, завіси, механізми висувних ящиків тощо.

7. Оздоблення:

- додаткова обробка меблів: фарбування, лакування або ламінування;

- у разі використання дерев'яних матеріалів – шліфування, полірування, покриття захисними засобами.

8. Контроль якості:

- перевірка готового виробу на відповідність стандартам якості та дизайну.

9. Упаковка:

- меблі пакуються для транспортування, що запобігає їх пошкодженню.

Технологічні етапи меблевого виробництва регламентуються стандартами, де встановлено вимоги до матеріалів, якості виготовлення меблів, правил його перевірки, а також надано рекомендації з маркування, упаковки,

транспортування та зберігання. Крім цього, низка вимог висувається до продукції:

- функціональні вимоги. Меблі повинні відповідати цільовому призначенню та умовам експлуатації. Тому при розробці повинні розраховуватись найбільш раціональні розміри та інші характеристики, які можуть вплинути на рівень комфорту під час використання;

- ергономічні. Ці вимоги розглядають меблі у контексті організації простору, зручного зберігання предметів, оптимального розташування тіла людини з погляду анатомії, обмеження впливу шкідливих впливів тощо;

- конструктивні. Вони встановлені з метою покращення конструкцій меблів, у тому числі її стійкості та міцності, оптимальності з'єднань та експлуатаційної надійності. Простота конструкції меблів та її окремих елементів впливає на експлуатаційні властивості, а від матеріалів залежить міцність, термін служби, економічність і вага.

До основних факторів ефективності та рентабельності виробництва меблів належить виробниче обладнання. У базовий список входять:

- кромкооблицювальний верстат. Він необхідний для фінальної обробки торцевих поверхонь панелей із різних деревних матеріалів;

- верстат форматно-розкрюювального типу. Дозволяє виконати безліч завдань від підрізування в розмір дощок, до розкривання великих листів різних матеріалів. Існує кілька різновидів подібних верстатів, тому можна вибрати обладнання, яке відповідає технології конкретного виробництва;

- рейсмус. Це стругальне обладнання, яке призначене для виготовлення дощок та обробки виробів із деревини. Воно допомагає усунути дефекти на поверхні і надавати їм потрібну форму;

- верстат чотиристороннього типу. Він поєднує кілька функцій: розпил матеріалу по довжині, створення потрібного профілю, зняття стружки, вертикальний зріз;

- свердлильно-присадні установки, які необхідні для створення отворів у заготовках.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МЕБЛЕВОЇ ФАБРИКИ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

3.1 Джерела забруднення атмосферного повітря на меблевій фабриці

Забруднення атмосферного повітря на меблевому виробництві пов'язане з кількома основними процесами, що включають різні хімічні речовини і пилові частинки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Характеристика забруднюючих речовин, що утворюються під час технологічних процесів на меблевій фабриці

Вид забруднення	Технологічний процес	Забруднюючі речовини /процеси	Наслідки забруднення
Пил	Обробка деревини (розпилювання, шліфування, свердління та інші механічні операції).	Деревний пил, який складається з дрібних частинок деревини, клею та лаків.	Може викликати респіраторні захворювання та алергії.
Леткі органічні сполуки (ЛОС)	Використання клеїв, лаків, фарб, розчинників і інших хімічних речовин для обробки деревини та фінальної обробки меблів.	Формальдегід, толуол, бензол, ксилол, ацетон та інші хімічні сполуки.	ЛОС можуть бути токсичними, спричиняти головний біль, подразнення очей та шкіри, а також мати канцерогенні властивості.
Формальдегід	Використання клеїв на основі сечовино-формальдегідних смол, які використовуються для склеювання деревних плит (ДСП, МДФ).	Формальдегід.	Відомий канцероген, що впливає на дихальну систему та може викликати серйозні захворювання при тривалому впливі.
Пари розчинників	Використання хімічних розчинників для розбавлення лаків, фарб та інших покриттів.	Різні органічні сполуки, включаючи вуглеводні.	Можуть викликати токсичні ефекти на нервову систему, дихальні шляхи та шкіру.

Викиди від фарбування та лакування	Нанесення покриттів на меблі, що включають лаки, фарби та полімери.	Аерозолі, ЛОС, тверді частинки.	Ці викиди можуть погіршувати якість повітря в приміщенні та на виробництві, а також спричиняти хронічні захворювання органів дихання.
Пластмаси та полімери	Використання пластмас для декоративних елементів або композитних матеріалів.	Мікропластик, токсичні гази під час термічної обробки.	Можуть мати шкідливий вплив на дихальну систему.
Викиди від технологічного обладнання	Робота виробничого обладнання (електродвигуни, системи вентиляції, компресори).	Викиди озону, оксидів азоту, шумове забруднення	Можуть негативно впливати на навколишнє середовище.
Термічне оброблення та сушка деревини	Сушка деревини в спеціальних камерах	Вуглекислий газ, оксиди азоту, леткі органічні сполуки	Ці викиди впливають на глобальне потепління та забруднення повітря.

Перелік джерел забруднення за видами обладнання наведений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Визначення джерел забруднення та забруднюючих речовин на території меблевої фабрики

Номер і назва джерела забруднення	Перелік забруднюючих речовин	Додаткові відомості про наявність очисного обладнання
Джерело 01. Фарбувальна камера «КАМІ»	Ксилол, толуол, бутанол, етанол, етилцеллозольв, бутилацетат, етилацетат, ацетон, аерозоль фарби	Джерело оснащено кокосово-волокнистим фільтром CORAL для фарбувального матеріалу з водяною завісою ZINCOVELO. Ефективність очищення 91 %
Джерело 02. Фарбувальна камера «КАМІ»	Ксилол, толуол, бутанол, етанол, етилцеллозольв, бутилацетат, етилацетат, ацетон, аерозоль фарби	Джерело оснащено кокосово-волокнистим фільтром CORAL для фарбувального матеріалу з водяною завісою ZINCOVELO. Ефективність очищення 91 %

Джерела 03. Камера сушіння	Ксилол, бутанол, етилцелюлозольв, бутилацетат, ацетон.	—
Джерела 04. Камера сушіння	Ксилол, бутанол, етилцелюлозольв, бутилацетат, ацетон.	—
Джерело 05. Свердлильний верстат-4 шт., пила розкроювальна – 3 шт.; фрезерний верстат – 6 шт.; токарний верстат – 7 шт.; шліфувальний верстат – 12 шт.	Пил деревний, аерозоль фарби	—
Джерело 06. Калювальний верстат, Фугувальний верстат, Рейсмусовий верстат (очистка викидів за допомогою пилоосадної камери)	Пил деревний	Джерело оснащено пилогазоочисним обладнанням – інерційний пиловловлювач. Ефективність очищення становить 70%.
Джерело 07. Пристрої для склеювання блоків дерев'яних виробів	Вінілацетат, оцтова кислота	—
Джерело 08. Котельня з твердопаливними котлами Kalvis 320	Зола, окис вуглецю, оксиди азоту, вуглекислий газ, метан	Джерело оснащено газоочисним обладнанням – золовловлювач ЗУ. Ефективність очищення 85%.

3.2 Характеристика деревного пилу та формальдегіду як основних забруднювачів під час меблевого виробництва

Деревний пил, що утворюється при виробництві меблів є серйозним забруднювачем довкілля. Його вплив можна охарактеризувати з кількох основних точок зору.

1. *Хімічний склад і вплив на атмосферу.* Деревний пил складається з дрібнодисперсних часток деревини, які можуть містити різні органічні речовини, такі як смоли, масла, і, у випадку виробництва ДСП, синтетичні зв'язуючі (наприклад, формальдегіди). При попаданні у повітря, пил здатний створювати небезпеку для здоров'я людей, спричиняючи респіраторні

захворювання, алергічні реакції і навіть ризик розвитку онкологічних захворювань через вдихання токсичних речовин.

2. *Механічні властивості пилу і осідання.* Дрібнодисперсні частки пилу легко піднімаються в повітря і можуть розповсюджуватися на значні відстані, осідаючи на поверхнях як усередині приміщень, так і на відкритому повітрі. Цей пил може накопичуватись у вентиляційних системах, на робочих поверхнях і обладнанні, що потребує регулярного очищення та підвищує ризику техногенних аварій, таких як займання пилу.

3. *Вплив на водні ресурси.* Деревний пил може потрапляти у водойми та ґрунт через промислові стоки або атмосферне осідання. Це призводить до забруднення водних ресурсів, впливу на якість води та ґрунту, що своєю чергою може негативно позначатися на біорізноманітті, зокрема на рибних запасах і рослинності.

4. *Екологічні аспекти утилізації.* Належна утилізація деревного пилу є проблемою для меблевих виробництв. Його накопичення на полігонах створює додаткові екологічні ризики, такі як виділення токсичних речовин у повітря або ґрунт. Сучасні тенденції включають використання пилу як вторинної сировини для виробництва біоенергетичних продуктів або композитних матеріалів.

5. *Нормативне регулювання.* У багатьох країнах існують жорсткі нормативи, що регулюють рівні допустимого вмісту деревного пилу в атмосфері та встановлюють правила щодо безпечної утилізації промислових відходів. Зменшення викидів пилу та впровадження ефективних фільтраційних систем на виробництвах є ключовим завданням для зменшення його негативного впливу на довкілля.

Формальдегід – летка органічна сполука у вигляді безбарвного газу з їдким неприємним запахом. Формальдегід (метаналь, мурашиний альдегід) відноситься до високотоксичних речовин, добре розчиняється як у воді, так і в спирті. Хімічна формула – CH_2O .

Отруйний газ здатний завдати значної шкоди людині. Великого ризику наражаються працівники підприємств, на яких використовується метаналь.

Необережність або недотримання техніки безпеки можуть призвести до того, що токсичний газ потрапить до організму під час вдихання пари. А тривале вдихання таких парів призведе до ниркової та печінкової недостатності, алергічних висипань на шкірі та слизових оболонок, з'являться збої в роботі дихальної та нервової системи, збільшаться ризики розвитку ракових захворювань. Формальдегід сильно впливає на нервову систему і викликає алергічні реакції з мутагенними властивостями, тобто. речовина здатна викликати матування клітин організму людини, що в свою чергу спричиняє безліч захворювань таких як онкологія дихальних шляхів, лейкемія та багато іншого (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Вплив концентрації формальдегіда на стан здоров'я людини

Вплив	Концентрація
Відсутність негативного впливу	0–0,05
Нейрофізіологічні ефекти	0,05–1,5
Поряг нюху	0,05–1,0
Сльозоточення, головний біль	0,1–2,0
Роздратування верхніх відділів дихальних шляхів, нудота	0,1–25
Роздратування нижніх відділів дихальних шляхів, нудота, блювання	5–30
Набряк легень	50–100
Смерть чи анафілактичний шок	Більше 100

Депресивний пригнічений психічний стан, мігрень, головний біль, а також задишка – це ознаки багаторазового впливу формальдегіду на організм людини, тобто. отруєння. У великих концентраціях формальдегід здатний спричинити анафілактичний шок від зупинки дихання.

У разі отруєння парами формальдегіду виявляються симптоми: кон'юнктивіт, набряк носоглотки та запалення або легенів. При гострому отруєнні парами проявляються симптоми: кон'юнктивіт, утруднене дихання,

гострий бронхіт, аж до набряку легень. Поступово нарастають ознаки ураження центральної нервової системи (запаморочення, почуття страху, хитка хода, судоми).

Якщо формальдегід потрапляє в організм людини через рот, то може викликати серйозні хімічні опіки та набряки протягом усього травного тракту, а також набряк легень та зупинку дихання.

Формальдегід дуже токсичний: прийом внутрішньо 60-90 мл вважається смертельним для людини. Ознаки отруєння при потраплянні всередину формальдегіду: блідість, занепад сил, неадекватний стан, депресія, утруднене дихання-задишка, біль голови, болі в шлунку, судоми ночами.

При отруєнні від потрапляння в стравохід можливі опік слизових оболонок травного тракту (печіння, біль у глотці, по ходу стравоходу, у шлунку, блювота кривавими масами, пронос), анурія. Можливі набряк гортані і внаслідок рефлекторна зупинка дихання.

Отже, формальдегід в меблях, так само як і в інших предметах становить велику небезпеку, але, незважаючи на шкоду, що завдається здоров'ю організму, без формальдегіду не зможуть існувати багато видів сучасної промисловості, особливо хімічна та лісова.

Формальдегід грає велику роль у виробництві більшості сортів пластику, але більша його частина застосовується при виготовленні ДВП, ДСП і МДФ, які знайшли своє застосування в більшості предметів, що оточують життя людини, цим пояснюється зміст формальдегіду в меблів. Вміст формальдегіду в деревностружкових плитах суттєво здешевлює виробництво, тому токсична смола на основі формальдегіду становить до 18% від маси ДСП.

Формальдегід з меблів та інших предметах з ДВП вільно виділяється у повітря, що природно збільшує концентрацію небезпечної речовини у навколишньому середовищі до небезпечного значення.

На даний момент оздоблювальні панелі, меблі з ДСП, так само як і лакофарбові матеріали, що використовуються в обробці та виробництві меблів – це основні джерела формальдегіду у житлових будинках.

Залежно від температури навколишнього повітря та вологості в приміщенні залежить швидкість процесу виділення формальдегіду, що міститься в меблів та панелях, але процес виділення ніколи не зупиняється повністю.

Виділення формальдегіду навіть у невеликих кількостях, спричиняє сильні забруднення навколишнього середовища, залежить це не тільки від обсягів та кількості об'єктів, що виділяють небезпечну речовину, а й від загального температурного середовища та вологості у приміщенні. Вважається, що підвищення температури повітря на кожні 5°C, починаючи з 18°C, провокує зростання концентрації токсину в півтора рази. Збільшення чи зменшення відносної вологості має набагато менший вплив на цей фактор.

На додаток до низької вологості, нижчий вміст формальдегіду в зимовий час спричинений збільшенням вентиляції, яка у свою чергу знижує вміст формальдегіду в повітрі приміщень. Збільшення вентиляції взимку пов'язане з більшою різницею температури всередині і зовні приміщення і як наслідок сильнішими струмами повітря. Чим більша різниця температур між внутрішньою та зовнішньою частиною будівлі, тим нижчий рівень формальдегіду в повітрі і навпаки, менша різниця температур підвищує концентрацію формальдегіду. Найбільш висока концентрація формальдегіду у повітрі у весняно-осінній період.

Доведено, що формальдегід в зимовий період на північних широтах виділяється в повітря значно меншою мірою, що власне пов'язано з великими перепадами температур усередині та зовні будівель, а внаслідок збільшення вентиляції у приміщеннях.

Максимальні значення концентрація формальдегіду в повітрі, як правило, досягаються при теплих, вологих умовах, особливо в закритих приміщеннях, що не провітрюються і мало провітрюються. Підвищена концентрація формальдегіду може очікуватися у північних районах навесні та восени, коли приміщення погано провітрюються. Якщо в літні місяці приміщення

провітрюють, відкриваючи вікна, або ж навесні, влітку та восени, якщо використовуються кондиціонери, концентрація формальдегіду знижується.

Зменшити вплив речовини на організм людини тяжко через високу токсичність формальдегіду, обумовлено це тим, що, при попаданні організм людини, газ змінює свою структуру і перетворюючись або на мурашину кислоту, або на метанол. Тому місць з підвищеним вмістом формальдегіду краще просто уникати, або намагатися проводити там мінімум часу, такі місця – це автомобільні пробки, промислові зони, приміщення, що слабо провітрюються.

Враховуючи той факт, що формальдегід у меблів, виготовлених з ДСП або ДВП, буде присутнім завжди (оскільки це здешевлює її собівартість), для того щоб знизити концентрацію токсичних речовин у будинку, потрібно використовувати найбільш безпечні матеріали при побудові будівель-споруд, виключають проблему змісту формальдегіду в меблях, так як знизять його концентрацію у приміщенні. Більшість кімнатних рослин мають властивості поглинати речовину, що накопичилася в повітрі.

Для того, щоб знизити вміст формальдегіду, слід вибирати меблі, виготовлені з чистого дерева, а не з ДСП, ДВП і фанери. Але за наявності у будинку виробів, що містять формальдегід, знизити його концентрацію у повітрі допоможе: постійна вентиляція, зниження вологості та прохолодна температура у приміщенні. Подібні заходи не в змозі повністю огородити людину від негативного впливу формальдегіду, але вони хоча б дадуть організму час відновиться від впливу токсинів.

3.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин

Розрахунок утворення забруднюючих речовин при зберіганні деревної тріски

Зберігання деревної тріски здійснюється на складі. Для розрахунків використовується методика розрахунку викидів від неорганізованих джерел.

Розрахунок викидів виконується за наступною формулою:

$$q = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot G \cdot 10^6 \cdot B'}{3600} + k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot q' \cdot F \text{ т/рік,}$$

де k_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі, $k_1 = 0,04$;

k_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль, $k_2 = 0,01$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови $k_3 = 1$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності від зовнішнього впливу, $k_4 = 1$;

k_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $k_5 = 0,8$;

k_6 – коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу, що складується, $k_6 = 1,5$;

F – поверхня запилення, $F = 12188,64 \text{ м}^2$;

q' – винесення пилу з 1 м^2 фактичної поверхні, $q' = 0,003$;

G – сумарна кількість перероблюваного матеріалу, $G = 0,75 \text{ т/год}$;

B' – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання, $B' = 1,5$.

$$q = \frac{0,04 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 10^6 \cdot 1,5}{3600} + 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 0,003 \cdot 12188,64 \\ = 44,267 \text{ т/рік}$$

Розрахунок утворення забруднюючих речовин при заготівлі тріски

Розрахунок річної маси викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що утворюються при подрібненні деревної щепи виконується за формулою:

$$M = 1,15 \cdot V_{\text{відх}} \cdot \gamma_m \cdot K_{\text{пт}} \cdot K_o \cdot 10^{-5}, \text{ т/рік,}$$

де 1,15 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність завантаження технологічного обладнання;

$V_{\text{відх}}$ – валовий вихід подрібнених відходів (за щільною деревиною), $\text{м}^3/\text{рік}$;

$\gamma_{\text{м}}$ – середня об'ємна маса матеріала, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$K_{\text{пт}}$ – вміст пилу в трісці, %;

K_0 – ефективність локального очисного обладнання, в частках одиниці.

Розрахунок максимального разового викиду забруднюючих речовин в атмосферу при виробництві тріски виконується за формулою:

$$G = 1,15 \cdot V'_{\text{відх}} \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot K_{\text{пт}} \cdot K_0 \cdot K_{\text{п}} \cdot 10/3600, \text{ г/с},$$

де $V'_{\text{відх}}$ – максимальний вихід подрібнених відходів, $\text{м}^3/\text{год}$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт приведення потужності викиду до 20-ти хвилинного часового інтервалу.

$$M = 1,15 \cdot 34000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,7 \cdot 10^{-5} = 0,55, \text{ т/рік},$$

$$G = 1,15 \cdot 335 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 10/3600 = 1,50 \text{ г/с}.$$

Розрахунок викидів забруднюючих речовин при роботі твердопаливних котлів в котельні меблевої фабрики

Розрахунок виконаний на підставі ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення» [13].

Максимальні разові і валові кількості викидів забруднюючих речовин визначаються за формулою:

$$M_i = 10^{-6} \cdot k_i \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot B, \text{ г/сек, т/рік}$$

де k_i – показник емісії і-гої забруднюючої речовини, $\text{г}/\text{ГДж}$;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 10,93 \text{ МДж/кг}$ – масова нижня теплота згоряння деревної тріски;

B – витрата палива за розглянутий проміжок часу, г/с , т/рік .

Всього за рік використовується 510 т деревних відходів на опалення та гаряче постачання виробничих та адміністративного приміщення меблевої фабрики. Таким чином масова витрата палива складає:

$B_{\text{рік}} = 510,84 \text{ т/рік}$ – річна витрата палива;

$B_{\text{год}} = 215 \text{ кг/год}$ – годинна витрата палива;

$B_{\text{сек}} = 59,72 \text{ г/с}$ – секундна витрата палива.

Показники емісії забруднюючих речовин при спалюванні деревних відходів (тріски, тирси, деревного пилу тощо) є узагальними та наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Питомі викиди забруднюючих речовин при спалюванні деревини

№ з/п	Назва речовини		Показник емісії, г/ГДж
1	Вуглецю окис	CO	195
2	Оксид азоту	NO ₂	200
3	Двоокис вуглецю	CO ₂	103143,63
4	Оксид діазоту	N ₂ O	4,0
5	Метан	CH ₄	5,0
6	Сажа	—	1309,356

Максимальні разова кількість викидів становить :

$$M_{CO}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 195 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 0,1273 \text{ г/с};$$

$$M_{NO_2}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 0,1305 \text{ г/с};$$

$$M_{N_2O}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 0,002611 \text{ г/с};$$

$$M_{CH_4}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 0,00326 \text{ г/с};$$

$$M_{ТВ.ч.}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 1309,356 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 0,85467 \text{ г/с};$$

$$M_{CO_2}^{м.р.} = 10^{-6} \cdot 103143,63 \cdot 10,93 \cdot 59,72 = 67,3259 \text{ г/с}.$$

Валові викиди забруднюючих речовин становлять:

$$M_{CO}^{вал} = 10^{-6} \cdot 195 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 1,08878 \text{ т/рік};$$

$$M_{NO_2}^{вал} = 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 1,116696 \text{ т/рік};$$

$$M_{N_2O}^{вал} = 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 0,022334 \text{ т/рік};$$

$$M_{CH_4}^{вал} = 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 0,02792 \text{ т/рік};$$

$$M_{ТВ.ч.}^{вал} = 10^{-6} \cdot 1309,356 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 7,31076 \text{ т/рік};$$

$$M_{CO_2}^{вал} = 10^{-6} \cdot 103143,63 \cdot 10,93 \cdot 510,84 = 575,90052 \text{ т/рік}.$$

Результати розрахунків зведені в табл. 3.5

Таблиця 3.5. Обсяги викидів забруднюючих речовин при експлуатації котельні

№ з/п	Назва речовини	Максимальний разовий викид, г/с	Валовий викид т/рік
1	Вуглецю окис	0,1273	1,08878
2	Оксид азоту	0,1305	1,116696
3	Двоокис вуглецю	67,3259	575,90052
4	Оксид діазоту	0,002611	0,022334
5	Метан	0,00326	0,02792
6	Сажа	0,85467	7,31076

Наведені значення валових викидів свідчать про те, що рівень забруднення атмосфери в результаті експлуатації котельні меблевої фабрики є незначним і не робить негативного впливу на атмосферне повітря в районі своєї діяльності.

Загальний перелік видів та обсягів забруднюючих речовин, що виділяються в процесі виробництва на меблевій фабриці наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6. Валові викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря в процесі виробничої діяльності меблевої фабрики

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Клас небезпечності	ГДК _{м.р.} мг/м ³	Викиди т/рік
1	Діоксид азоту	3	0,2	0,4223
2	Оксид вуглецю	4	5,0	12,045
3	Ацетон	4	0,35	0,003
4	Оцтова кислота	3	0,2	0,368
5	Вінілацетат	3	0,15	0,0005
6	Толуол	3	0,6	0,0008
8	Феноли	2	0,01	0,026
9	Формальдегід	2	0,035	1,715
10	Тверді частинки	3	0,15	7,311
Парникові гази				
1	Вуглецю діоксид	-	-	12832,241
2	Оксид азоту	3	0,4	1,1167
3	Метан	-	-	0,0279

3.4 Стічні води меблевого виробництва

Склад стічних вод меблевої фабрики може варіюватися залежно від матеріалів, процесів та використаних хімічних речовин. Основними джерелами забруднення стічних вод на меблевих фабриках є:

- хімічні речовини: клеї, смоли (фенолформальдегідні, сечовино-формальдегідні смоли), що використовуються для склеювання матеріалів; лакофарбові матеріали (фарби, лаки, розчинники), які містять леткі органічні сполуки (ЛОС), важкі метали та токсичні компоненти;
- деревний пил і тирса. Оскільки обробка деревини генерує значну кількість пилу та тирси, частинки можуть потрапляти у стічні води, утворюючи суспензії;
- миючі засоби та інші поверхнево-активні речовини, які використовуються під час очищення обладнання і важко розкладаються;
- масла та змащувальні матеріали, що використовуються для обслуговування машин і обладнання;
- формальдегіди та інші органічні сполуки, які часто використовуються в процесах просочення, що призводить до підвищеного рівня токсичних органічних забруднювачів у стічних водах;
- тверді відходи, що можуть включати залишки деревини, пластмас або інших матеріалів.

На меблевій фабриці очисні споруди виробничих стічних вод відсутні. На підприємстві утворюється два види основних стокових вод:

- господарсько-побутові, які потрапляють до міської каналізації, далі на міські очисні споруди;
- дощові і талі води, які без очищення потрапляють в міську каналізацію.

За даними меблевої фабрики концентрації забруднюючих речовин в стічних водах підприємства не перевищують гранично допустимі значення для скиду в міську каналізацію.

3.5 Відходи меблевої фабрики

На меблевій фабриці утворюються відходи 1, 3, 4 класу небезпеки та відходи споживання, з них 1059,24 т/рік – деревні відходи. На підприємстві є 10 місць тимчасового розміщення відходів, які відповідають природоохоронним, санітарним, протипожежним та іншим вимогам. Згодом відходи передаються стороннім організаціям для переробки, знешкодження чи утилізації, або застосовуються на власному підприємстві.

Найбільше всього утворюється на меблевій фабриці деревних відходів на різних етапах виробництва і в різних цехах (табл. 3.8, рис. 3.1).

Таблиця 3.8 Цехи і кількість утворюваних відходів на меблевій фабриці

Назва цеху	Назва відходів	Обсяг утворюваних відходів, т/рік
Деревообробний цех	Тирса	12,211
Заготівельно-розкрійний цех	Фанерна сировина	122,09
	Тирса	752,85
	Тріска	44,267
Меблевий цех	Обрізки	57,773
	Тирса	24,383
	Пил шліфувальний	45,67
<i>Всього деревних відходів</i>		1059,236
Цех металообробки	Лом чорних та кольорових металів	1,096
Всього:		1060,332

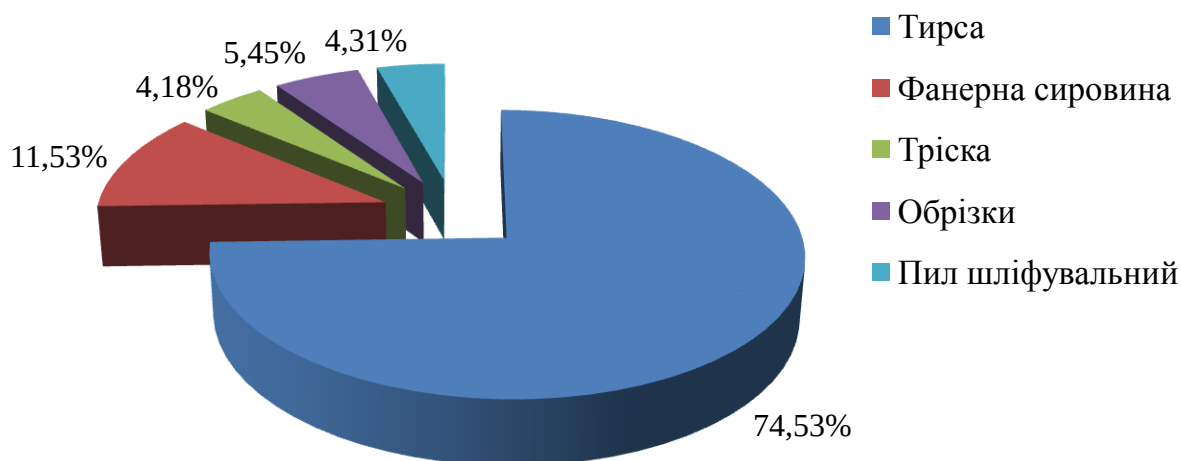


Рис. 3.1. Питома вага різних видів деревних відходів

Переважає більшість органічних речовин зазначених вище відходів, при неправильній організації поводження з ними, можуть розкладатися, гнити під впливом атмосферного повітря і вологи, при цьому утворюються хімічні сполуки, що шкідливо впливає на навколишнє середовище, переважно на атмосферу та водні об'єкти.

Отже утворення деревних відходів на різних етапах меблевого виробництва може відбуватися наступним чином:

1. Різання та обробка деревини:

- обрізки: під час нарізки дощок, брусів та інших компонентів меблів виникають обрізки, які можуть бути непридатні для подальшого використання;
- тирса, стружка, тріска: під час пиляльних операцій утворюються дрібні відходи, які накопичуються в великих обсягах.

2. Склеювання, шліфування та фрезерування:

- шліфувальний пил: утворюється в процесі шліфування поверхонь;
- тирса та пил: фрезерування і свердління деревини також спричиняють накопичення дрібних деревних відходів.

3. Виробництво меблевих панелей та ламінованих виробів:

- відходи від накладання ламінатів: зайві частини матеріалів при обрізанні ламінованих поверхонь.

- дефектні деталі: неправильно вирізані або пошкоджені під час обробки панелі.

4. Остаточна збірка меблів:

- обрізки та уламки: можуть виникати під час остаточної підгонки або монтажу меблевих частин.

5. Пакування:

- залишки упаковочних матеріалів: дерев'яні компоненти, що використовуються для захисту меблів при транспортуванні.

Відходи деревинно-стружкових плит виникають при їх обробці для виготовлення меблів або інших виробів. До них можна віднести:

- ламіновані плити та їх обрізки – містять шари плівки, клеїв та смол, що ускладнює їх повторне використання;
- фрагменти плит з дефектами – утворюються через порушення технологічних процесів або неправильне використання матеріалу.

Через наявність смол та хімічних добавок у складі ДСП ці відходи є більш складними для переробки і потребують спеціальних технологій утилізації або рециклінгу.

Крім цього виникають відходи від оздоблювальних матеріалів:

- плівки ПВХ – використовуються для ламінування ДСП;
- клеї та смоли – основні компоненти, які застосовуються для скріплення шарів деревини та оздоблювальних матеріалів;
- фарби, лаки – залишки лакофарбових матеріалів після нанесення на меблеві поверхні.

Ці матеріали, особливо синтетичні клеї та покриття, є складними для переробки через їх хімічний склад і потенційно токсичні компоненти.

Під час транспортування і зберігання меблів використовуються різні матеріали для упаковки: картон, а також плівка, стрічки, які є пластиковими одноразовими матеріалами і складними для переробки.

Відходи меблевого виробництва, особливо ті, що містять смоли, клеї та інші хімічні речовини, можуть становити загрозу для навколишнього середовища при неналежній утилізації. Тому важливо розробляти системи

збору, сортування та переробки цих відходів для мінімізації їх впливу на довкілля.

Шляхи утилізації та повторного використання деревних відходів меблевого виробництва наступні:

- переробка деревних відходів на пелети або брикети.
- використання відходів ДСП для виготовлення нових плит або як паливо для промислових котлів.
- утилізація хімічних відходів через спеціалізовані компанії або на підприємствах, які мають відповідні ліцензії на переробку таких матеріалів.

На меблевій фабриці деревні відходи спалюються в котельній установці підприємства для отримання теплової енергії. Частину деревних відходів продають працівникам підприємства.

Також варто розглянути можливість впровадження циркулярної економіки в меблеву галузь, що включає зменшення кількості відходів, повторне використання матеріалів і розробку екологічно чистих альтернатив клеїв і смол.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА МЕБЛЕВІЙ ФАБРИЦІ

4.1 Врахування різних аспектів при розробці природоохоронних заходів

Сучасне меблеве виробництво – це галузь промисловості, що швидко розвивається, має особливу гнучкість і оперативно реагує на зміну тенденцій на ринку. Виробництво меблів та фурнітури з дерева та деревних матеріалів складається з безлічі етапів і включає організацію поставок та зберігання деревини, деревообробне виробництво, консервування деревини, скріплення столярних виробів, склеювання деревини та остаточне складання готової продукції.

Основні екологічні наслідки внаслідок діяльності меблевої промисловості виникають ще на етапі постачання лісоматеріалами. Велике значення для зниження ризиків підприємства мають відстеження продукції на всіх етапах ланцюжка поставок і закупівля матеріалів лісових господарствах, у яких здійснюється екологічно відповідальне управління. Важливими інструментами управління ризиками та забезпечення постачання від постачальників якісної сировини є визнані в усьому світі схеми сертифікації, такі як сертифікація по системі Лісової Опікунської Ради (FSC) та Програма із затвердження схем лісової сертифікації (PEFC).

Забруднення ґрунту та ґрунтових вод. При обробці матеріалів у процесі виробництва меблів та меблевої фурнітури можуть використовуватись небезпечні речовини, у тому числі пестициди, барвники, добавки з вмістом важких металів, дубильні речовини, знежирювальні засоби та очищувачі, формальдегід, розчинники, клейкі матеріали та вогнезахисні засоби. Ці речовини сприяють забрудненню навколишнього середовища під час транспортування, зберігання та виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Іноді використання деяких хімічних речовин, які застосовуються у виробництві меблів, заборонено постановами місцевих органів управління. До таких речовин відносяться, наприклад, хімікати з високим вмістом небезпечних складових, таких як миш'як, кадмій, хром або свинець. Ці елементи можуть завдати серйозної шкоди при вступі до екосистеми в процесі біоаккумуляції. На підприємствах також існують програми, які дозволяють контролювати забруднення ґрунтів та ґрунтових вод.

Проблема *стічних вод* у меблевому виробництві є серйозною екологічною загрозою, яка впливає на навколишнє середовище. Основними джерелами забруднення є використання хімічних речовин під час виробництва меблів, таких як фарби, лаки, клеї та розчинники. Очисні споруди стічних вод на меблевій фабриці відіграють важливу роль у зменшенні впливу на довкілля. Основні етапи очищення стічних вод на меблевій фабриці можуть включати:

- механічне очищення – використання сіток, решіток і фільтрів для видалення великих частинок та твердих речовин зі стічних вод, таких як тріски, пил та залишки матеріалів;
- фізико-хімічне очищення – коагуляція та флокуляція для видалення дрібних завислих частинок і кольорових сполук. Використання осадження для видалення осаду після коагуляції;
- біологічне очищення – використання анаеробних або аеробних бактерій для розкладання органічних речовин;
- хімічне очищення – утилізація небезпечних хімічних речовин, таких як фарби, лакофарбові матеріали та розчинники, шляхом хімічної нейтралізації або окислення;
- адсорбція – використання адсорбційних матеріалів, таких як активоване вугілля, для видалення залишкових органічних та хімічних сполук;
- мембранна фільтрація (наприклад, зворотний осмос) для тонкого очищення води;
- утилізація осадів або додаткова їх переробка.

Деревні відходи. Деревні відходи в процесі виробництва меблів призводять до забруднення атмосфери (тверді домішки в атмосфері), також часто свідчать про нераціональне використання лісоматеріалів. Відходи утворюються при нераціональному розпилюванні та неправильному зберіганні деревини. Удосконалення цих процесів виробничої діяльності дозволяє скорочувати витрати та знижувати негативний вплив на довкілля. Наприклад, із сухих відходів деревини при їх склеюванні з використанням синтетичного клею можна отримати ДСП. У крайньому випадку, деревні обрізки можна використовувати як паливо.

В останні роки велика увага приділяється розвитку систем лакофарбових та декоративних покриттів, що відповідають сучасним вимогам щодо захисту довкілля. Так само нестача дерев'яного шпону протягом ряду років призвела до того, що у численних виробників меблів та підлоги широке застосування знову стали знаходити панелі з ламінату (шаруватого пластику), декоровані друком глибоким офсетом.

Однією з можливостей використання відходів деревини, наприклад таких, як борошно, є її включення в так звані деревно-полімерні композитні матеріали (WPC) в комбінації з поліетиленом і поліпропіленом. Йдеться про термопластичні, придатні до переробки сполучні елементи з різних матеріалів з дуже цікавими властивостями для внутрішнього та зовнішнього застосування.

Однією з нових технологій у меблевій промисловості є еко-масив – це матеріал, що імітує деревину, в основі якого плита МДФ. При виробництві МДФ, на відміну від ДСП, використовують не деревну стружку, а подрібнюють натуральну деревину до волокнистого стану (тобто коли вона стає схожою на вату), яка в результаті пресування не склеюється, а утворює нерозривне з'єднання.

Меблі, виготовлені з еко-масиву, є економ-аналогом меблів, що виготовляються з дорогих цінних порід деревини, презентабельно виглядають і є екологічно безпечнішими для споживача та навколишнього середовища при експлуатації та утилізації.

Щорічно з'являються нові матеріали для виробництва меблів, які відрізняються ефектним зовнішнім виглядом та покращеними характеристиками.

Для того щоб підприємство було безвідходним, можна виготовляти меблі з відходів меблевої та іншої промисловості. Оригінальні меблі отримують із тріски, шматочків деревини, обрізків.

Ще одним нововведенням є акрилове скло, або акриловий пластик – найновіша і універсальна альтернатива звичайному склу. Одними з основних переваг акрилового скла є його легкість, міцність та безпека. Плюс цей матеріал не виділяє токсинів і є екологічно чистим.

Враховуючи все вищезазначене, можна обґрунтувати основні напрямки природоохоронної діяльності на меблевому виробництві, які наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Напрямки природоохоронної діяльності на меблевому виробництві

Напрямок	Пояснення
Оптимізація використання ресурсів	Раціональне використання деревини. Використання деревини із сертифікованих лісів (наприклад, FSC) для збереження лісових ресурсів.
	Зменшення відходів. Використання сучасних технологій для оптимізації порізки деревини, що дозволяє мінімізувати відходи.
	Вторинне використання матеріалів. Утилізація відходів деревини (тирси, обрізків) для виробництва інших виробів або використання їх як біопалива.
Енергозбереження	Енергоефективне обладнання. Перехід на енергоощадні верстати та машини.
	Використання відновлюваних джерел енергії. Інтеграція сонячних батарей, біомаси чи інших екологічно чистих джерел енергії.
Очищення повітря та води	Системи фільтрації повітря: Встановлення сучасних фільтрів для уловлювання дрібних часток, що виділяються під час обробки деревини.
	Очистка стічних вод. Впровадження технологій біологічного очищення стічних вод, якщо виробництво використовує воду в технологічних процесах.

Зменшення шкідливих викидів	Безпечні матеріали. Використання нетоксичних клеїв, фарб і лаків, які не містять летючих органічних сполук (ЛОС).
	Заборона спалювання відходів на відкритому повітрі. Замість цього можна застосовувати переробку відходів.
Поводження з відходами	Сортування відходів. Організація окремого збору різних типів відходів (деревні, пластикові, металеві). Утилізація та переробка. Передача відходів спеціалізованим підприємствам для їх безпечного знешкодження, ефективної утилізації або переробки.

Таким чином, світова практика меблевого виробництва, як і будь-якого виробництва взагалі, змушує виробників та власників бізнесу спиратися на екологічні принципи своєї діяльності, впроваджувати «зелені» технології. Багато підприємств намагаються отримати екологічні сертифікати якості, які підвищують конкурентоспроможність підприємства та сприяють захисту навколишнього середовища.

4.2 Аналіз існуючих технологій очищення атмосферного повітря в меблевому виробництві

Деревний пил є одним із вагомих джерел забруднення довкілля в меблевій та деревообробній промисловості. Пилоподібні забруднення стають джерелом виходу з ладу технологічного та допоміжного обладнання на підприємствах, збільшуючи ризик поломок та знижуючи термін використання агрегатів та вузлів. Із застосуванням різних виробничих технологій також утворюється велика кількість супутніх газів. Такі пилогазові забруднення негативно впливають на обслуговуючий та технічний персонал, а при викиданні за межі виробничого приміщення, отруюють атмосферу, роблять ґрунт непридатним для рослин та тварин, стають загрозою для здоров'я та життя людей з прилеглих населених сіл та міст.

Важливо запроваджувати сучасні технології очищення, переробки та мінімізації викидів, щоб знизити ризики для екосистем і здоров'я людей.

Для ефективного захоплення побічних продуктів на виробництвах деревообробки та меблевих підприємствах використовуються системи аспірації, фільтрації та вентиляції.

Аспірація – це процес забору, відсмоктування, витяжки механічних забруднювачів безпосередньо від джерела їх утворення через аспіраційний короб/парасоль/рукав, наприклад, витяжка пилу із зони різання деревообробного верстата.

Фільтрація – це процес безпосереднього захоплення та утримання домішок у сухому або мокрому пиловловлювачі, очищення повітряного потоку від механічних поллютантів;

Вентиляція – це фізичне переміщення повітряних мас, наприклад, від джерела пилу до фільтра або відведення очищеного середовища з фільтра в атмосферу (або назад в цехову зону, так звана рециркуляція).

Незважаючи на певну технічну строгість вищеописаних понять, на практиці під аспіраційними розуміються агрегати, установки та системи, що забезпечують усі три рівні обробки – забір, фільтрацію та переміщення газоповітряної суміші.

Пилоуловлювачі повинні очищати повітря у всіх частинах приміщення та безпосередньо на робочих місцях. Залежно від розмірів та форми цеху, характеру виробничої діяльності, встановлюють окремі пристрої чи цілі комплекси. Комплексні рішення пов'язані єдиною мережею трубопроводів, тому ефективніше витрачаються потужності вентиляторів та пневмосистем

Окрім очищення атмосфери, система аспірації повітря на виробництві нерідко призначена для збирання цінних відходів. Наприклад, тирса потрібна аграріям, тому лісопильні цехи або меблева майстерня може продавати їх. На «чистих» харчових підприємствах можливе повернення зібраного пилу у загальну масу сировини.

Ще одне призначення аспіраторів полягає у зменшенні шкідливих викидів. Коли підприємство працює з відкритим циклом повітропостачання та виділяє відпрацьоване повітря у навколишнє середовище, важливо привести його показники до встановлених нормативів.

Оскільки деревообробка включає безліч операцій, (з генерацією полютантів різних дисперсностей і властивостей), то різняться і типи фільтро-вентиляційного обладнання, що показує максимальну продуктивність і ефективність для відповідних процесів або етапів обробки деревини.

До основних типів пиловловлювачів, що використовуються для аспірації деревних відходів, традиційно відносять циклони, рукавні фільтри та мокрі скрубери. Розглянемо докладніше їх особливості та призначення у розрізі уловлювання побічних продуктів деревообробної та меблевої промисловості, столярних майстерень та інших, суміжних за напрямом об'єктів.

За способом осадження твердих частинок пиловловлювачі очищення викидів в атмосферу поділяються на два види:

- сухі;
- із застосуванням рідини (мокрі).

Апарати сухого очищення

Найбільшою популярністю та застосуванням користуються пристрої сухого типу у вигляді циклонів та фільтрів.

Циклони – найбільш затребуваний клас пиловловлювачів для аспірації в деревообробці. Конструктивно прості, надійні, довговічні та невибагливі, циклонні сепаратори показують ККД $\approx 99\%$ очищення повітря від сухого пилу з дисперсністю понад 20-30 мкм. Під даний розмір підпадає переважна кількість деревних відходів – пилові частинки, тріска, кора, пил, стружка, крихта, сміття та інші середні та великі механічні конгломерати.

Принцип дії циклонів – інерційно-гравітаційний. Запилене повітря потрапляє всередину корпусу через вхідний патрубок, який надає потоку обертального руху. Частинки пилу під впливом відцентрової сили відкидаються до стін корпусу і опускаються в нижню частину. Очищене повітря змінює напрям на 180° і прямує у вертикальну трубу для виходу назовні. Частинки забруднень під дією інерційної сили продовжують опускатися донизу і потрапляють у накопичувальний бункер (рис. 4.1).

За напрямком обертання, що задається запиленим повітрям, розрізняють пристрої правого та лівого типу. Установка агрегатів вентиляційних

пиловловлюючих може здійснюватися до або після вентилятора. У першому випадку на вихідній трубі встановлюють приймальний патрубок, який значною мірою знижує опір руху повітря та зменшує навантаження на вентилятор.

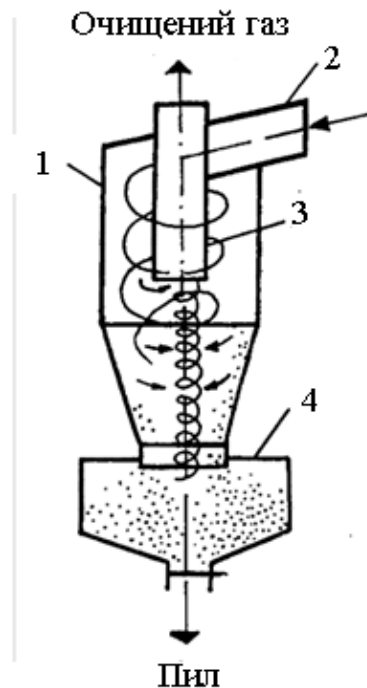


Рис.4.1. Принципова схема роботи циклону

1 – корпус; 2 – вхідний патрубок; 3 – вихлопна труба; 4 – збирання пилу

Залежно від технологічного процесу, обсягу запиленого повітря та умов експлуатації залежить конструкція пиловловлюючих установок. Вони можуть мати різну конструкцію, розміри, можуть застосовуватися як первинний або основний ступінь очищення, групуватися в батареї або використовуватися в одиночному виконанні. Виготовляються циклони із листової чорної вуглецевої або легованої сталі. Ступінь очищення циклонів досягає значення 98%, які технічні характеристики розраховуються на етапі проектування всієї аспіраційної системи. Відсутність рухомих вузлів і деталей, виключення витрат енергії під час експлуатації та високі технічні характеристики роблять циклони одним із найбільш затребуваних варіантів у сфері очищення газів у промисловості.

Фільтри рукавні каркасні імпульсні, на відміну від циклонів, призначаються для продуктивного та результативного захоплення сухого

деревного пилу середньої та малої дисперсності (> 0.5 мкм); для «розвантаження» рукавного пиловловлювача може використовуватися циклонний передфільтр. Аспірація тонкого пилу потрібна, наприклад, на ділянках швидкісної механообробки, шліфування, фасування.

Найбільший попит мають рукавні фільтри, принцип дії яких заснований на уловлюванні частинок пилу тканим матеріалом при проходженні через нього забрудненого повітряного потоку. З матеріалу виготовляються довгі рукави, які для виключення втрати форми натягуються на каркаси. Забруднене повітря подається всередину рукавів, а очищений потік видаляється через камеру. Затриманий пил накопичується на зовнішній поверхні рукавів, для збереження здатності, що фільтрує, застосовуються механізми струшування або імпульсна продування. Пил, що обсипається, потрапляє в бункер і видаляється з корпусу. Ступінь очищення рукавних фільтрів становить 99,9%, установка може працювати з різними типами забруднень.

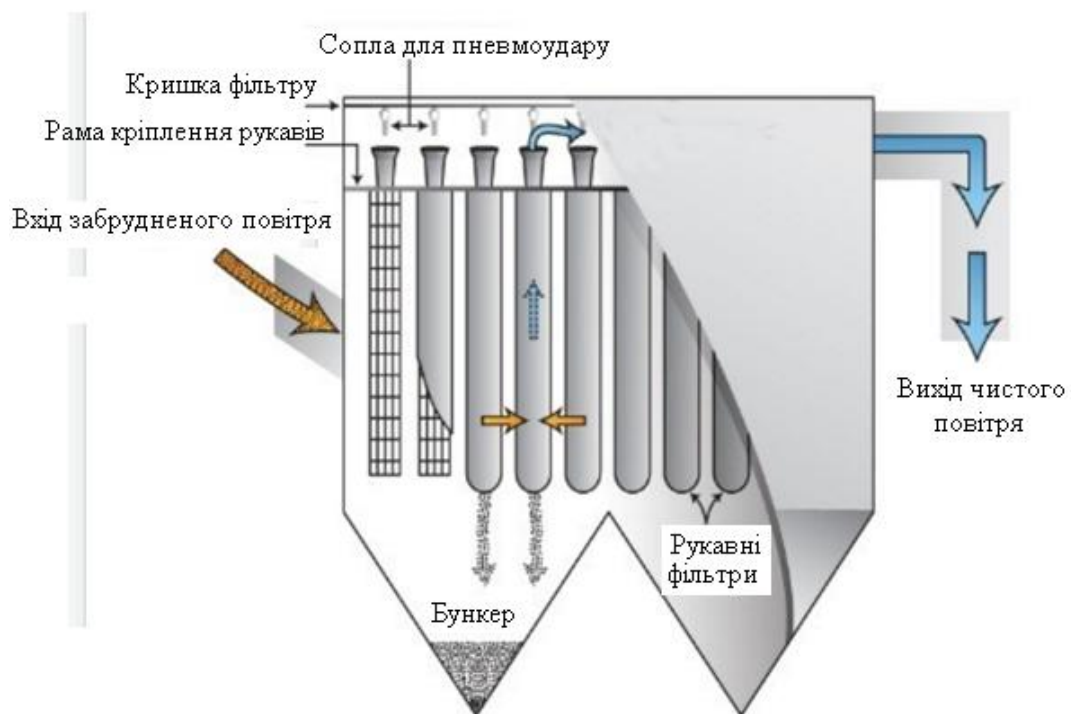


Рис. 4.2. Принципова схема роботи рукавного фільтру

Апарати мокрого газоочищення

Скрубери широко використовуються в організації аспіраційних систем, виступаючи як централізовані пиловловлювачі, здатні до роботи в таких

умовах, в яких сухі агрегати не показують достатньої ефективності, продуктивності або безпеки. У розрізі застосування скрубєрів на деревообробних та меблевих виробництвах, агрегати демонструють неперевершені показники:

- у виключно результативному захопленні мікродисперсного пилу (з можливістю подальшої рекуперації або утилізації через зневоднення шламу);
- уловлювання вологих, цементуючих компонентів, клейких, липких, смолистих, маслянистих включень;
- у нейтралізації будь-яких токсичних сполук аерозольної та газоподібної природи, у тому числі – димових;
- у дезодорації шкідливих, їдких складових викидів;
- у комплексному очищенні виробничих емісій від складних мультикомпонентних забруднювачів будь-якої природи, складу та концентрації.

Скрубєри представлені декількома основними різновидами, що відрізняються типом формування рідинного бар'єру, але в деревообробній та меблевій промисловості найбільшу технологічну та економічну раціональність впровадження показують пінні (барботажні) тарілчасті абсорбери і скрубєри Вентурі.

Принцип дії рідинних пиловловлювачів заснований на змочуванні частинок забруднень водою, їх коагуляції та змиванні в спеціальний бункер. У різних моделях може застосовуватись різний вид змочування пилу. Найбільшого поширення набув контакт пилових частинок на мокрій поверхні та шляхом розбризкування рідини за допомогою постійних або поворотних форсунок. Потік запиленого газу може проходити в одному напрямку з частинками вологи, перетинати його перпендикулярно або у зворотному напрямку (рис. 4.3).

Основними перевагами мокрих пиловловлювачів є високий ступінь очищення (до 99,9%) та уловлювання частинок з розміром від 0,1 мкм. Великий недолік установок із застосуванням рідинного осадження пилу є наявність шламопроводу для видалення забруднень і неможливість їх використання при

негативній температурі. Пилоуловлювачі такого типу актуальні при високій температурі газу, що очищається (металургія, котельні), експлуатації в приміщенні з опаленням або організації траси видалення шламу з підігрівом.

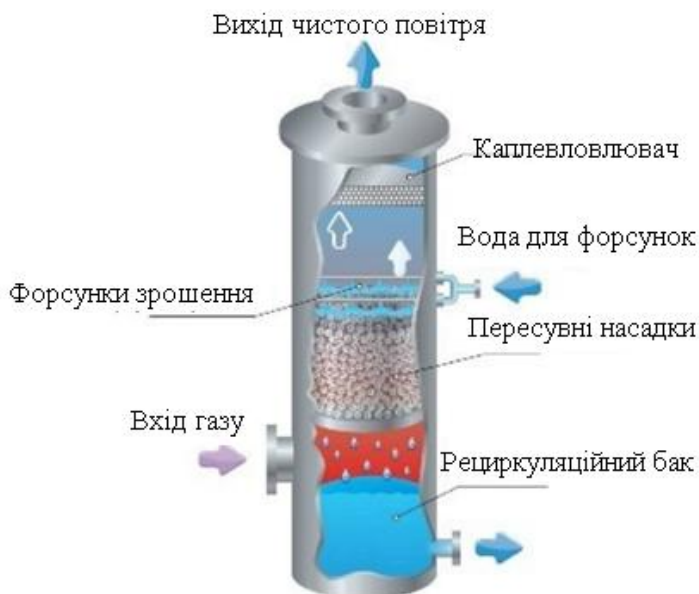


Рис. 4.3. Принципова схема роботи скрубера

Методи очищення повітря від формальдегіду

Очищення повітря від формальдегіду на деревообробному виробництві є важливим завданням для забезпечення безпечних умов праці та зменшення впливу на довкілля. Існують кілька методів для видалення формальдегіду з повітря, які наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Методи очищення атмосферного повітря від формальдегіду

№ з/п	Метод	Пояснення
1	Системи вентиляції та повітряної фільтрації	Механічна вентиляція - створення повітряних потоків, які виводять забруднене повітря з приміщення і замінюють його чистим повітрям.
		Фільтри з активованим вугіллям, яке може поглинати формальдегід з повітря, утримуючи його на своїй поверхні.
		Фільтри з цеолітом, який ефективно поглинає формальдегід і інші леткі органічні сполуки.

2	Каталітичне окислення	Використовуються каталізатори, які прискорюють реакції окислення формальдегіду до менш шкідливих речовин, таких як вуглекислий газ і вода. Це досягається за допомогою високих температур або ультрафіолетового випромінювання.
3	Біологічна фільтрація	Біофільтри, засновані на мікроорганізмах, можуть бути використані для деградації формальдегіду. Мікроорганізми, такі як бактерії або гриби, здатні перетворювати формальдегід на менш токсичні речовини в процесі своєї життєдіяльності.
4	Абсорбція рідинами	Для цього використовуються спеціальні рідкі абсорбенти, які поглинають формальдегід з повітря. Такі системи можуть включати спеціальні скрубери, де забруднене повітря контактує з абсорбуючою рідиною.
5	Озонування	Озон реагує з формальдегідом, окислюючи його до менш шкідливих продуктів. Цей метод ефективний для очищення великих обсягів повітря, але необхідно контролювати рівень озону, щоб уникнути його токсичного впливу на людей.
6	Фотокаталітичне очищення	Використання фотокаталізаторів, таких як діоксид титану (TiO_2), які під впливом ультрафіолетового випромінювання ініціюють хімічні реакції, що розкладають формальдегід.

Комбінація методів наведених в табл. 4.2 може забезпечити найбільш ефективне очищення повітря від формальдегіду на деревообробному виробництві.

4.3 Впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці

Наразі на меблевій фабриці працює пилоочисне обладнання біля джерела викиду № 06 – калювальний верстат, фугувальний верстат, рейсмусовий верстат (очистка викидів за допомогою інерційного пиловловлювача). Дане очисне обладнання має тривалий термін експлуатації і ефективність очищення

від деревного пилю становить 70 %. Виникає потреба в оновленні очисного обладнання.

Також з метою зниження обсягів викидів деревного пилю по джерелу викиду № 05 в заготівельно-розкрийному цеху (свердлильний верстат-4 шт., пила розкроювальна – 3 шт.; фрезерний верстат – 6 шт.; токарний верстат – 7 шт.; шліфувальний верстат – 12 шт.) необхідно встановлення пилоочисного обладнання.

Таким чином рекомендовано встановити нове пилоочисне обладнання. Обрано два циклони ЦДО-1300, виробництва Київського вентиляторного заводу. Циклони даного класу застосовуються для уловлювання деревних відходів (тріски, кори, сирі тирси, кільцевої стружки, важкого часткового пилю) в системах аспірації та пневмотранспорту [52].

Відмінною особливістю та важливою перевагою циклонів ЦДО є їх висока продуктивність при невеликих розмірах та низькому опорі (порівняно з іншими поширеними типами пиловловлювачів циклони ЦДО мають порівняно низький показник гідравлічного опору та мінімальну енергоємність). Продуктивність циклонів ЦДО в залежності від його розмірів становить від 5,5 до 59 тисяч м³/годину. За продуктивністю циклон для деревних відходів ЦДО можна порівняти з циклоном марки К або ОЕКДМ, але, на відміну від них, циклон ЦДО має менші габарити. Оптимальна швидкість входу запиленого повітря – від 12 до 15 м/с.

Монтаж циклону здійснюється на бункери або шлюзові навантажувачі для забезпечення накопичення матеріалів, які необхідно періодично вичищати. Розмір та форма бункера підбирається залежно від бажаного періоду очищення. Циклон герметично приварюється до бункеру, у результаті показники збільшуються на 15 % через підсмоктування повітря знизу.

Сферою застосування циклонів для деревних відходів ЦДО можуть бути:

- аспіраційні вентиляційні системи (установка циклону здійснюється на стороні нагнітання системи аспірації по ходу після пилового вентилятора);

- транзитні системи пневмотранспорту, подрібнені при обробці деревного матеріалу з утворенням тріски, тирси, кори дерева та спіральної стружки;

- системи виробничого пневмотранспорту для відділення як деревних відходів великих розмірів, так і сипких матеріалів. В даному випадку необхідно використовувати конструкцію циклону-розвантажувача.

При установці циклону для деревних відходів після вентилятора та за межами приміщення (для роботи на нагнітання) для захисту системи від попадання опадів необхідне оснащення парасолькою. При встановленні циклону перед вентилятором (для роботи на розрядження) для зменшення гідравлічного опору в цілому та скорочення навантаження безпосередньо на вентилятор потрібен равлик-розкручувач (рис. 4.4, табл. 4.3, табл. 4.4).

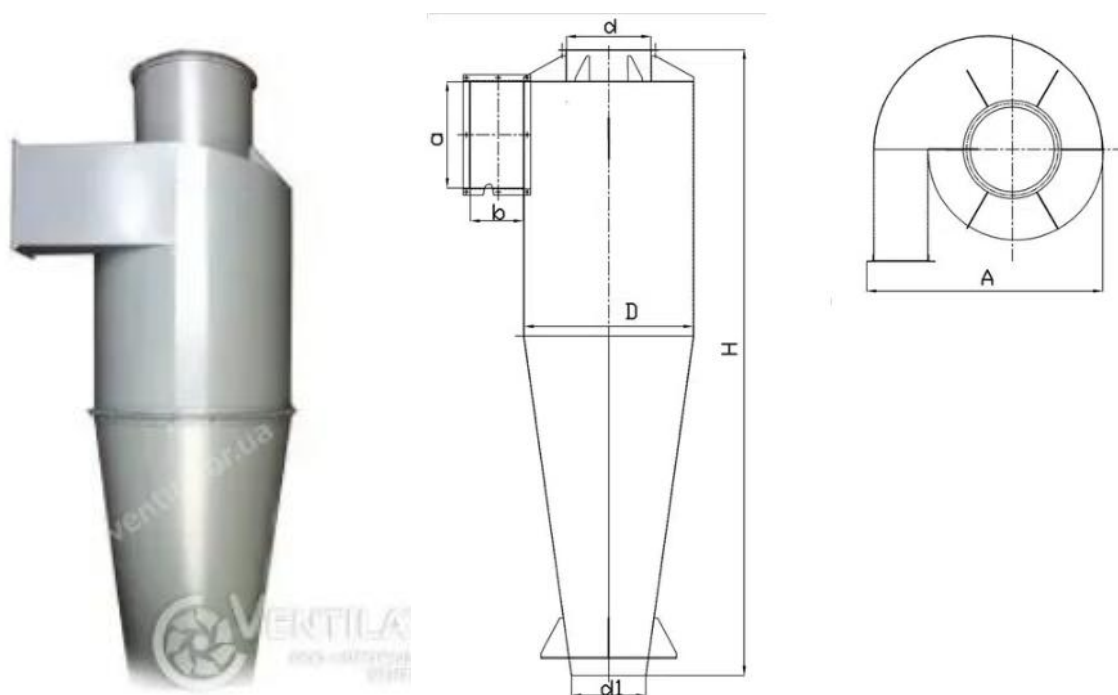


Рис. 4.4. Циклон ЦДО

Таблиця 4.3 Габаритні розміри циклону ЦДО, мм

Модель	D	H	a	b	d	d1
ЦДО-1300	1300	5100	800	400	700	450

Таблиця 4.4. Технічні характеристики циклону для деревних відходів ЦДО-1300

Характеристика	Значення
Продуктивність, м ³ /год	15000
Ступінь очищення повітря	99%
Швидкість надходження повітря	12-15 м/с
Температура переміщуваних газів	від -20°C до +100°C
Розмір вхідного патрубку а x b, мм	800x400
Маса	556 кг

Циклон типу ЦДО складається з двох частин – циліндричної та конусної. Пилоповітряна суміш входить в циклон через вхідний патрубок. Повітря в циклоні обертається, шляхом відцентрової сили відокремлюються великі та дрібні частинки відходів, прилягають до стінок корпусу, а потік очищеного повітря надходять у вихлопну трубу та виходить з апарату. Матеріал виготовлення обладнання – вуглецева сталь (під замовлення – нержавіюча сталь) (рис. 4.5).

Комплектація поставки:

- стандартна комплектація: вхідний та (циліндрична та конічна частини);
- додаткові складові комплектації циклона: зонтик; улітка розкручування; бункер для збору пилу; збірник очищеної суміші; постамент.

Головними перевагами циклону ЦДО є:

- простота конструкції та виготовлення;
- відсутність рухомих елементів;
- невелика вартість;
- висока надійність та тривалий період служби;



Рис. 4.5. Зовнішній вигляд циклону ЦДО

- високий рівень очищення;
- постійний рівень очищення, на який не впливає концентрація забруднюючих речовин у повітрі.

Аспіраційна система на меблевій фабриці працює в такий спосіб. Деревні частинки, що утворилися (тирса, стружка, тріска і т.д.) під впливом повітряного напору, створеного вентилятором, відсмоктуються від верстатів і переміщуються по повітропроводах в колектор-збірник, а з нього виносяться з цеху і через вентилятор по повітропроводу потрапляють у бункер-накопичувач. Великі частинки осідають на дні бункера, а запилене повітря спрямовується до циклону ЦДО де відбувається процес очищення від деревного пилу (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Аспіраційна система деревообробного цеху

Важливу функцію виконую стружковідсмоктувач для деревообробки. Подібні системи здатні ефективно видаляти пил із робочих зон верстатів. Допускається їх застосування для очищення поверхонь, що знаходяться в цеху. Така техніка проста у використанні та не викликає проблем навіть у недосвідчених співробітників. Корисно доповнити стружковідсмоктувач фільтром до деревообробних верстатів, завдяки якому додатково скорочується небезпека всіляких викидів та засмічень. Якісний стружковідсмоктувач, за умови додаткової фільтрації, здатний стати ефективною заміною витяжної

вентиляції для цеху в цілому, забезпечити безпеку та ефективність виробничих процедур.

4.4 Удосконалення технологічних процесів та використання сучасних екологічно безпечних матеріалів в контексті енергоефективності та ресурсозбереження

Використання сучасних екологічно безпечних матеріалів

На підприємстві передбачається використання більш екологічних матеріалів: порошкової фарби, лаків на водній основі. «Використання порошкової фарби, її властивостей та відповідної системи фарбування зводить до мінімуму можливі втрати фарби і дозволяє уникати використання небезпечних хімічних речовин – органічних розчинників. За таких умов відпадає потреба також в спеціальних стелажах, бочках, баках та іншій тарі і приміщеннях для зберігання небезпечних хімічних матеріалів» [20].

Порошкове фарбування є популярною технологією у меблевому виробництві, яка має низку екологічних та технологічних переваг.

Екологічні переваги:

1. Відсутність розчинників: Порошкова фарба не містить шкідливих органічних розчинників, що зменшує викиди летких органічних сполук (VOC) у повітря. Це сприяє зниженню забруднення атмосфери та покращенню умов праці.

2. Мінімальні відходи: Під час нанесення порошкової фарби, надлишки можуть бути зібрані та використані повторно. Це значно знижує кількість відходів у порівнянні з рідкими фарбами.

3. Енергоефективність: Порошкова фарба потребує менше енергії для нанесення, оскільки її висушування проходить швидше та при нижчих температурах, що знижує витрати енергії.

4.Безпечність для здоров'я: Відсутність токсичних речовин у складі робить процес нанесення безпечнішим для працівників.

5.Довговічність: Порошкове покриття є стійким до зношування, подряпин та корозії, що збільшує термін служби меблів і зменшує потребу в частій заміні або ремонті.

Технологічні переваги:

1. Однорідність покриття: Порошкове фарбування дозволяє досягти рівномірного та гладкого покриття без патьоків, що покращує естетичний вигляд виробів.

2. Швидкість нанесення: Процес порошкового фарбування відбувається швидше за рахунок меншої кількості шарів та швидкого затвердіння.

3. Міцність покриття: Після запікання порошкова фарба утворює тверду плівку, стійку до фізичних і хімічних впливів.

4. Гнучкість у виборі матеріалів: Порошкове фарбування може застосовуватися до широкого спектру матеріалів, зокрема металів і деревини, що робить його універсальним рішенням у меблевому виробництві.

5. Різноманітність фінішних покриттів: Порошкове фарбування пропонує широкий вибір текстур, від матових до глянцевих, та можливість створення декоративних ефектів.

Таким чином, порошкова фарба у меблевому виробництві є не лише екологічно чистою, але й ефективною технологією для забезпечення якості та довговічності продукції.

Лак на водній основі для меблевого виробництва має кілька екологічних переваг порівняно з традиційними лаками на основі розчинників. Ось деякі з них:

- зниження викидів летких органічних сполук (ЛОС). Лаки на водній основі містять значно менше летких органічних сполук, які при випаровуванні можуть забруднювати повітря і спричиняти проблеми зі здоров'ям, такі як головний біль, подразнення очей та органів дихання;

- менша токсичність. Лаки на водній основі, як правило, менш токсичні, оскільки вони містять менше шкідливих хімічних речовин. Це робить їх безпечнішими для працівників меблевого виробництва та кінцевих користувачів;

- швидше висихання. Вода випаровується швидше, ніж органічні розчинники, що дозволяє лаку на водній основі швидше висихати. Це знижує час виробничих циклів і зменшує енерговитрати на вентиляцію;

- менший вплив на навколишнє середовище. Вода є відновлюваним ресурсом і не спричиняє такого негативного впливу на екосистеми, як синтетичні розчинники. Використання водних лаків сприяє зменшенню забруднення ґрунту та водних ресурсів;

- відсутність пожежної небезпеки. Лаки на водній основі не є легкозаймистими, на відміну від лаків на основі розчинників, що підвищує безпеку під час зберігання та використання;

- покращена якість повітря в приміщеннях. Після висихання лаків на водній основі не виділяються токсичні випаровування, що покращує якість повітря в приміщеннях, особливо для кінцевих споживачів меблів.

Загалом, лаки на водній основі є кращим вибором з точки зору екологічності, безпеки та здоров'я.

Впровадження енергоефективного та ресурсозберігаючого обладнання і технологій

Енергозбереження – реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (та економне витрачання) паливно-енергетичних

ресурсів та на залучення до господарського обігу відновлюваних джерел енергії.

Найголовнішим заходом, що включає енергозбереження на підприємстві, є застосування автоматизованих систем, що дозволяють проводити облік електроенергії та здійснювати оперативний контроль основних показників енергоемності вироблених технологічних процесів на конкретних ділянках.

При правильній експлуатації, своєчасному проведенні повірки та технічного обслуговування автоматизованих систем, які дозволяють проводити облік електроенергії та організації диспетчерського управління процесом споживання електроенергії, повинні вирішуватися такі завдання:

- значне зменшення суми платежів за електроенергію при обґрунтованому зниженні заявленого раніше максимуму навантаження;
- відповідність електроспоживання технологічних та інших цехів певним добовим лімітам;
- зведення до мінімуму фінансових і матеріальних втрат, що виникають від обмежень об'єктів споживання, що виробляються системою;
- поступове зниження втрат електроенергії та активної потужності при правильному виборі складу силового обладнання, що використовується.

Не менш важливим завданням для забезпечення енергозбереження на підприємстві є встановлення автоматизованих систем, які виробляють точний облік споживання теплової енергії, газу, питної води, пари тощо.

Ресурсозбереження передбачає найбільш повне, економічно доцільне вилучення та раціональне використання корисних компонентів усіх видів ресурсів, задіяних у сфері виробництва продукції деревообробки, з метою максимального задоволення потреб суспільства, що постійно зростають.

Загальноприйнято до ресурсів відносити працівників, інфраструктуру, виробниче середовище, інформацію, постачальників та партнерів, природні та фінансові ресурси; матеріальні ресурси (удосконалені виробничі та допоміжні засоби); нематеріальні ресурси (інтелектуальна власність); ресурси та

механізми, що сприяють інноваційним постійним поліпшенням. Звідси випливає, що організація та управління ресурсозбереженням є досить складним і багатогранним процесом, що передбачає побудову на підприємстві відповідних систем забезпечення цього управління, які спиралися б на використання сучасних методів планування, нормування, обліку та аналізу витрат.

Зважаючи на велику матеріаломісткість деревообробних виробництв найбільш ефективним напрямом ресурсозбереження є зниження матеріальних витрат і, в першу чергу, раціональне використання деревних ресурсів.

Підвищення ефективності використання потенціалу деревних ресурсів означає економію живої праці, енергії та інших витрат на більш ранній стадії виробничого циклу і у зв'язку з цим є важливою складовою зниження собівартості продукції.

Удосконалення системи використання деревної сировини дає можливість як отримати додатковий прибуток, а й зменшити залежність від постачальників.

На меблевій фабриці рекомендоване впровадження наступних заходів в контексті енергоефективності та ресурсозбереження:

1. Енергоефективне обладнання:

- світлодіодне освітлення (LED) – споживає менше енергії, ніж традиційні лампи, зменшуючи витрати на освітлення;
- системи рекуперації тепла. Використовуються для утилізації тепла від виробничих процесів і повернення його для підігріву приміщень або води;
- енергоефективні компресори. Обладнання для стиснення повітря з низьким споживанням енергії, що використовується для різних виробничих процесів;
- автоматизовані системи управління енергоспоживанням. Ці системи дозволяють оптимізувати використання енергії на виробництві через моніторинг та регулювання споживання в реальному часі.

2. Ресурсозберігаюче обладнання:

- системи вакуумного транспортування відходів. Відходи виробництва (тирса, стружка) можуть бути автоматично зібрані та перероблені на біопаливо або використовуватися повторно;
- преси для відходів деревини. Відходи деревини можна ущільнювати в паливні брикети або інші корисні матеріали;
- автоматизовані лінії розкрою матеріалів. Зменшують кількість відходів, забезпечуючи точне розкроювання деревини та інших матеріалів;
- системи водоочищення. Вода, яка використовується в процесах лакування або фарбування, може бути очищена та повторно використана.

3. Інші технології:

- встановлення сонячних панелей. Відновлювані джерела енергії можуть частково забезпечити виробництво електроенергією, зменшуючи залежність від централізованої електромережі;
- системи управління вентиляцією, які контролюють температуру та вологість повітря, що дозволяє зменшити витрати на обігрів та охолодження.

Впровадження таких технологій дозволить значно знизити енерговитрати та використання ресурсів, що не лише скоротить витрати, але й позитивно вплине на екологічність виробництва.

Технологічні процеси у меблевому виробництві відіграють ключову роль, оскільки вони безпосередньо впливають на якість продукції, ефективність виробництва та економічні показники компанії. Ось кілька аспектів, які підкреслюють важливість цих процесів:

- підвищення якості продукції. Використання сучасних технологічних процесів дозволяє створювати меблі з високою точністю, що мінімізує можливість помилок і дефектів у кінцевому продукті. Наприклад, автоматизовані машини для різання та свердління значно підвищують точність і забезпечують відповідність деталей заданим параметрам;

- оптимізація виробничих витрат. Технологічні процеси, такі як автоматизація та роботизація, зменшують необхідність у ручній праці, що скорочує виробничі витрати. Автоматизовані процеси також знижують споживання матеріалів і мінімізують відходи, що робить виробництво більш економічно вигідним;

- енергоефективність. Використання сучасного обладнання та технологій може значно знизити енергоспоживання. Наприклад, технології лазерного різання або обробка деталей без надлишкових відходів дозволяють не тільки зберегти матеріали, але й зменшити витрати на енергію;

- екологічність. Технологічні процеси, орієнтовані на екологічно чисте виробництво, сприяють зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Це включає використання екологічно чистих матеріалів, безвідходні виробничі процеси, а також системи переробки відходів;

- швидкість виробництва. Завдяки автоматизації та новітнім технологіям меблеве виробництво стає швидшим і більш продуктивним. Впровадження сучасних станків для обробки деревини, наприклад ЧПК (числове програмне керування), дозволяє зменшити час на виконання стандартних операцій і збільшити обсяги виробництва;

- індивідуалізація продукції. Новітні технології також відкривають можливості для кастомізації меблів відповідно до потреб замовника. Наприклад, за допомогою 3D-друку або лазерного гравіювання можна створювати унікальні дизайни, що робить продукцію більш привабливою для покупців;

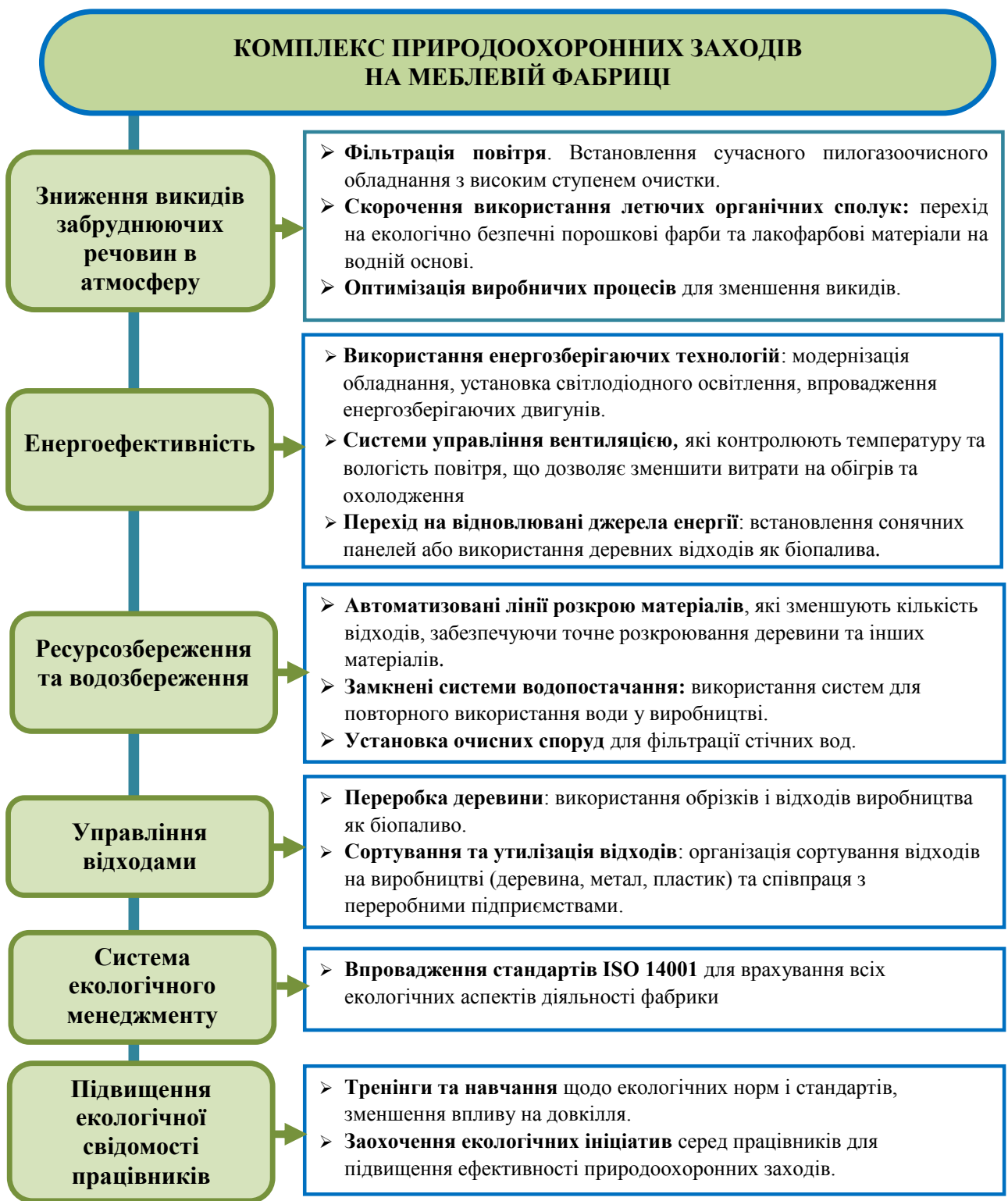
- безпека виробництва. Сучасні технологічні процеси дозволяють зменшити ризик травматизму на виробництві, оскільки автоматизація зменшує кількість ручних операцій, що є потенційно небезпечними. Використання сучасного обладнання, яке відповідає стандартам безпеки, допомагає зберігати життя та здоров'я працівників;

Загалом, впровадження сучасних технологічних процесів у меблеве виробництво дозволяє підвищити конкурентоспроможність підприємства, оптимізувати виробничі ресурси та створити більш якісну продукцію для споживачів.

Управління відходами

В середньому в процесі виробництва меблевої фабрики утворюється до 12% деревних відходів від загальної кількості пиломатеріалів. Відходи на підприємстві на початковому етапі збираються ближче до робочого місця у спеціальних контейнерах. У цеху розкроювання ламінованих ДСП, фанери і пиломатеріалів утворюються пил, тирса і кускові відходи (до 7%). Пил і тирса системою пиловидалення транспортуються до місць їх накопичення. Кускові відходи накопичуються у контейнерах поряд з місцем розкроювання і транспортуються до місця їх подрібнення на тріску, яка пакується в спеціальні контейнери, що зберігаються на облаштованому місці, захищеному від опадів і вологи [20]. Пил, тирса та тріска використовуються для виробництва теплової енергії. Частину кускових відходів фанери та пиломатеріалів підприємство продає власним працівникам для потреб опалення.

Таким чином на основі проведеної оцінки екологічного впливу меблевої фабрики на компоненти довкілля, а саме: аналізу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря; моніторингу відходів (перевірка кількості та типів відходів виробництва) та аналізу використання природних ресурсів та енергії, розроблено комплекс природоохоронних заходів для впровадження на підприємстві, який наведено на рис. 4.7.



Ці заходи можуть допомогти зменшити екологічний вплив меблевого виробництва та сприяти більш сталому розвитку міста та всього регіону.

РОЗДІЛ 5

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

5.1 Критерії оцінки економічної ефективності впровадження природоохоронних заходів на меблевому виробництві

Економічна ефективність впровадження природоохоронних заходів на меблевій фабриці може бути оцінена через кілька ключових показників. Це дозволяє визначити, наскільки виправданими є витрати на екологічні заходи з точки зору економічної вигоди. Основні критерії оцінки ефективності реалізації природоохоронних заходів розглянуто нижче.

Зменшення витрат на енергію та ресурси. Екологічні заходи, такі як енергозберігаючі технології та використання екологічно чистих матеріалів, можуть значно скоротити витрати на енергію, воду, деревину та інші ресурси. Наприклад, впровадження технологій повторного використання матеріалів або відходів може знизити потребу у придбанні нових ресурсів.

Зниження витрат на утилізацію відходів. Використання замкненого циклу виробництва, переробка та утилізація відходів можуть значно знизити витрати на утилізацію та оплату за вивезення сміття. Реалізація систем управління відходами також зменшує негативний вплив на довкілля та витрати на сплату екологічних зборів.

Поліпшення іміджу компанії. Меблева фабрика, яка впроваджує природоохоронні заходи, може підвищити свій імідж на ринку, залучити більше клієнтів і партнерів, які надають перевагу екологічно відповідальним підприємствам. Це може позитивно вплинути на збільшення прибутків завдяки підвищеному попиту на екологічно чисту продукцію.

Зниження екологічних штрафів та податків. Виконання екологічних норм і стандартів допомагає уникнути штрафів та санкцій за порушення

екологічного законодавства. Деякі країни пропонують податкові пільги та субсидії для підприємств, що впроваджують екологічно безпечні технології.

Вартість та період окупності. Необхідно враховувати початкові витрати на впровадження екологічних заходів (технології, інфраструктура, навчання персоналу) та порівнювати їх з економічною вигодою в довгостроковій перспективі. Окупність таких заходів зазвичай спостерігається через кілька років, але залежить від масштабу впроваджень та специфіки виробництва.

Підвищення конкурентоспроможності. Ефективне управління природоохоронними процесами може сприяти підвищенню конкурентоспроможності фабрики на ринку, особливо на зовнішніх ринках, де питання екології є одним із ключових критеріїв для покупців.

Таким чином, впровадження природоохоронних заходів на меблевій фабриці має комплексний вплив як на фінансову ефективність підприємства, так і на його екологічну відповідальність. Економічна вигода полягає в зниженні витрат, покращенні іміджу та збільшенні ринкової частки, що в кінцевому результаті сприяє довгостроковій стабільності та сталому розвитку фабрики і забезпеченню екологічної безпеки.

5.2 Економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці

Визначимо економічну ефективність встановлення на меблевій фабриці нового пилоочисного обладнання – двох циклонів ЦДО-1300. Капітальні вкладення на придбання та монтаж обладнання наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Капітальні вкладення для придбання та монтажу пилоочисного обладнання

№	Стаття витрат	Ціна, грн	Кількість, шт	Сума, грн
1	Циклон ЦДО-1300	235000	2	470000
2	Бункер накопичувач	120000	1	120000
3	Монтаж	-	-	150000
4	Інші витрати	-	-	150000
Всього				890000

Визначення загальних річних експлуатаційних витрат при експлуатації циклонів наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2. Експлуатаційні витрати

Статті витрат	Розмір витрат грн/рік
Витрати на електроенергію для роботи вентилятора, грн/рік	25890
Амортизаційні відрахування, грн/рік	18800
Витрати на заробітню плату з урахуванням єдиного соціального внеску, грн/рік	29280
Інші витрати, грн/рік	50000
Всього витрат за рік	123970

Таким чином, капітальні інвестиції для встановлення нового очисного обладнання на меблевій фабриці складають 890000 гривень. Експлуатаційні витрати на обслуговування циклонів ЦДО-1300 складають 123970 грн на рік.

З метою визначення річного економічного ефекту від впровадження природоохоронного заходу визначаємо додатковий дохід, який можна отримати при підвищенні ефективності вловлення деревного пилу і тирси, що використовуються як паливо в котельні мелевої фабрики.

Приймаємо, що за рік накопичується в результаті роботи двох циклонів 535 м^3 – пилу і інших дрібних деревних відходів. Всього на опалення та гаряче

водопостачання меблевої фабрики використовується – 510 т деревних відходів виробництва, що становить 728,57 м³.

Ринкова ціна деревних відходів станом 2024 рік становить – 500 грн/м³

Отже меблева фабрика тільки в результаті отримання відходів при роботі циклонів може заощадити на паливі:

$$P = 728,57 \cdot 500 = 364285 \text{ грн за рік.}$$

Приведені витрати на реалізацію природоохоронного заходу визначаємо за формулою:

$$B = C + E_n \cdot K,$$

де C – річні експлуатаційні витрати;

K – капітальні вкладення;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, приймаємо $E_n = 0,12$

$$B = 123970 + 0,12 \cdot 890000 = 230770 \text{ грн.}$$

Чистий економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E = P - B.$$

$$E = 364285 - 230770 = 133515 \text{ грн.}$$

Розрахований чистий економічний ефект $E > 0$, отже впровадження нового пилоочисного обладнання є економічно доцільним.

Термін окупності капітальних вкладень буде дорівнювати:

$$T = \frac{K}{(P-C)} = \frac{890000}{364285-123970} = 3,7 \text{ років}$$

Отже термін окупності капітальних вкладень на впровадження природоохоронного заходу становить 3,7 років. Що доводить економічну ефективність встановлення двох циклонів для забезпечення процесів пилоочищення при роботі виробничих цехів досліджуваної меблевої фабрики.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальні положення охорони праці

Питання забезпечення безпечних умов праці, попередження нещасних випадків на виробництві та зниження захворюваності, обумовленої виробничими причинами, та пов'язаних з цим виробничих втрат заслуговують на сьогодні досить пильної уваги як з боку держави, так і з боку керівників підприємств сфери виробництва меблів.

Вимоги з охорони праці при виробництві меблів встановлюються державними нормативними актами і виконуються під час проведення робіт з виробництва меблів для офісів та підприємств торгівлі, кухонних меблів, матраців, а також інших меблів та окремих меблевих деталей.

Вимоги з охорони праці є обов'язковими для виконання роботодавцями – юридичними особами незалежно від їх організаційно-правових форм та фізичними особами при організації та здійсненні ними робіт з виробництва меблів.

На основі правил та вимог технічної документації організації-виробника обладнання, що застосовується під час виробництва меблів роботодавцем розробляються інструкції з охорони праці для професій та (або) видів виконуваних робіт, які затверджуються локальним нормативним актом роботодавця з урахуванням думки відповідного профспілкового органу чи іншого уповноваженого працівниками представницького органу (за наявності).

При організації виконання окремих видів робіт та технологічних процесів, застосування методів робіт, матеріалів, технологічного оснащення, інструменту, інвентарю, обладнання та транспортних засобів, вимоги до безпечного виконання яких не регламентовані загальними вимогами та правилами, роботодавцем повинні бути розроблені спеціальні заходи та затверджено локальні нормативні акти щодо забезпечення безпечного

виконання робіт, що не суперечать вимогам нормативних правових актів, містять державні нормативні вимоги охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити:

- 1) безпеку здійснюваних виробничих процесів під час виробництва меблів відповідно до вимог нормативних правових актів, що містять державні нормативні вимоги охорони праці та технічної документації організації виробника;
- 2) навчання працівників з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці;
- 3) контроль за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На сьогоднішній день основним заходом, що забезпечує моніторинг умов та безпеки праці на підприємствах меблевої промисловості, є спеціальна оцінка умов праці, в рамках проведення якої є можливість ідентифікації шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища та трудового процесу та оцінки рівня їх впливу на працівника з урахуванням відхилення їх фактичних значень від встановлених норм з метою розробки на цій основі комплексу заходів, спрямованих на підвищення безпеки праці.

Ідентифікація небезпек у процесі виробничої діяльності працівників меблевої промисловості – це процес виявлення та розпізнавання небезпечних та шкідливих виробничих факторів та встановлення їх кількісних, тимчасових, просторових та інших характеристик, необхідних та достатніх для розробки профілактичних заходів (запобіжних та коригувальних дій), що забезпечують безпеку праці.

У процесі деревообробки під час виробництва меблів існує велика кількість небезпек для здоров'я працівників. При виконанні технологічних операцій виготовлення меблів застосовуються вкрай небезпечні інструменти та

обладнання, такі як механічні пили, обрізні, фасонно-фрезерні, поперечно-стругальні, токарні, багатопильні, шліфувальні та інші верстати. Найважливішим обов'язком керівництва підприємства є обладнання верстатів належними захисними пристосуваннями, перш ніж працівники приступлять до їх експлуатації. Безпека праці працівників на підприємствах сфери виробництва меблів вимагає від роботодавців пильного відстеження працездатності та надійності обладнання та підтримання безпечного робочого середовища. В обов'язковому порядку працівники повинні бути поінформовані про безпечні технологічні принципи, яких необхідно дотримуватися, щоб уникнути виробничої травми

При проведенні робіт з виробництва меблів на працівників можлива дія шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів, у тому числі:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, матеріали, заготовки, вироби, що переміщуються;
- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
- відлітаючі предмети (елементи обладнання) та інструмент, частини оброблюваних матеріалів;
- падаючі предмети та інструменти;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена температура поверхонь обладнання;
- підвищена або знижена температура та вологість повітря робочої зони;
- підвищена рухливість повітря;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;

- токсичні та дратівливі хімічні речовини, що проникають в організм працівника через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви та слизові оболонки;

- небезпека виникнення пожежі;
- небезпека виникнення вибуху;
- фізичні та нервово-психічні навантаження.

При недотриманні правил техніки безпеки, режиму роботи та неправильному використанні інструментів на деревообробному та меблевому виробництві виникають в основному такі професійні захворювання, як захворювання дихальних шляхів (рак легенів та носової порожнини), травми кінцівок (відпилювання пальців рук, долонь, ампутація пальців ніг із- за травми), зниження слуху (глухота), травми рухового апарату (хребет, криж).

Роботодавець повинен забезпечити створення системи управління охороною праці, проведення спеціальної оцінки умов праці, виявлення небезпек та їх ідентифікацію, розрахунок та оцінку професійних ризиків, розробку та реалізацію заходів, спрямованих на покращення умов праці працівників, виключення або зниження професійних ризиків відповідно до вимог нормативних правових актів.

При організації виконання робіт, пов'язаних з впливом на працівників шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів, роботодавець повинен вживати заходів щодо їх виключення або зниження рівнів допустимої дії, встановлених вимогами відповідних нормативних правових актів.

При неможливості виключення або зниження рівнів шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів до рівнів допустимого впливу у зв'язку з характером та умовами виробничого процесу проведення робіт без забезпечення працівників відповідними засобами індивідуального та (або) колективного захисту забороняється.

Роботодавець має право встановлювати додаткові вимоги безпеки під час виконання робіт, що покращують умови праці працівників.

6.3 Розрахунок системи освітлення цеху меблевої фабрики

Правильно спроектоване та виконане освітлення на підприємствах забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору людини, стан її центральної нервової системи та безпека на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення. Від освітлення залежать також продуктивність праці та якість продукції, що випускається.

Основним завданням виробничого освітлення є підтримання на робочому місці освітленості, відповідної характеру зорової роботи.

При освітленні меблевого цеху використовується суміщене освітлення, у якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Штучне освітлення цеху є комбінованим, тобто таким, що представляє сукупність місцевого та загального освітлення.

Освітленість на робочих місцях та поверхнях верстатів повинна бути не нижчою за 2000 лк при освітленні газорозрядними лампами. Загальне штучне освітлення цеху з деревообробними верстатами має дорівнювати 400 лк при освітленні газорозрядними лампами.

Для розрахунку робочого штучного освітлення цеху як вихідні дані приймається:

- тип джерела світла: для освітлення виробничого приміщення – дугова лампа ртутна люмінесцентна ДРЛ;
- тип світильника – УПД ДРЛ;
- тип системи освітлення – комбінована;
- характеристики цеху: довжина – 25 м, ширина – 10 м, висота розташування світильників – 4,2 м;
- коефіцієнт мінімальної освітленості, рівний відношенню середньої освітленості і мінімальної, для ламп ДРЛ $Z = 1,15$.

Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення горизонтальної робочої поверхні виконується шляхом коефіцієнта використання світлового потоку.

Світловий потік лампи визначається за формулою [51]:

$$\Phi_n = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot K_3}{N \cdot \eta_n}$$

де E_n – нормована мінімальна освітленість, $E_n = 400$ лк;

S – площа приміщення, що освітлюється, $S = 250$ м²;

Z – коефіцієнт нерівномірності висвітлення, $z = 1,15$;

K_3 – коефіцієнт запасу $K_3 = 1,5$ [51];

η_n – коефіцієнт використання світлового потоку;

N – кількість світильників у приміщенні.

Визначаємо кількість світильників у приміщенні:

$$N = \frac{S}{L^2}$$

де L – відстань між центрами світильників, приймаємо $= 2,5$ м

$$N = \frac{250}{2,5^2} = 40 \text{ штук світильників.}$$

Приймаємо для цеху 40 світильників, які розташовані в 4 ряди по 10 штук.

Коефіцієнт використання світлового потоку η_n , що дав назву методу розрахунку, визначають залежно від типу світильника, коефіцієнтів відображення стелі $\rho_{ст}$, стіни ρ_c , підлоги ρ_p , розмірів приміщення

Спочатку визначається індекс приміщення [51]:

$$i = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)},$$

де A – довжина приміщення в плані, $A = 25$ м;

B – ширина приміщення у плані, $B = 10$ м;

H – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, $H = 4,2$ м.

$$i = \frac{25 \cdot 10}{4,2 \cdot (25 + 10)} = 1,7$$

Для коефіцієнтів відображення стелі $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, стіни $\rho_{\text{с}} = 30\%$, підлоги $\rho_{\text{п}} = 10\%$ та індексу приміщення $i = 1,7$ коефіцієнт використання світлового потоку $\eta_{\text{н}} = 0,55$.

Визначаємо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{400 \cdot 250 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{40 \cdot 0,55} = 8841 \text{ лм.}$$

За розрахованим світловим потоком обраємо лампу ДРЛ-250 зі світловим потоком $\Phi_{\text{л}} = 10500$ лм і потужністю $P_{\text{л}} = 250$ Вт.

Фактична освітленість буде дорівнювати:

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{н}} \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{л}}},$$
$$E_{\text{ф}} = 400 \frac{10500}{8841} = 475 \text{ лк}$$

Відхилення фактичної освітленості від нормативної лежить в межах $-10\% \dots +20\%$.

Загальна потужність освітлювальної установки меблевого цеху становить:

$$P_{\text{з}} = P_{\text{л}} \cdot N = 250 \cdot 40 = 10000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт.}$$

Важливе значення має правильне оздоблення кольорів приміщень. Покриття стін має бути матовим, без відблисків; верхні ділянки стін і стеля слід забарвлювати в білий колір, так як цей колір має найбільшу здатність, що відображає, і тим самим збільшує освітленість приміщення.

6.4 Вимоги техніки безпеки та пожежної безпеки для працівників меблевого виробництва

Загальні вимоги техніки безпеки. До робіт у меблевому виробництві можуть бути допущені особи, які пройшли медичний огляд та визнані придатними для виконання цих робіт.

До виконання робіт допускаються працівники, які пройшли інструктаж, стажування, навчання та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки,

надання першої долікарської допомоги та мають про це спеціальне посвідчення.

Кожен працівник у встановлені строки повинен проходити інструктаж з охорони праці та навчання. Про проведені інструктажі та навчання у посвідченні робиться відповідний запис.

Працівники, які поєднують професії, повинні бути навчені безпечним прийомам роботи та пройти інструктаж з охорони праці на всіх роботах, що виконуються.

Кожен працівник зобов'язаний виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, дотримуватись режимів праці та відпочинку, встановлених в організації.

Курити дозволяється лише у спеціально відведених місцях. Не дозволяється вживати спиртні напої. Особ у нетверезому стані, що знаходяться на території організації як у робочий, так і в неробочий час, слід негайно видалити та скласти акт про усунення від виробництва.

Не допускається перебування біля організації осіб, що у нездоровому (фізично чи психічно) стані чи під впливом наркотичних средств.

До управління машинами, обладнанням та інструментом допускаються працівники, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідне посвідчення.

Працівники, зайняті у меблевому виробництві, повинні користуватися засобами індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття, каски, рукавиці та ін.), що видаються за встановленими нормами.

Кожен працівник повинен бути ознайомлений з технологічною картою або планом організації робіт та виконувати під час роботи їхні вимоги.

Робочі місця, майданчики, транспортні шляхи з настанням темряви або за поганої видимості (туман, дощ, сніг) повинні мати штучне освітлення, що забезпечує освітленість не нижче встановленої галузевими нормами. Працювати без достатнього освітлення робочого місця не дозволяється.

Ремонтні роботи дозволяється проводити тільки при зупинених механізмах обладнання та знеструмлених шафах електроапаратури. При цьому

на вимкнений головний рубильник вивішується табличка «Не вмикати. Працюють люди!».

Машини, обладнання, моторний та ручний інструмент повинні відповідати стандартам та експлуатуватися лише у справному стані. Працівники повинні дотримуватись встановлених заводською документацією вимог з експлуатації машин та обладнання.

Організаційне керівництво роботою здійснює майстер безпосередньо чи через бригадира. Розпорядження та вказівки майстра є обов'язковими до виконання всіма працівниками.

Вимоги пожежної безпеки. У складі меблевих підприємств найнебезпечнішими по можливості виникнення спалаху та швидкості розвитку пожежі є наступні приміщення:

- лакофарбове підготовче відділення;
- ділянка варіння клеїв;
- малярні, сушильні ділянки, зокрема стаціонарні камери сушіння.
- склади лаків, фарб.

Зазначеним приміщенням меблевого виробництва як правило, присвоюються категорії А, Б за небезпекою вибуху та/або пожежі.

Практично всі інші приміщення таких підприємств, через наявність в них матеріалів, що загоряються, відносяться до категорії С з пожежної безпеки, що також пред'являє до них високі вимоги.

Основні причини пожеж, що можуть виникати на території меблевого та деревообробного виробництва наведені на рис. 6.1.

Організаційні, технічні заходи, спрямовані на забезпечення пожежної безпеки на об'єктах столярної переробки деревини, виготовлення меблів, необхідно планувати, виконувати виходячи зі знання основних причин виникнення вогнищ загорянь, щоб унеможливити найбільш грубі з них.

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ПОЖЕЖ, ЩО ВИНИКАЮТЬ НА ОБ'ЄКТАХ МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА



- ✓ Використання освітлювальних приладів, не забезпечених захисними ковпаками/плафонами.
- ✓ Застосування кустарно виготовлених обігрівачів, у тому числі з відкритим вогнем, електричними спіралями опору.
- ✓ Порушення правил монтажу, експлуатації силових, освітлювальних електромереж, виробничого обладнання – використання нестандартних плавких вставок, кабелів, проводів із пошкодженими захисними оболонками, ізоляцією; з'єднання струмопровідних жил скруткою; перевантаження електродвигунів верстатів, іншого устаткування.
- ✓ Удару блискавки в покрівлі будівельних об'єктів, не забезпечених системою блискавкозахисту, заземлення.
- ✓ Порушень технологічного режиму під час експлуатації виробничого устаткування.
- ✓ Самостійного займання деревних відходів, просочених мастильними матеріалами, розчинниками.
- ✓ Порушень вимог пожежної безпеки під час виконання робіт з очищення, склеювання, фарбування сушіння заготовок, деталей з деревини матеріалами, складами на основі горючих рідин, летких речовин.
- ✓ Необережне, несанкціоноване застосування джерел відкритого вогню у виробничих, складських приміщеннях.
- ✓ Порушень вимог підготовки місць, технологічного процесу виконання вогневих, у тому числі газозварювальних робіт, відсутності контролю після закінчення.
- ✓ Куріння поза відведеними при цьому приміщеннями, місцями на території деревообробного, меблевого підприємства.
- ✓ Порушень правил пожежної безпеки під час експлуатації пічного опалення цехів, столярних майстерень у сільській місцевості.

Рис. 6.1. Основні причини виникнення пожеж на об'єктах меблевого виробництва

До складу інженерно-технічного комплексу забезпечення пожежної безпеки на територіях та всередині будівельних об'єктів входять мережі зовнішнього протипожежного водопостачання, системи протипожежного водопроводу виробничих приміщень та ділянок, системи сигналізації,

стаціонарні водяні, пінні системи пожежогасіння, системи димовидалення, подачі свіжого повітря до приміщень на шляхах евакуації тощо.

«Для оперативної ліквідації вогнищ загорянь, особливо на об'єктах столярних, меблевих виробництв, не обладнаних усередині будівель протипожежним водопроводом, приміщення за вимогами, зазначеними у нормативних документах, укомплектовують переносними, пересувними водними, повітряно-пінними вогнегасниками. А для ліквідації спалахів електропроводки, виробничого обладнання – вуглекислотними, порошковими вогнегасниками» [42].

Для запобігання пожежі або вибуху на меблевій фабриці необхідно:

- не запалювати сірники та не застосовувати відкритий вогонь у пожежонебезпечних цехах;
- використані обтиральні матеріали і промаслену ганчір'я прибирати в металеві ящики з кришками, що щільно закриваються;
- не допускати скупчення пилу на обладнанні та робочих місцях;
- не сушити спеціальний одяг та взуття на нагрівальних приладах;
- забезпечувати вільний доступ до засобів пожежогасіння.

При пожежі або загорянні необхідно:

- негайно повідомити об'єктову або пожежну охорону;
- приступити до гасіння вогнища займання наявними в цеху або на робочому місці засобами пожежогасіння (вогнегасник, внутрішній пожежний кран, стаціонарна установка пожежогасіння тощо);
- вжити заходів для виклику до місця пожежі майстра, начальника цеху, зміни, відділення чи іншої посадової особи.

ВИСНОВКИ

1. Головними проблемами розвитку деревообробної та меблевої промисловості в Україні є: незаконна вирубка лісів та недостатній контроль за лісовими ресурсами; висока конкуренція на міжнародних ринках потребує інновацій та підвищення якості продукції; екологічні виклики пов'язані з необхідністю впровадження сталих практик управління лісовими ресурсами. Подальший розвиток деревообробної та меблевої промисловості в Україні повинен відбуватися за рахунок інновацій, модернізації та впровадження принципів сталого розвитку.

2. В кваліфікаційній роботі розглянуто діяльність меблевої фабрики «Авангард». Основними видами впливу меблевого виробництва на довкілля є: вирубка лісів, споживання великої кількості природних ресурсів та електроенергії; викиди вуглекислого газу в процесі обробки деревини, використання у виробничих процесах та виділення в атмосферу токсичних хімічних речовин, утворення значної кількості відходів, включаючи залишки деревини, пластик, метал та хімічні речовини.

3. Деревний пил, що утворюється при виробництві меблів є серйозним забруднювачем довкілля. Належна утилізація деревного пилу є проблемою для меблевих виробництв. Його накопичення на полігонах створює додаткові екологічні ризики, такі як виділення токсичних речовин у повітря або ґрунт. Сучасні тенденції включають використання пилу як вторинної сировини для виробництва біоенергетичних продуктів або композитних матеріалів.

4. Проведено аналіз сучасних технологій очищення атмосферного повітря в меблевому виробництві. На меблевій фабриці рекомендовано встановити нове пилоочисне обладнання. Обрано два циклони ЦДО-1300, які застосовуються для уловлювання деревних відходів (тріски, кори, сирі тирси, кільцевої стружки, важкого часткового пилу) в системах аспірації та пневмотранспорту. Головними перевагами циклону ЦДО є: простота конструкції та виготовлення; відсутність рухомих елементів; невелика вартість; висока надійність та

тривалий період служби; високий рівень очищення до 99 % при невеликих розмірах та низькому опорі.

5. На основі проведеної оцінки екологічного впливу меблевої фабрики на компоненти довкілля розроблено та рекомендовано до впровадження комплекс природоохоронних заходів, який включає такі заходи: встановлення сучасного пилогазоочисного обладнання з високим ступенем очистки; перехід на екологічно безпечні порошкові фарби та лакофарбові матеріали на водній основі; модернізація обладнання, установка світлодіодного освітлення, впровадження енергозберігаючих двигунів; встановлення автоматизованих ліній розкрою матеріалів, які сприяють ресурсозбереженню; використання деревних відходів як біопалива, для отримання теплової енергії; підвищення екологічної свідомості працівників та впровадження системи екологічного менеджменту.

6. Виконано економічне обґрунтування доцільності впровадження нового очисного обладнання на меблевій фабриці. Капітальні інвестиції для встановлення нового очисного обладнання складають 890 тис. гривень. Експлуатаційні витрати на обслуговування циклонів ЦДО-1300 складають 124 тис. грн на рік. Чистий економічний ефект становить 133,5 тис. грн. Термін окупності капітальних вкладень становить 3,7 років, що доводить економічну ефективність встановлення двох циклонів для забезпечення процесів пилоочищення при роботі виробничих цехів досліджуваної меблевої фабрики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апостолук С.О., Апостолук А.С., Джигирей В.С. та ін. Охорона навколишнього середовища в деревообробній промисловості. Київ: Основа, 2003. 174 с.
2. Барабаш В.А. Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2018. 288 с.
3. Білик А. П., Футорний Д.А. Меблева промисловість: аналіз умов праці та стан виробничого травматизму в галузі. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2015. № 6. С. 89–92.
4. Біомаса як паливна сировина / Гелетуха Г.Г., Жовмір М.М., Олійник Є.М., Радченко С.В. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/60379/11-GeletukhaNEW.pdf?sequence=1>.
5. Благодатний В.В., Рижков О.С., В.Б. Нікольська Розрахунок викидів забруднюючих речовин у атмосферу в енергетиці, металургії та машинобудуванні : методичні вказівки. Миколаїв : НУК, 2012. 59 с.
6. Види, властивості і особливості нанесення порошкової фарби. URL: <http://farbateka.com.ua/farbi/vidi-farb/vidi-vlastivosti-i-osoblivosti-nanesennja.html>
7. Войтович І.Г. Основи технології виробів з деревини. Підручник. Львів: НЛТУ України, ТЗОВ «Країна ангелят». 2010. 305 с.
8. Войцицький А.П. Методи та засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища. Житомир, 2014, 365с.
9. В Україні збільшилася площа сертифікованих лісів. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/news/v-ukraini-zbilshylasia-ploshcha-sertyfikovanykh-lisiv>.
10. Гаврилець О., Дочинець Н., Кампо Г. Дослідження проблем екологічності продукції меблевої промисловості на засадах маркетингу. *Галицький економічний вісник*. 2020. № 1(62). С. 132-141.

- 11.Гайда С.В. Міцність комбінованих столярних плит із вживаної деревини. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2018, вип. 197. С. 3–9.
- 12.Гайда С.В. Ефективне використання вживаної деревини як основа для зменшення викидів CO₂. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Том 19, вип. 14. С.72–88.
13. ГКД 34.02. 305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. [Діючий з 01.07.2002]. Наказ від 14.06.2002 № 359. Київ: Науково-технологічний центр «Реактивелектрон» Національної академії наук України, 2002.
14. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Олійник Є.М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. Т.35, №35. С. 67-72.
- 15.Гігієнічні регламенти орієнтовно безпечних рівнів впливу хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ міністерство охорони здоров'я України 14 січня 2020 року № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-20#Text>.
- 16.Гончаренко Т.П., Гончаренко О.Г. Екологічна оцінка впливу на довкілля підприємств деревообробної галузі на прикладі підприємства «Черкаський ДОК». *Вісник ЖДТУ*. 2008. № 3 (46). С. 167–173.
17. Державне агентство лісових ресурсів України: вебсайт. URL: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>.
- 18.Державні медико-санітарні нормативи. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 10 травня 2024 року № 813. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#n9>.
- 19.Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 173 від 19.06.1996.

20. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва. Меблева та деревообробна промисловість / Кійко О.А., Кушпін А.С., Чопенко Н.Ф., Попович В.Д. Київ: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2019. 132 с.
21. Дорожня карта конкурентоспроможного розвитку української меблевої промисловості. URL: <https://uafm.com.ua/wp-content/uploads/2018/07/dorozhnya-karta-dlya-rozvytku-meblevogo-sektorukrayiny.pdf>.
22. Дубровін В.О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні. *Аграрна наука і освіта*. 2004. Т.5. № 1-2. С.86–91.
23. Загальна характеристика лісів України. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>.
24. Заготівля деревини за видами лісової продукції. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
25. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р, №187/98-ВР.
26. Закон України «Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 року №4004–ХІІ.
27. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. №1264. Відомості Верховної Ради України , 1991, № 41, ст.546.
28. Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992. Відомості Верховної Ради (ВВР), 1992, № 49, ст.668.
29. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 22.02.2002, № 2918-ІІІ.
30. Заїченко В. І. Безпека праці в будівництві. Конспект лекцій. Харків: ХНУМГ, 2014. 98 с.
31. Івануса А.В. Методологічні основи побудови екологічно орієнтованої системи виробничих зв'язків підприємств лісопромислового комплексу : монографія. Львів : ТзОВ "Ліга-Прес", 2011. 180 с.

- 32.Івануса А.В., Загорняк В.Б. Екологічні аспекти меблевого виробництва. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.9. С. 71–74.
- 33.Інформаційний портал деревообробної галузі. Електронний ресурс. Доступ: www.derevo.info.
34. Інформація щодо сертифікованих лісів філій ДП “Ліси України”, станом на 01.09.2024 за системою FSC. URL: <https://e-forest.gov.ua/fsc-perelik-sertyfikovanykh-filij/>.
35. Караїв О.А. Технологічні основи безвідходних виробництв. Луцьк: Вежа друк. 2014. 88 с.
36. Комплексне перероблення рослинної сировини: Комплексна хімічна переробка деревини: навч. посіб. / В.В. Галиш, О.В. Ященко, І.В. Трембус. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 104 с.
37. Маєвський В.О., Копинець З.П., Миськів Є.М., Щупаківський Р.Б. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни "Технологія лісопиляльно-деревообробних виробництв". Львів: НЛТУ України, 2019. 45 с.
38. Меблева галузь України адаптується та шукає нові способи сталого виробництва і дистрибуції. URL: <https://aweu.org.ua/analytics/mebleva-galuz-ukrayiny-adaptuyetsya-ta-shukaye-novi-sposoby-stalogo-vyrobnyctva-i-dystrybuciyi/>.
39. Мельник Л.Г., Шапочка М.К. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням : підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 759 с.
40. Методичні вказівки для практичної роботи з дисципліни: «Очистка та рекуперація промислових викидів підприємств переробки рослинної сировини» для магістрів денної і заочної форми навчання, галузі знань 16 – «Хімічна та біоінженерія», спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Укл. Бугрим М.В. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2016. 36 с.

41. Найкращі види дерева для меблів. URL: <https://mebliskif.com.ua/blog/naykraschi-vydy-dereva-dlja-mebliv>.
42. Пожежна безпека меблевого виробництва та столярних майстерень. URL: https://euroservis.com.ua/ua/pozharnaya-bezopasnost-mebelnogo-proizvodstva-i-stolyarnykh-masterskikh/?srsltid=AfmBOorq1_40kcyvhH4kliywCc8hGDx17xdTg9unyez1Yeu1Jxykw7ai
43. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2 : Методи очищення стічних вод / [Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.] Вінниця : ВНТУ, 2014. 258 с.
44. Розвиток української меблевої галузі у 2023 році. Українська Асоціація Меблевіків. URL: <https://uafm.com.ua/rozvytok-ukrayinskoyi-meblevoyi-galuzi-u-2023-rotsi/>.
45. Сахно Н.Ю. Які види масиву дерева застосовують у сучасному виробництві меблів. URL: <https://wowmebli.com/blog/yaki-vydy-masyvu-dereva-zastosovuyut-u-vyrobnyctvi-mebliv/>.
46. Світалінський М. Вирубка лісів – проблема, наслідки та шляхи вирішення. URL: <https://nrp.org.ua/vyrubka-lisiv-problema-naslidky-ta-shlyakhy-vyrishennya/>.
47. Сертифікація ланцюга поставок FSC®. URL: <http://surl.li/bjbfkw>.
48. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: підручник/ За ред. проф. О.О.Серьогіна. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.
49. Теплові, масообмінні та хімічні процеси у виробництві деревинних плит і пластиків / М.М. Копанський, С.О. Манзій, О.О. Шепелюк / НЛТУ України, Львів. 2006. 215 с.
50. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Сакалова Г. В. та ін. Херсон : Олді-плюс, 2019. 298 с.

51. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. Миколаїв: УДМТУ, 2001. 84 с.
52. Циклон ЦДО-1300. Київський вентиляторний завод. URL: https://ventzavod.com/ventilator/34507/?pa_rotations-of-impeller=.
53. Чому в Україні лісова сертифікація не працює «на повну»? Екологія. Право. Людина. URL: <http://surl.li/kadbfp>.
54. Шкідливість формальдегіду для людини. Методи нейтралізації. URL: <https://kvantum.com.ua/ua/blog/ochistka-vozdukha-ventilyatsiya/shkidlyvist-formaldegidu/>.
55. Яковлев Є.О., Якушенко Л.М. Еколого-ресурсні фактори сучасного природокористування та їх зв'язок з національною безпекою України. *Екологія та промисловість*. 2009. № 3 (20). С. 9–12.
56. Kiyko O., I. Soloviy, I. Voytovych, M. Yakuba, L. Zahvoyska, U. Kies. Forest clusters development and implementation measures of a 6-region strategic joint action plan for knowledge-based regional innovation. WP3. Strategies. Regional Strategy Report, Carpathia, Ukraine. Working Paper. Edited by L. Zahvoyska. UNFU, Lviv, Ukraine, 2011. 92 p.
57. Wood Products & Greenhouse Gas Impacts. British Columbia Forest Facts. March 2012. Available from: www.naturallywood.com/sites/default/files/Greenhouse-Gas-Factsheet.pdf.