

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ДЕРЕВООБРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ДИЗАЙНУ

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки
життєдіяльності

Пояснювальна записка

до диплому/роботи магістра


на тему: «АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ СКЛЕЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА
ДОВКІЛЛЯ»

Виконала: студентка VI курсу, групи ТЗНСз-
61м

Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

Дацків Г. М. 
(прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Сторожук В.М. 
(прізвище та ініціали)

Рецензент С. В. Таїда
(прізвище та ініціали)

Львів 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут деревообробних технологій і дизайну

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки життєдіяльності

Освітньо-кваліфікаційний рівень **магістр**

Спеціальність **183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСДБЖД

проф. Кривецький Б. Я.

“ 30 ” вересня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Дацків Галина Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз та дослідження технологічних процесів склеювання деревини та їх вплив на довкілля»

керівник роботи Сторожук Віктор Миколайович, кандидат техн. наук, доцент,

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

затвердені наказом по університету від “ 12 ” 07 2024 року №...С-469.

2. Строк подання студентом роботи до 15 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи: технологічні процеси склеювання на деревообробних підприємствах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Стан питання щодо процесу склеювання та екологічної безпеки.

2. Вивчити складові компоненти клейових композицій та їх екологічність.

3. Дослідити вплив технологічних процесів склеювання на довкілля.



4. Запропонувати технологічні рішення щодо екологічності процесів при склеюванні деревини.

5. Висновки.

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

7. Презентація

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 18 червня 2023 року

Керівник проекту  доц. Сторожук В.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Стан питання щодо процесу склеювання та екологічної безпеки	до 01.09.24	
2.	Вивчити складові компоненти клейових композицій та їх екологічність	до 15.09.24	
3.	Дослідити вплив технологічних процесів склеювання на довкілля	до 01.10.24	
4.	Запропонувати технологічні рішення щодо екологічності процесів при склеюванні деревини	до 20.09.24	
5.	Розділ з охорони праці	до 15.11.24	
	Висновки.	до 01.12.24	
	Оформлення роботи	до 15.12.24	
9			

Студентка

 Дацків Г. М.

Керівник проекту

 доц. Сторожук В.М.

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота складається із: пояснювальної записки - 59 стор., 23 рисунки, 4 таблиці, 23 наукові джерела.

У магістерській роботі досліджено вплив складових компонентів термореактивних та термопластичних клейових композицій, технологічних процесів із виготовлення деревиностружкових плит та меблевого щита, та їх вплив на довкілля. Проаналізовано шкідливі викиди, які утворюються під час технологічних процесів виготовлення плитних матеріалів та меблевого щита, та забруднення ними атмосферного повітря та ґрунтових вод. Запропоновано технологічні рішення щодо очищення атмосферного повітря та ґрунтових вод від забруднення технологічними процесами виготовлення деревиностружкових плит та меблевого щита. Запропоновані заходи із безпеки праця.

Ключові слова: клейові матеріали, шкідливі викиди, атмосферне повітря, стіні води, довкілля, очищення, забруднення.

ABSTRACT

Master's thesis: explanatory note: 59 pages, 23 figures, 4 tables, 23 sources.

The master's thesis investigated the influence of the components of thermosetting and thermoplastic adhesive compositions, technological processes for the production of chipboard and furniture panels, and their impact on the environment. The harmful emissions generated during the technological processes for the production of board materials and furniture panels, and their pollution of atmospheric air and groundwater were analyzed. Technological solutions were proposed for the purification of atmospheric air and groundwater from pollution by technological processes for the production of chipboard and furniture panels. Occupational safety measures were proposed.

Keywords: adhesive materials, harmful emissions, atmospheric air, water wall, environment, cleaning, pollution

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На основі аналізу літературних джерел щодо впливу технологічних процесів склеювання деревини на довкілля необхідно:

1. Проаналізувати стан питання щодо процесу склеювання та екологічної безпеки.
2. Вивчити складові компоненти клейових композицій та їх екологічність.
3. Дослідити вплив технологічних процесів склеювання на довкілля.
4. Запропонувати технологічні рішення щодо екологічності процесів при склеюванні деревини.
5. Заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ЩОДО ПРОЦЕСУ СКЛЕЮВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	10
1.1 Аналіз клейових матеріалів для склеювання деревини.....	10
1.2 Аналіз технологічних процесів склеювання.....	14
1.3 Вплив технологічних процесів склеювання на довкілля.....	16
1.4 Висновки, мета та завдання досліджень.....	17
РОЗДІЛ 2.СКЛАДОВІ КОМПОНЕНТИ КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНІСТЬ.....	19
2.1 Складові компоненти термореактивних клеїв та їх вплив на довкілля.....	19
2.2 Складові компоненти термопластичних клеїв та їх вплив на довкілля.....	24
2.3 Висновки з розділу.....	27
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛЕЮВАННЯ НА ДОВКІЛЛЯ.....	28
3.1 Вплив технологічних процесів склеювання термореактивними клеями на довкілля.....	28
3.2 Вплив технологічних процесів склеювання термопластичними клеями на довкілля.....	34
3.3. Висновки з розділу.....	37
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРОЦЕСІВ ПРИ СКЛЕЮВАННІ ДЕРЕВИНИ.....	39
4.1 Технологічні рішення щодо зменшення забруднення атмосферного повітря при склеювання деревини.....	39
4.2 Технологічні рішення щодо зменшення забруднення стічних вод при склеювання деревини.....	46
4.3 Висновки з розділу.....	50
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
5.1 Охорона праці при роботі з термопластичними клеями.....	52
5.2 Охорона праці при роботі з термореактивними клеями.....	54

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60

ВСТУП

Актуальність теми. Практично на кожному деревообробному підприємстві відбувається технологічний процес склеювання деревини та деревинних матеріалів. Проте не завжди приділяють достатньо уваги впливу технологічних процесів склеювання деревини на навколишнє середовище. На сьогодні проблеми пов'язані із промисловим забрудненням атмосферного повітря, води і ґрунтів є доволі актуальними і потребують вирішення.

Особливу увагу варто приділити технологічним процесам виготовлення деревинно-стружкових плит, де для склеювання використовуються формальдегідні клейові матеріали, а саме карбамідо-формальдегідні клеї. Вибір був зроблений на дану продукцію, через те, що деревинно-стружкові плити на сьогодні широко використовуються при виготовленні меблевих виробів, у машинобудуванні, вагонобудуванні та в інших цілях.

Такий технологічний процес супроводжується шкідливими викидами формальдегіду, а також відходів, у вигляді пилу, туману або випарів, які мають вплив на навколишнє середовище.

Підсумовуючи технологічний процес з виготовлення деревинно-стружкових плит можна відзначити, що він характеризується екологічною небезпекою, оскільки при виготовленні плит використовують карбамідо-формальдегідні клеї, які призводять до шкідливих викидів у атмосферне повітря формальдегіду та дрібнодисперсного пилу. Окрім того такі технологічні процеси потребують значних витрат теплової енергії. Тому, питання щодо зменшення шкідливих викидів промисловим виробництвом є надзвичайно важливим.

Вирішення цих проблем можна здійснити за рахунок використання сучасних технологій та методів очищення шкідливих викидів в навколишнє середовище, що в свою чергу вплине на світові екологічні проблеми.

Мета та завдання: метою магістерської роботи є дослідження впливу технологічних процесів склеювання деревини на навколишнє середовище.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні питання:

1. Проаналізувати складові компоненти клейових матеріалів та їх вплив на довкілля.
2. Дослідити вплив технологічних процесів склеювання на довкілля.
3. Запропонувати технологічні рішення щодо екологічності процесів склеювання деревини.
4. Розробити заходи з безпеки праці.

Об'єкт дослідження: шкідливі викиди у навколишнє середовище.

Предмет дослідження: технологічні процеси склеювання деревини.

РОЗДІЛ 1.

СТАН ПИТАННЯ ЩОДО ПРОЦЕСУ СКЛЕЮВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

1.1 Аналіз клейових матеріалів для склеювання деревини

Одним із найпоширеніших та перспективних видів з'єднання деревини і деревинних матеріалів на сьогодні є склеювання. Склеєну деревину та конструкції на її основі використовують при виробництві різноманітних виробів з деревини зокрема меблевих та столярних виробів. Такі конструкції здатні забезпечити належну міцність та довговічність готовим виробам в процесі експлуатації [1,2] Дослідження формозміни пиломатеріалів для виробництва клеєних щитових конструкцій. [3].

Клей – це органічні або неорганічні речовини, або їх суміш природного походження, які володіють специфічними властивостями, та за певних умов, утворюють міцні з'єднання, які повинні забезпечувати належну міцність готовим виробам [4].

До початку ХХ століття в основному використовували клеї природного походження (альбумінові, казеїнові, міздряні). Проте їх незадовільні властивості, а саме: низьку волого-, атмосферо-, теплостійкість, та загнивання, стало підставою для пошуку нових клейових матеріалів. Відтоді з розвитком хімії високо-полімерних матеріалів розпочалось виробництво синтетичних клейових матеріалів, які широко використовувались для склеювання деревини і деревинних матеріалів. До складу синтетичних клеїв входить: (основа, розчинники, каталізатори, наповнювачі, стабілізатори, пластифікатори, затверджувачі тощо). Першими запатентованими синтетичними клеями були, феноло-формальдегідні. [5].

Саме тому, із значним збільшенням асортименту клейових матеріалів виникла потреба їх класифікації за певними характерними ознаками. Багато науковців запропонували здійснювати класифікацію клеїв, у вигляді різних схем, що побудовані за однаковими ознаками. У даній роботі використано

класифікацію у вигляді структурної схеми, запропоновану Б.Я Кшивецьким, яка подана на рис.1.1.



Рис. 1.1. Класифікація клеїв для склеювання деревини

Клеї в залежності від своїх властивостей, які залежать від їх компонентного складу, повинні відповідати наступним вимогам: технологічним (життєздатність клеїв, простота у приготуванні та нанесенні на поверхню, стабільні властивості), експлуатаційним (створення міцного клейового з'єднання), екологічним (містити мінімальний вміст токсичних хімічних

речовин, низьке виділення токсичних речовин в навколишнє середовище як в процесі склеювання так і під час експлуатації), економічним (мінімальні витрати на виготовлення клею) [6].

Для склеювання деревини і деревинних матеріалів термореактивні і термопластичні клейові матеріали.

Термореактивні клеї – це рідка композиція, яка складається з мономерів і реакційно-здатних синтетичних олігомерів (феноло-формальдегідних, карбамідо-формальдегідних, епоксидних тощо), які внаслідок реакції зшивання здатні утворювати жорсткий і крихкий клейовий шар, витримують змінні температурно-вологісні навантаження в процесі експлуатації, швидко тверднуть і порівняно недорогі. Вони забезпечують клейові з'єднання належною тепло-, волого-, і водостійкістю. До термореактивних клеїв належать: карбамідо-формальдегідні, феноло-формальдегідних меламіно-формальдегідні, резорцино-формальдегідні, меламіно-карбамід-формальдегідні, епоксидні, поліуретанові тощо. Такі клеї використовуються при виготовленні виробів або клейових конструкцій, які будуть експлуатуватися в атмосферних умовах із змінними температурно-вологісними навантаженнями [7].

Проте, через високий відсоток водопоглинання, токсичність, виникнення внутрішніх напружень та світові екологічні проблеми спонукають людство до зменшення використання токсичних клейових матеріалів, що надає перспективи для більшого використання екологічно безпечних термопластичних клейових матеріалів [8,9].

Термопластичні клеї – це речовини, які здатні багато разів переходити у рідкий стан при нагріванні і затвердівати при охолодженні. До термопластичних клеїв належать: полівінілацетатні, полістирольні, поліамідні, поліетиленові тощо. Такі клейові матеріали здатні формувати еластичний клейовий шов, є екологічно безпечними, мають хорошу адгезію до деревини та деревинних матеріалів, утворюють лінійну або рідкосітчасту структуру клейового шва [10].

Одними з найбільш розповсюджених є термопластичні полівінілацетатні клеї (ПВА). Основним компонентом даних клеїв є полівінілацетат – розгалужений або лінійний аморфний полімер, температура склування якого становить 28-42°C, температура розм'якшення 30-50°C, межа міцності 20-50 МПа. Затвердіння такого клею відбувається за рахунок переходу полімеру із в'язкого у склоподібний стан [11].

Полівінілацетатні клеї за складом бувають одно- або двокомпонентними. Однокомпонентні полівінілацетатні клеї – це дисперсії співполімерів вінілацетату з мономерами (етилен, малеїнати та ін.), які у своєму складі не містять кислих затверджувачів. Двокомпонентні клеї складаються із полівінілацетатної дисперсії та затверджувача.

Термопластичні полівінілацетатні клеї залежно від класу довговічності та експлуатаційних характеристик бувають чотирьох класів D1, D2, D3, D4. Клейові з'єднання деревини із класом довговічності D1-D2 утворюють клейовий шар лінійної структури (неструктуровані клейові з'єднання) з невисокою волого- і водостійкістю, які експлуатуються всередині приміщень із короткочасним впливом води і підвищеної вологи повітря. А клейові з'єднання які відповідають класу довговічності D3-D4 утворюють клейовий шар рідкосітчастої структури (структуровані клейові з'єднання) і можуть експлуатуватися у середовищі з підвищеною волого- і водостійкістю [12].

Перевагами полівінілацетатних клеїв є: хороша адгезія до деревини і деревинних матеріалів, здатність формувати еластичний клейовий шар, висока життєздатність, простота у використанні, екологічність тощо. Проте основним недоліком даних клеїв є повзучість при статичних навантаженнях, що обмежує їх використання в несучих конструкціях, з постійними статичними навантаженнями [13,14,15,16,17].

Таким чином, можна зробити висновок, що універсальних клеїв для склеювання деревини і деревинних матеріалів, які б змогли забезпечити всі вимоги немає. Найбільше в деревообробній промисловості для склеювання деревини використовують терморективні і термопластичні клейові композиції.

Термореактивні клеї здатні забезпечити належну адгезійну та когезійну міцність, проте є доволі токсичними, що може негативно впливати на стан навколишнього середовища. Саме тому, їх застосування протягом останніх років зменшується. Перспективними на сьогодні для склеювання в деревообробній промисловості є термопластичні полівінілацетатні клеї, які формують еластичне клейове з'єднання, прості у використанні та є екологічно безпечними.

1.2 Аналіз технологічних процесів склеювання

Склеювання – це один з найпоширеніших видів з'єднання деревини та деревинних матеріалів, який здатний забезпечити необхідну міцність та довговічність з'єднанням та естетичний вигляд готовим виробам. Для забезпечення цих вимог необхідно дотримуватися технологічних параметрів в процесі склеювання. Адже в залежності від виду клейового матеріалу технологічний процес склеювання буде дещо відрізнятися.

Технологічний процес склеювання, незалежно від виду клейового матеріалу включає декілька етапів: підготовка поверхні деревини до склеювання, приготування та нанесення клею, склеювання при певній температурі та тиску, технологічна витримка та контроль якості склеювання.

Параметри повітря робочої зони виробничих приміщень повинні бути у межах: температура повітря $20 \pm 2^\circ\text{C}$, та відносна вологість 50-70% [18].

В залежності від виду клейового матеріалу технологічні процеси склеювання деревини будуть дещо відрізнятися. Проте у всіх випадках технологічний процес склеювання буде складатись з наступних етапів: підготовка поверхні до склеювання, підготовка клею, нанесення клею на підготовлену поверхню, пресування деталей що склеюються та витримка.

Підготовка поверхні до склеювання залежить від породи матеріалу, форми заготовки та розміру, виду клейового матеріалу та умов склеювання. Поверхню необхідно очистити від будь яких забруднень (смоли, масла, ґрунту). Її

вологість повинна бути не більше 10%, а показник шорсткості Rz не більше 60 мкм.

Підготовка та вибір клейових матеріалів буде залежати від призначення та експлуатаційних характеристик готового виробу. Наступний етап полягає в приготуванні робочого розчину клею, який буде різним для прикладу для термореактивних та термопластичних клеїв. Кожен вид клею регламентує наступні параметри: технічні вимоги, технологічний режим використання, методи контролю робочого розчину та режиму склеювання, безпека при роботі з клеями.

Певний проміжок часу, а саме від моменту підготовлення робочого розчину до початку затвердіння клею прийнято називати життєздатністю клею. Протягом цього періоду клейовий розчин придатний для склеювання і формування міцних клейових з'єднань. Життєздатність клею буде залежати від виду та типу клейового матеріалу.

Під час нанесення будь якого клейового матеріалу слід дотримуватися рівномірності товщини клейового шва по всій поверхні склеювання.

Після нанесення клейового матеріалу та з'єднання поверхонь їх необхідно помістити у прес для забезпечення рівномірного зусилля по всій площі склеювання і витримати клейову конструкції певний час під тиском. В залежності від виду клейового матеріалу та породи деревини тиск пресування становить від 0,1 до 1,2 МПа.

В процесі склеювання використовують два види витримки, а саме холодний і гарячий. Склеювання за холодним способом відбувається без нагріву поверхні яку склеюють. Даний спосіб вимагає більше часу для затвердіння клею, проте дозволяє забезпечити хорошу якість клейовим з'єднанням. Гарячий спосіб відповідно включає нагрівання поверхні або клейового шва. Такий спосіб є більш продуктивним оскільки збільшує швидкість твердіння клею.

Завершальним етапом є технологічна витримка склеєних заготовок, яка забезпечує досягнення міцності клейового з'єднання необхідних норм.

1.3 Вплив технологічних процесів склеювання на довкілля.

Технологічний процес склеювання деревини являється одним із основних етапів практично на кожному деревообробному і меблевому виробництві. Сьогодні активний розвиток науки та техніки дозволяє створювати нові сучасні клейові матеріали та технологічне устаткування для оптимізації процесів склеювання. Проте велика частка ще на сьогодні припадає на використання термореактивних клейових матеріалів, а саме карбамідо-формальдегідних та феноло-формальдегідних.

Основною складовою частиною вище згаданих клейових матеріалів є феноло-формальдегідна смола, яку отримують в результаті реакції поліконденсації формальдегіду з фенолом у лужному або кислому середовищі. Як фенол так і формальдегід є вогнебезпечними та токсичними речовинами, які негативно впливають на організм людини. Зокрема сам формальдегід має й канцерогенну дію.

Значною проблемою таких клейових композицій є виділення летких органічних сполук, як в процесі приготування клейового розчину, так і в процесі склеювання. Дані речовини можуть спричинити подразнення очей, мігрень, подразнення дихальних шляхів тощо. Тому питання щодо використання токсичних клейових композицій є доволі важливим і потребує вирішення.

Дедалі більшого використання для склеювання деревини та деревинних матеріалів набувають термопластичні полівінілацетатні клейові композиції, які за своїм компонентним складом є екологічно безпечними. Основною складовою частиною є полівінілацетат (ПВА), який за своєю природою та властивостями близький до натуральних смол. Отримують даний полімер за допомогою реакції полімеризації вінілацетату в розчині толуолу в присутності каталізатора.

Враховуючи вище наведену інформацію можна побачити що технологічні процеси склеювання будуть мати свій вплив на навколишнє середовище, в залежності від виду клейових матеріалів.

Технологічні процеси склеювання деревообробної промисловості пов'язані з виділенням шкідливих речовин в атмосферу, здебільшого це: випари формальдегіду, розчинників та розріджувачів, оксидів аміаку, азоту, уайт-спіриту, оксиду вуглецю та ін.

Такі процеси, також вимагають інтенсивного використання води для промислових потреб, що призводить до вагомих якісних і кількісних змін водного середовища. Велика частка річок, озер та водоймищ використовують не тільки як джерела водопостачання, а й місцем для скидання промислових стоків. Основні шкідливі речовини, які забруднюють стічні води наступні: формальдегід, аміак, розчинники та розріджувачі та відходи клейових матеріалів. Через незадовільний ступінь очищення цих вод вона стає непридатною для споживання і призводить до загибелі водних рослин, риби птахів та тварин.

Значного впливу зазнають і ґрунти, а саме забруднення шкідливими речовинами та відходами (синтетичні смоли, розчинники та розріджувачі).

Технологічні процеси склеювання також можуть бути джерелами енергетичного забруднення (шум, вібрація, електромагнітні і іонізуючі випромінювання) навколишнього середовища. Основні джерела шумового забруднення це технологічне обладнання, компресорні та вентиляційні установки, автотранспортні засоби тощо[19].

Таким чином, через значне забруднення навколишнього середовища та зміцненням екологічної обізнаності і покращення рівня життя існує великий інтерес для використання та розробки екологічно чистих клейових матеріалів без токсичних синтетичних смол у деревообробній промисловості.

1.4 Висновки, мета та завдання досліджень.

На основі аналізу наукової літератури та джерел зроблено наступні висновки:

1. Для склеювання деревини та деревинних матеріалів використовують терморезистивні та термопластичні клеї, які здатні сформувати якісне клейове

з'єднання відповідної міцності. Перспективними на сьогодні є термопластичні клеї, зокрема полівінілацетатні, які є екологічно безпечними і здатні формувати міцні і довговічні клейові конструкції.

2. В основному технологічний процес склеювання включає певну послідовність операцій для створення якісних клейових з'єднань деревини. Але в залежності від виду клейового матеріалу і породи деревини технологічні параметри процесу склеювання можуть дещо відрізнятись.

3. Значний вплив на довкілля буде чинити технологічного процесу склеювання термореактивними клейовими композиціями (феноло-формальдегідними та карбамідо-формальдегідними). Такі процеси призводять до забруднення атмосферного повітря, водного басейну та ґрунтів.

РОЗДІЛ 2

СКЛАДОВІ КОМПОНЕНТИ КЛЕЙОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНІСТЬ

2.1 Складові компоненти термореактивних клеїв та їх вплив на довкілля

У розд.1 здійснено аналіз клейових матеріалів, які використовуються для склеювання деревини та деревинних матеріалів та технологічні процеси склеювання. Відповідно до класифікації клейових матеріалів, які наведено на рис. 1.1 видно, що вони класифікуються за певними ознаками, починаючи від походження і закінчуючи зовнішнім виглядом. Але найважливішою характеристикою при класифікації клейові матеріали є їх відношення до температури. Відповідно, по відношенню до температури вони поділяються на термореактивні та термопластичні. Це дає можливість використовувати клейові матеріали для склеювання деревини, в залежності від умов їх експлуатації.

Термореактивні клейові матеріали формують клейові з'єднання із підвищеною водостійкістю, теплостійкістю та морозостійкістю. Але разом з тим, такі клейові з'єднання крихкі, можуть поглинати до 15% вологи і саме основне вони є екологічно небезпечними, оскільки містять формальдегід. Це обмежує їх використання для склеювання деревини та деревинних матеріалів, які експлуатуються в житлових приміщеннях. До таких клейових матеріалів відносяться фенол-формальдегідні, карбамідо-формальдегідні, меламіно-формальдегідні та інші.

Термопластичні клейові матеріали формують еластичне клейове з'єднання, екологічно безпечні, але клейові з'єднання на їх основі мають невисоку водостійкість, вологостійкість та теплостійкість. Дані клейові матеріали мають хороші адгезійні властивості до деревини та деревинних матеріалів. До та клеїв відносять полівініацетатні, вінілові, латексні тощо. Більш детальний аналіз даних клейових матеріалів наведено у розділі 1.2.

Проаналізуємо дані клейові матеріали, з екологічної безпеки, оскільки відсоток їх використання у деревообробній промисловості є достатньо високим. Основним компонентом термореактивних клейових матеріал є фенол та формальдегід.

Хімічна формула фенолу це C_6H_5OH . Він відноситься до органічних сполук, білого кольору та солодкуватим запахом. У воді розчиняється не дуже добре. На рис. 2.1 наведено формула хімічну формулу фенолу.

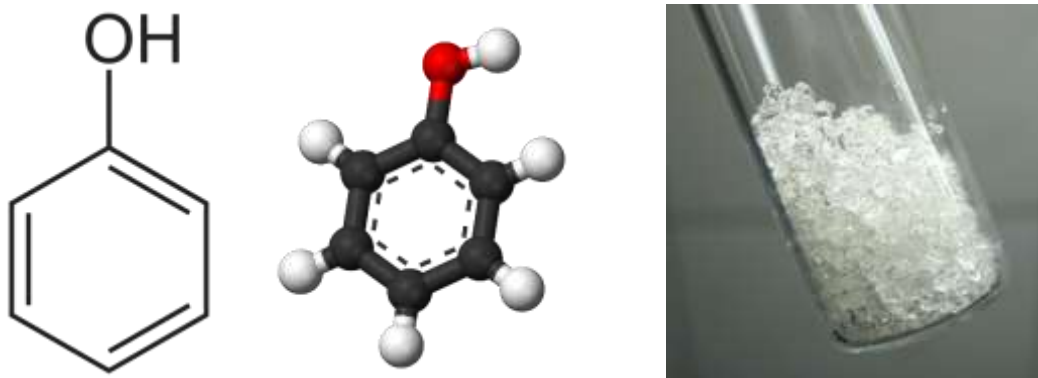


Рис. 2.1 Хімічна формула фенолу

Хімічна формула формальдегіду це H_2CO . Він відноситься до найпростіших альдегідів, добре розчиняється у воді, високо реакційно здатний. На рис 2.2. наведено хімічну формулу формальдегіду.

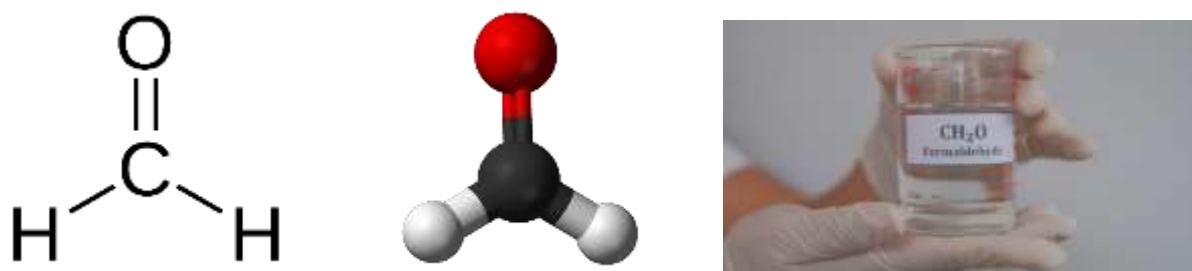


Рис. 2.2 Хімічна формула формальдегіду

При взаємодії цих двох сполук утворюється фенолу із формальдегідом утворюється феноло-формальдегідна смола, яка має хороші адгезійні властивості до деревини та деревинних матеріалів. На рис. 2.3 наведено взаємодія із фенолу із формальдегідом.

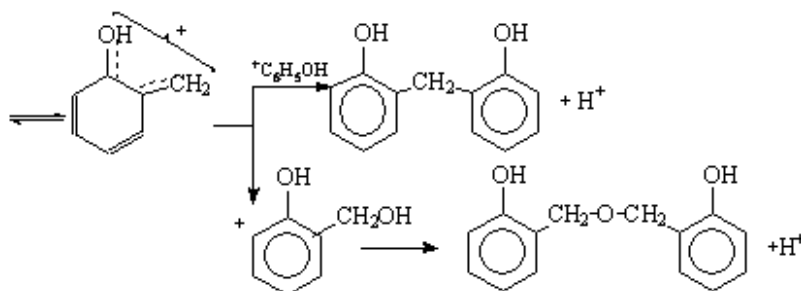


Рис. 2.3. Хімічна взаємодія фенолу із формальдегідом

Тобто це є олігомери отримані за допомогою реакції поліконденсації. Формальдегід це газ, який впливає на організм людини, який має різкий запах та легко випаровується. Концентрація його в повітрі небезпечна для людини, оскільки він є канцерогенним і викликає онкологічні захворювання. Тому робота з ним вимагає захисту органів дихання, тобто потрібно працювати у відповідних засобах захисту органів дихання.

Концентрація фенолу і формальдегіду в повітрі приміщень де проживають люди не повинна перевищувати $0,006 \text{ мг/м}^3$ та $0,003 \text{ мг/м}^3$. Перевищення зазначених норм може викликати захворювання легень, шкіри тощо. Формальдегід відноситься до другого класу небезпечності. У повітрі формальдегід виявляють за запахом, оскільки він є дуже різким на нюх, тобто навіть невелика концентрація в повітрі відчутна на запах. Потрапляє в організм людини через дихальні шляхи.

Температура кипіння формальдегіду становить $+21^\circ\text{C}$, а температура самозагоряння становить 430°C . Він має високу хімічну активність. Найбільше у деревообробному виробництві формальдегід виділяється під час виготовлення деревино-стружкових плит, фанери, деревино-волокнистих плит, цехи ректифікації та від котельнь.

Щодо деревино-стружкових та деревино волокнистих плит, де як в'язуче використовують карбамідо-формальдегідні смоли, то формальдегіду найбільше. Інтенсивно формальдегід випаровується під час пресування плитних матеріалів. Разом з тим, після виготовлення плитних матеріалів на протязі шести місяців також відбувається випаровування формальдегіду у навколишнє середовище. Тому під час експлуатації меблевих виробів, які виготовлені із деревино-стружкових плит формальдегід буде випаровуватися тривалий час, особливо інтенсивно він буде випаровуватися у опалювальних період року, коли температура у приміщеннях буде високою, а відносна вологість низькою.

На рис.2.4. наведено плитні матеріали, де основним забруднювачем атмосферного повітря є формальдегід.



Рис. 2.4. Плитні матеріали

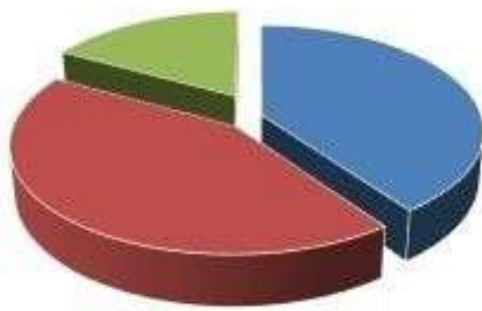
Під час виготовлення деревино-стружкових плит відбувається викиди у атмосферне повітря після технологічного процесу їх пресування гарячим способом. Викиди у атмосферне повітря будуть у вигляді хмароподібного забрудненого газу .

На рис. 2.5. наведено викиди забрудненого повітря формальдегідною сумішшю під час виробництва деревино-стружкових плит.



Рис. 2.5. Викиди забрудненого повітря формальдегідною сумішшю під час виробництва деревино-стружкових плит.

Забруднене атмосферне повітря попадаючи в організм людини, може спричинити онкологічні захворювання. Попавши у людський організм відсоток його виведення та відсоток що залишається в організмі наведено на рис. 2.6.



- Через легені
- Відкладається у тканинах організму
- Із сечею

Рис. 2.6. Розподіл формальдегіду, який попадає у людський організм

Як видно із рис. 2.6 при попаданні формальдегіду в організм людини, майже сорок п'ять відсотків відкладається у клітинах людини, що часто призводить до захворювань. А шістдесят п'ять відсотків виводиться.

На рис. 2.7 наведено сучасну схему вентиляції для жилих приміщень, які використовують меблеві вироби де виділяється формальдегід на протязі тривалого часу експлуатації



Рис 2.7. Вентиляція житлових приміщень.

Формальдегід також буде впливати на навколишнє середовища, особливо на тваринний і рослинний світ. А саме смог від викидів загазованого повітря від технологічного процесу виготовлення плитних матеріалів попадаючи у атмосферне повітря буде осідати на прилеглі території підприємства, що виготовляє плитні матеріали та можуть поглинатися рослинами та деревами.

Підсумовуючи можна відзначити, що великий відсоток клейових матеріалів у деревообробному виробництві для склеювання використовують клейові смоли на основі феноло-формальдегіду, карбамідо-формальдегіду тощо. Найбільш небезпечною хімічною сполукою у даних клеях є формальдегід, це речовина, що легко випаровується та є канцерогенною сполукою. Тому, є небезпечною для людини, оскільки може викликати онкологічні захворювання. Формальдегід має різкий запах. Попадаючи в організм людини майже половина залишається в організмі людини, що може призвести до онкологічних захворювань. Плитні матеріали, а саме деревино-стружкові та деревино-волокнисті на протязі шести місяці виділяють вільний формальдегід, який є небезпечним для навколишнього середовища.

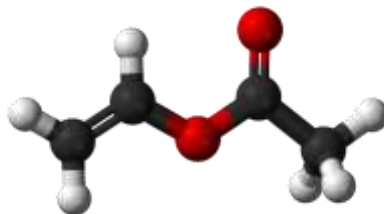
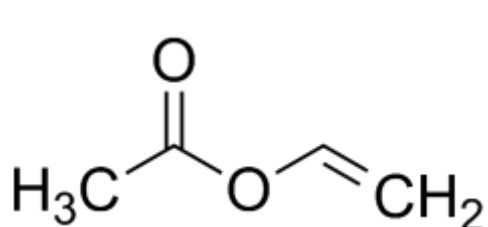
2.2 Складові компоненти термопластичних клеїв та їх вплив на довкілля

Термопластичні клеї, на відміну від термореактивних є менш токсичними та більш безпечними як для людини так і для навколишнього середовища. Це можна пояснити складовими компонентами клейових композицій. Оскільки найбільшого використання на сьогоднішній день для склеювання використовуються полівінілацетатні клеї, тому проаналізуємо їх складові компоненти та їх вплив на довкілля.

Основним компонентом полівінілацетатних клеїв є полівінілацетат, який складає до дев'яносто відсотків складу клею. Біля восьми відсотків становить полівініловий спирт. І решта відсотків складають інші речовини або сполуки, а саме пластифікатори та кремнієві сполуки. Склад полівінілацетатних клейових композицій буде залежати від того, чи вона однокомпонентна чи двокомпонентна. Якщо однокомпонентна то без затверджувача, якщо двокомпонентна то із затверджувачем. Від того чи є чи немає затверджувача буде залежати його екологічність. Оскільки затверджувач у полівінілацетатних клейових композиціях може мати шкідливі речовини, які впливають на довкілля.

Полівінілацетат (ПВА) утворюється при взаємодії вінілацетату із оцтовою кислотою. Формула хімічна формула $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$.

На рис. 2.8 наведено формулу вінілацетату та його взаємодія із оцтовою кислотою і утворення полівінілацетату.



а) вінілацетат



а) взаємодія вінілацетату з оцтовою кислотою

Рис.2.8 Утворення полівінілацетату

Наступним хімічним компонентом полівінілацетатного клею є полівініловий спирт (ПВС). Формула $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$.

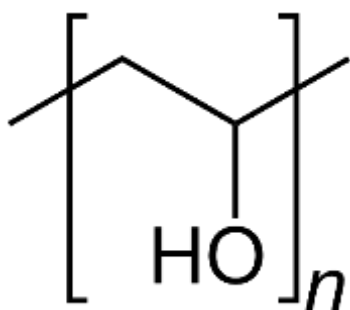


Рис. 2.8 Полівініловий спирт

Виготовлення полівінілацетатних клеїв відбувається за допомогою змішування вінілацетату із додаванням води. Співвідношення вінілацетату і води може бути один до одного, або один до двох. Процес розчинення полівінілацетату у воді відбувається за температур від 65 до 90 °С. Також полівініловий спирт розчиняють у воді. Виготовлення клейової композиції відбувається при змішуванні полівінілацетату, полівінілового спирту та пластифікаторів. Кількість пластифікатора у клейовій композиції становить від

чотирьох до семи відсотків з розрахунку на полімерну частинку. На вигляд така клейова композиція являє собою молочно-білу подібну на сметану рідину. Ця сметано-подібна рідина не має запаху та смаку. Така клейова композиція, за умов правильного зберігання, має тривалий термін зберігання без шкоди на довкілля. Разом з тим, при зберіганні такої композиції необхідно враховувати кородуючу дію

З опису виготовлення полівінілацетатних клейових композицій видно, що основними компонентами є вода, полівінілацетат та полівініловий спирт. Тобто це хімічні речовини та сполуки, які є екологічно безпечними для людей та навколишнього середовища. Основна частина даних сполук використовується у медичній та харчовій промисловості. Використання таких клейових матеріалів для склеювання деревини та деревинних матеріалів не повинно негативно впливати на довкілля та людей.

Щодо виготовлення двокомпонентних клейових композицій, які більше використовуються для склеювання деревини, оскільки мають вищі підвищені експлуатаційні характеристики щодо водостійкості, вологостійкості, морозостійкості. Вони окрім описаних вище складових компонентів мають затверджувач, який може мати незначний вплив на людей та довкілля. Вміст такого затверджувача у клейовій композиції становить до п'яти відсотків від загальної кількості клею.

На рис. 2.9 наведено полівінілацетатну клейову композицію для склеювання деревини та деревинних матеріалів.



Рис. 2.9 Полівінілацетатні клеї

Підсумовуючи зазначу, що термопластичні полівініацетатні клеї на відмінну від термореактивних за складом клейових компонентів є більш безпечніші для довкілля та людини. Тому при склеюванні деревини та деревинних матеріалів використання полівініацетатних клейових матеріалів є перспективним, особливо для таких клейових з'єднань, які будуть експлуатуватися у житлових приміщеннях.

2.3 Висновки з розділу

Підсумовуючи зроблено наступні висновки:

1. Термореактивні клеї складаються із формальдегіду, фенолу та затверджувача. Найбільшу небезпеку для довкілля та людини створює формальдегід, який є канцерогенною речовиною, яка може спричиняє різні захворювання у людей. Тому при використанні термореактивних клейових матеріалів необхідно забезпечити зменшення шкідливих викидів у атмосферне повітря та утилізацію відходів від клею, а саме тари та невикористаних матеріалів.

2. Термопластичні клейові матеріали складаються із екологічно безпечних матеріалів. Тому вони є безпечними як під час приготування клейової композиції до використання так і експлуатації виробів, які склеєні даними клеями.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛЕЮВАННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

3.1. Вплив технологічних процесів склеювання термореактивними клеями на довкілля

Технологічні процеси склеювання відграють важливу роль при виготовленні продукції. Від правильно підібраних режимних параметрів склеювання будуть залежати експлуатаційні характеристики виробів, їх екологічність тощо. Разом з тим, вибір режимних параметрів склеювання буде залежати від виду та способу склеювання.

У даному розділі наведено дослідження впливу режимних параметрів склеювання термореактивними клеями на довкілля. До режимних параметрів склеювання відносять витрату клею, питомий тиск пресування, тривалість пресування, температуру пресування, тривалість технологічної витримки, температура та вологість навколишнього середовища та інші параметри. В залежності від вибору режимних параметрів також буде залежати і шкідливі викиди в атмосферне повітря.

Проаналізуємо технологічний процес де для склеювання використовуються формальдегідні клейові матеріали, а саме карбамідо-формальдегідні клеї при виготовленні деревино-стружкових плит. Вибір був зроблений на дану продукцію, через те, що деревино-стружкові плити на сьогодні широко використовуються при виготовленні меблевих виробів, у машинобудуванні, вагонобудуванні та в інших цілях.

Як відомо для склеювання деревностружкових плит використовують деревину стружку та карбамідо-формальдегідні клейові матеріали. Згідно розрахунків на один метр кубічний деревинностружкової витрачається приблизно 138 кг. карбамідо-формальдегідної смоли на рік. У технологічному процесі смолу доводять до відповідної концентрації за допомогою води. Також додають і затверджувач. Кількість затверджувача та води, які додають до смоли у відсотковому співвідношенні становить приблизно 5% і 18% відповідно.

На рис. 3.1 наведено технологічний процес виготовлення деревностружкових плит.



Рис.3.1 Технологічний процес виготовлення деревностружкових плит

Технологічний процес виготовлення деревностружкових плит проходить гарячим способом. Як відомо із роз.2. формальдегід, який легко випаровується при виготовленні плит буде більш летким за підвищених температур пресування. Це призводить до насичення повітряної пари формальдегідом, який необхідно очищати перед тим як повітря випускати у навколишнє середовище.

Окрім того технологічний процес виготовлення деревностружкових плит включає послідовність виготовлення деревностружкових плит, починаючи від подрібнення деревини і закінчуючи їх шліфуванням, якщо даний процес не включає ламінування. Тобто під час технологічного процесу окрім небезпеки для навколишнього середовища які несуть карбамідо-формальдегідні клеї, також небезпеку можуть нести і інші чинники.

Для того, що проаналізувати які технологічні операції мають вплив на довкілля необхідно детально проаналізувати сам технологічний процес виготовлення плит. Для наглядності та кращого сприйняття та розуміння впливу технологічних операцій на довкілля наведемо схему процесу їх виготовлення.

На рис. 3.2. наведено схему технологічного процесу виготовлення деревностружкових де вказано утворення різного роду побічних речовин та матеріалів, які можуть утворюватися під час певної механічної дії на деревину

або інші складові компоненти, що забезпечують технологічний процес виготовлення деревностружкових плит.

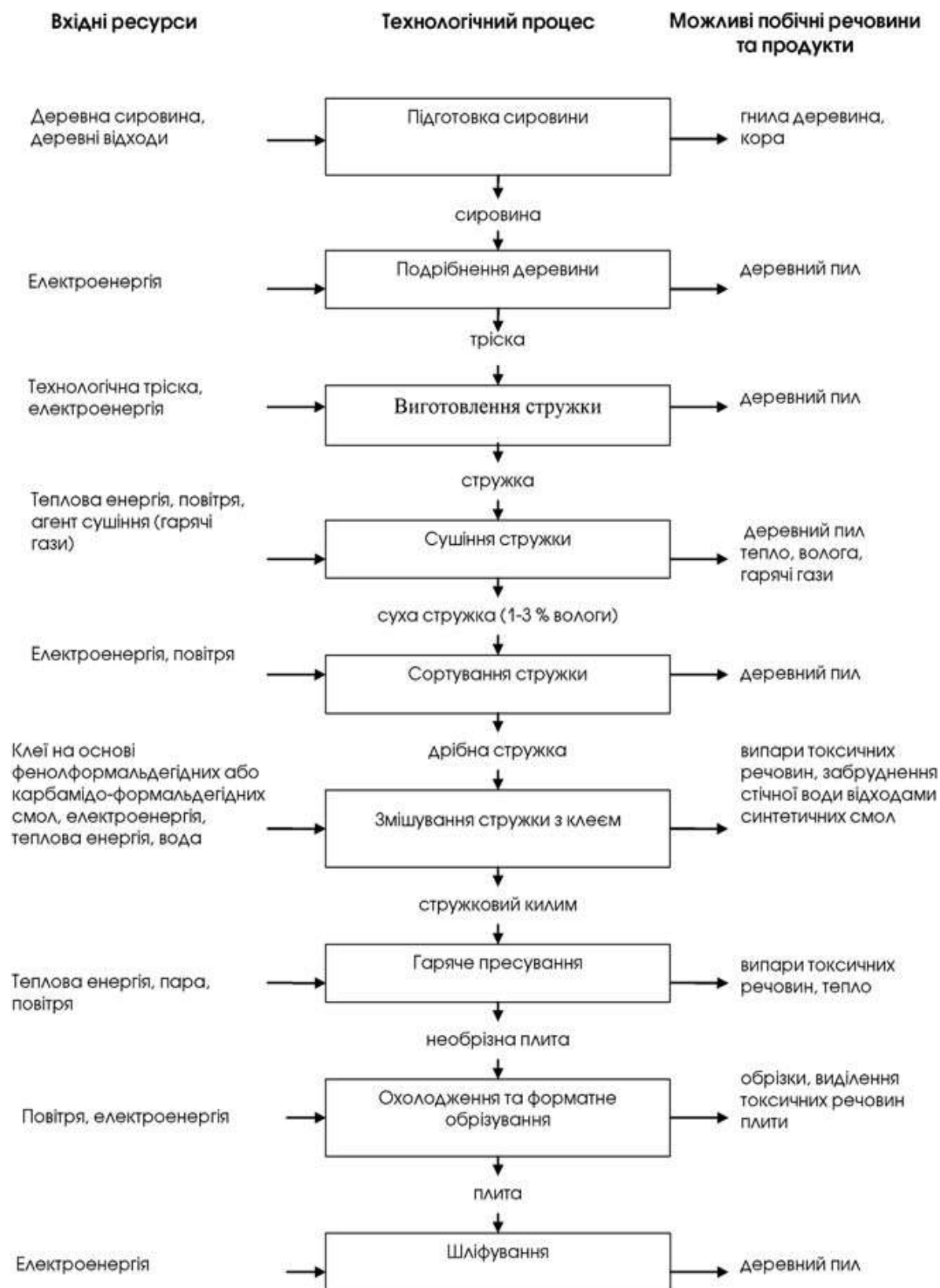


Рис. 3.2 Схема технологічного процесу виготовлення деревностружкових плит та його вплив на навколишнє середовище

Як видно із рис. 3.2 технологічного процес виготовлення деревностружкових плит включає підготовку сировини, подрібнення деревини, отримання стружки, сушіння стружки, сортування стружки, змішування стружки із клеєм, гаряче пресування, охолодження та шліфування. Переховані технологічні операції на певних етапах їх проведення утворюють відходи, у вигляді пилу, туману або випарів, які мають вплив на довкілля.

Відповідно до наведено технологічного процесу основним забруднювачами довкілля будуть шкідливі викиди під час змішування стружки із клеєм та гарячому пресуванні. Окрім того утворений пил під час шліфування деревностружкових плит або подрібнення деревини. Всі ці технологічні операції мають небезпеку для навколишнього середовища. Проаналізуємо небезпеку при кожній технологічній операції, яка буде впливати на довкілля та людей.

Перша технологічна операція це підготовка сировини до подрібнення. Перед подрібненням сировину у вигляді деревини необхідно очистити від кори, оскільки кора не допускається для використання у технологічному процесі виготовлення деревностружкових плит, через механічні властивості, якими вона володіє. Для цього використовується відповідне технологічне обладнання для обкорювання деревини. Під час даної технологічної операції утворюється значна кількість кори. Небезпека від кори буде для ґрунтових вод та ґрунтів, оскільки у корі знаходиться велика кількість різних комахами та іншими паразитами, які живуть у корі деревини.

Наступною операцією є подрібнення деревини. Дана технологічна операція проводиться на технологічному обладнанні для подрібнення деревини. Під час даної технологічної операції утворюється деревний пил, який буде забруднювати атмосферне повітря. Даний пил буде грубодисперсними, від якого можна очистити забруднене повітря за допомогою спеціального технологічного обладнання.

Наступна операція це виготовлення із подрібненої деревини стружки. Дана технологічна операція проводиться на відповідному технологічному обладнанні

для подрібнення стружки. При даній технологічній операції також утворюється деревинний пил, який неможна викидати у атмосферне повітря не очистивши забруднене повітрі від нього. Даний пил є більш небезпечніший від пилу який утворюється при подрібнені деревини, оскільки він більш дрібнодисперсний, який важче очистити.

Після цього відбувається сортування стружки за фракціями. Тобто верхні шари мають дрібнішу фракцію стружки, а внутрішній більшу фракцію стружки. При даній технологічній операції утворюється пил від просіювання фракцій стружки через сита відповідного розміру.

Сушіння стружки проводиться у стрічковій сушарці. Процес сушіння відбувається за підвищеної температури. Для цього відбувається генерування теплової енергії у котельнях. Дана технологічна операцій супроводжується випарами вологи із стружки. Дана волога створює туман у вигляді насиченої пари. Така насичена пара забруднює атмосферне повітря різного роду елементами від деревини. Це можуть бути дубильні речовини, легкі фракції хімічних сполук, тощо.

Змішування стружки із клеєм відбувається у відповідному промисловому змішувачі. При даній технологічній операції використовуються карбамідоформальдегідні клеї. Як зазначалося вище для виготовлення деревностружкових плит витрати клею є досить великими. Тому дана технологічна операція відбувається із значними випарами формальдегіду із високою концентрацією. Саме такі випари і є небезпечними, оскільки забруднюють атмосферне повітря. Тому для зменшення шкідливих випарів у вигляді формальдегіду необхідно приймати відповідні технологічні рішення. Кількість формальдегіду що випаровується повинно відповідати класу їх викидів E1, згідно європейських вимог.

Після цього відбувається гаряче пресування стружки із клеєм для отримання деревностружкової плити відповідної товщини. Дана технологічна операція відбувається при високих температурах, що супроводжується шкідливими викидами формальдегіду у навколишнє середовище. Саме гаряче

пресування тирси із клеєм супроводжується значними викидами із забрудненням атмосферного повітря. Дана технологічна операція як і попередня вимагає особливої уваги щодо екологічної безпеки.

Наступна технологічна операція це охолодження та форматна обрізка плит. Виконується дана технологічна операція за допомогою круглопилкових верстатів та відповідних технологічних місць для охолодження плитних матеріалів. Небезпека для навколишнього середовища буде від шкідливих випарів під час охолодження та пилу від форматної обрізки плити.

І завершальна технологічна операція при виготовленні деревиностружкових плит є шліфування-калібрування. Дана технологічна операція виконується з метою надання плиті однакової товщини по всій площі. Небезпека для навколишнього середовища буде від отриманого пилу від шліфування. Даний пил небезпечний тим, що він буде дрібнодисперсний, який окрім дрібних частинок деревинного пилу буде мати і частинки затверділого карбамідо-формальдегідного пилу. Така дрібнодисперсна суміш важко піддається очищенню. На сьогоднішній день очищення забрудненого повітря від таких дрібнодисперсних частинок не вирішено, тому є надзвичайно актуальною задачею.

На рис. 3.3 наведено забруднення атмосферного повітря від виробництва деревиностружкових плит



Рис. 3.3. Забруднення атмосферного повітря від виробництва деревиностружкових плит

Підсумовуючи технологічний процес виготовлення деревностружкових плит можна відзначити, що технологічний процес з виготовлення деревностружкових плит характеризується екологічною небезпекою, оскільки при виготовленні плит використовують карбамідо-формальдегідні клеї, які характеризуються шкідливими викидами у атмосферне повітря формальдегіду та дрібнодисперсного пилу, який важко вловити існуючими на сьогодні аспіраційними засобами. Окрім того дані технологічні процеси потребують значних витрат теплової енергії для забезпечення даного процесу безперебійною круглодобово тепловою енергією.

3.2 Вплив технологічних процесів склеювання термопластичними клеями на довкілля

Як зазначалося у розд 2 термопластичні полівінілацетатні клеї відносяться до четвертого класу токсичності, Тобто вони не несуть такої небезпеки навколишньому середовищу, як термореактивні карбамідо-формальдегідні клейові матеріали. У розділі 3.1. наведено вплив формальдегіду на навколишнє середовища при виготовленні деревино-стружкових плит. Для аналізу був вибраний даний технологічний процес, оскільки для нього використовується велика кількість карбамідо-формальдегідних клейових матеріалів.

У даному розділі проаналізуємо технологічний процес аналогічний технологічному процесу виготовлення плитних матеріалів, а саме технологічний процес з виготовлення меблевого щита, де також використовується велика кількість клейових матеріалів, але ці матеріали на термопластичній основі, а саме полівінілацетатні клеї із ступенем довговічності Д4. Ці клейові матеріали можуть бути одно і двокомпонентними.

При виготовленні меблевого щита виконуються такі етапи

- сушіння заготовок;
- поперечний розкрій;
- обрізання та розкрій;

- попереднє стругання;
- торцювання та сортування;
- зрощування;
- стругання;
- склеювання;
- форматування;
- шліфування;
- упаковка.

Проаналізуємо дані етапи технологічного процесу виготовлення меблевого щита з екологічної безпеки для довкілля.

Щодо сушіння пиломатеріалів, то даний технологічний процес відбувається у сушильних камерах. При сушінні із деревини виділяється волога, яка формує гарячу насичену водяну пару. В залежності від породи деревини у водяній парі можуть бути і інші хімічні компоненти у вигляді кислот, що також може нести небезпеку для навколишнього середовища. Із сушильної камери, всі ці випари разом із парами видаляються у навколишнє середовища, що становить небезпеку. Окрім того технологічний процес сушіння відбувається за високих температур водяною парою. Для підігріву водяної пари необхідно використовувати котельні та паливо. Тому даний технологічний процес так само як і при виготовленні деревиностружкових плит забруднює атмосферне повітря викидами від генерування теплової енергії.

Наступні дві операції це поперечний та поздовжній розкрій дошок та видалення дефектних місць. Дана технологічна операція проводиться на круглопилкових верстатах. При пилянні будуть утворюватися тирса та пил у вигляді грубодисперсних частинок. Це відповідно буде забруднювати атмосферне повітря.

Наступними технологічними операціями буде стругання та сортування. Дані технологічні операції проводяться на фугувальних або рейсмусних верстатах, які в процесі обробки утворюють стружку та пил від стругання. Для

видалення стружки та пилу необхідно застосовувати аспіраційні установки. Пил, що буде утворюватися відноситься до грубодисперсного.

Після цього відбувається зрощування заготовок у розмір за довжиною. Даний технологічний процес проводить із використанням клеєнаносних вальців та пресу для зрощування заготовок за довжиною. Технологічний процес зрощування відбувається за кімнатної температури. Тому забруднення атмосферного повітря відбувається від випарів полівінілацетатної клейової композиції.

Після цього відбувається стругання. Для цього використовуються стругальні рейсмусні верстати, які утворюють стружку та пил від стругання. Заходи екологічної безпеки будуть аналогічні як для попередніх технологічних операцій із стругання.

Наступним етапом буде склеювання меблевого щита за шириною. Дана технологічна операція відбувається із використання клею та пресу для склеювання заготовок. Технологічний процес відбувається за кімнатної температури. Небезпека буде від випарів клейових матеріалів.

Наступним етапом буде форматна обрізка на круглопилковому верстаті. Ріжучим інструментом буде кругла пилка, яка при розкрюванні буде утворювати тирсу та пил. Для зменшення викидів у атмосферу використовують аспіраційні установки.

Наступним етапом буде шліфування-калібрування меблевого щита. Дана технологічна операція відбувається на шліфувальному верстаті, ріжучим інструментом якого є дрібнозерниста шліфувальна шкурка, як при шліфуванні буде утворювати дрібнодисперсні частинки пилу, які дуже важко вловити під час застосування аспіраційних установок.

Завершальним етапом буде пакування меблевих щитів у поліетиленову та відвезення на склад готової продукції.

Як видно із технологічного процесу виготовлення меблевого щита, це тривалий процес із використанням великої кількості технологічного обладнання. Окрім обладнання використовується і полівінілацетатні клейові

матеріали. Разом з тим, технологічний процес із виготовлення меблевого щита не несе серйозної небезпеки для довкілля, в порівнянні із технологічним процесом виготовлення деревностружкових плит і з використанням термореактивних карбамідо-формальдегідних клейових матеріалів, які несуть серйозну небезпеку для навколишнього середовища.

На рис. 3.4 наведено технологічний процес з виготовлення меблевого щита на ТОВ «ТОП ТОПС»



Рис. 3.4. Технологічний процес з виготовлення меблевого щита на ТОВ ТОП ТОПС.

Підсумовуючи хочу відзначити, що:

Технологічний процес із виготовлення меблевого щита використовує масивну деревину, а для склеювання термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Даний технологічний процес не має суттєвого впливу на забруднення довкілля, оскільки для склеювання використовуються термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Основними джерелами забруднення будуть пил від шліфування меблевого щита.

3.3 Висновки з розділу

Висновки із даного розділу

1. Для вивчення та дослідження впливу на довкілля клейових матеріалів при виготовленні продукції із деревини розглянуто два технологічні процеси, а саме технологічний процес із виготовлення деревностружкових плит при

якому використовуються термореактивні карбамідо-формальдегідні клейові матеріали та технологічний процес виготовлення меблевого щита при якому використовували для склеювання термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали.

2. Технологічний процес з виготовлення деревиностружкових плит характеризується екологічною небезпекою, оскільки при виготовленні плит використовують карбамідо-формальдегідні клей, які характеризуються шкідливими викидами у атмосферне повітря формальдегіду та дрібнодисперсного пилу, який важко вловити існуючими на сьогодні аспіраційними засобами. Окрім того дані технологічні процеси потребують значних витрат теплової енергії для забезпечення даного процесу безперебійною круглодобово тепловою енергією.

3. Технологічний процес із виготовлення меблевого щита використовує масивну деревинну, а для склеювання термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Даний технологічний процес не має суттєвого впливу на забруднення довкілля, оскільки для склеювання використовуються термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Основними джерелами забруднення будуть пил від шліфування меблевого щита.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРОЦЕСІВ ПРИ СКЛЕЮВАННІ ДЕРЕВИНИ

4.1 Технологічні рішення щодо зменшення забруднення атмосферного повітря при склеювання деревини.

Як описано в розд. 3 у технологічному процесі із виготовлення деревиностружкових плит та меблевого щита утворюються шкідливі викиди, які забруднюють довкілля, в першу чергу атмосферне повітря та ґрунтові води. Щодо забруднення атмосферного повітря то небезпеку несуть випари формальдегіду та пил від шліфування. Щодо забруднення ґрунтових вод то це стічні води від фенолу та формальдегіду, які утворюються під час технологічного процесу приготування клею та виготовлення деревиностружкових плит та меблевого щита.

Технологічні процеси з виготовлення меблевого щита та деревиностружкових плит супроводжуються значними викидами пилу від шліфування плитних матеріалів як у цехи так і навколишнє середовище. Часто причиною високого рівня запилення при виготовлення такої продукції є недостатня ефективність чи нестабільна робота аспіраційних систем. Зокрема, причиною нестійкої роботи аспіраційних систем можуть бути значні пилові відкладення на внутрішніх поверхнях повітропроводів, більшою мірою горизонтальних.

Були проведені дослідження запиленості в цеху з виготовлення меблевого щита та в цеху із виготовлення деревиностружкових плит, в зоні дихання працівників, що працюють на різному технологічному устаткуванні. Радіус замірів становив 50 см від обличчя.

Результати замірів представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Результати замірів запиленості на робочих місцях працівників

<i>Робочі місця працівників</i>	<i>ГДК разова, ГДК_{др}</i>
кругло-пилкові верстати	1,9...2,4
стругальні верстати	1,15...1,6
шипорізні верстати	1,2...1,6
фрезерні верстати	1,3...1,7
стрічко-пилкові верстати	1,1...1,3
свердлильні верстати	0,8...1,0
шліфувально-стрічкові верстати	4,6...5,5

Загалом, виявлено, що запиленість на робочих місцях перевищує норми (ГДК_{рз} для деревного пилу) в 1,3...2,5 рази. Згідно з вимогами (ГОСТ 12.1.005-88), деревний пил класифікується як речовина IV класу небезпеки, що має мінімальний рівень впливу на здоров'я працівників. Проте деревний пил характеризується вираженими абразивними властивостями, що належить до аерозолів фіброгенної дії. Тому, працівники піддаються дії небезпечного фактору.

Такий виробничий пил може призвести до розвитку професійних захворювань у працівників. Найбільша запиленість була ідентифікована на робочих місцях у працівників, які працюють на шліфувально-стрічкових верстатів. На таких робочих місцях концентрація пилу досягала може 5,5 ГДК_{рз}. Нормативна запиленість (0,88...1,04 ГДК_{рз}).

Для боротьби із запиленістю на робочих місцях необхідно максимально автоматизувати процеси для максимального дистанціювання працюючих від джерела утворення пилу. За можливості забезпечувати герметизацію обладнання, встановлювати агрегати. Найбільшим забруднення пилом буде для робочої зони в ізольовані приміщення. Передбачається також встановлення ефективних аспіраційних систем.

Щодо оцінки загальної запиленості повітря в цеху, то проводили дослідження загальної запиленості в цеху та визначали дисперсний склад пилу (табл. 4.2).

Результати досліджень підтвердили, що запиленість атмосферного повітря деревообробного підприємства значно перевищує допустимі норми.

Таблиця 4.2.

Дисперсний склад пилу

Фракції пилу, $\mu\text{м}$				
200-100	100-75	75-53	53-40	<40
38,8	52,6	4,8	2,2	1,6

Проаналізовано склад пилу. Виявлено що на підприємстві присутні всі п'ять класів пилу (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 .

Класифікація деревного пилу

Клас пилу	Дисперсність частинок	Розмір частинок
I	дуже великодисперсний пил	більше 140 $\mu\text{м}$
II	грубодисперсний пил	40-140 $\mu\text{м}$
III	середньодисперсний пил	10-40 $\mu\text{м}$
IV	дрібnodисперсний пил	1-10 $\mu\text{м}$
V	дуже дрібнодисперсний пил	менше 1 $\mu\text{м}$

Отже, уловлювання деревного пилу на деревообробних виробництвах перед викидом в атмосферу є важливим завданням, оскільки сприятиме охороні довкілля та дасть змогу повернути вловлені частки у виробничі процеси.

Для вловлювання великодисперсного пилу, в окремих випадках, на деревообробних підприємствах застосовують пилоосаджувальні камери (рис. 4.1.), в яких відбувається процес очищення під дією сил гравітації.

Ефективність осадження пилу в пилоочисній камері значною мірою визначається часом перебування частинок у ній. Для продовження часу перебування, у деяких конструкціях камер передбачено вертикальні перегородки.

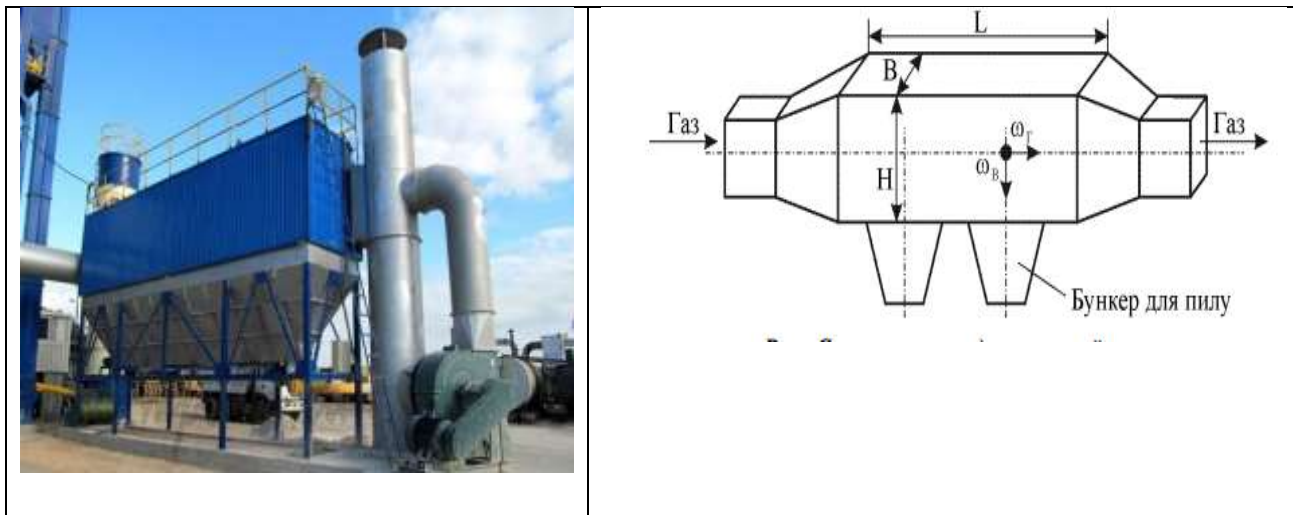


Рис. 4.1. Камера пилоочисна

Можна визначити діаметр частинок, які будуть осідати в камері при відомій об'ємній витраті газу V_{Γ} :

$$d = \sqrt{\frac{18 \cdot \mu \cdot V_{\Gamma}}{L \cdot B \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot g}}, \text{ м.} \quad (4.1)$$

L, H, B – довжина і висота та ширина камери, м;

$\rho_{\text{ч}}$ – густина частинок пилу, кг/м^3 ;

μ – динамічна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$.

Для вловлювання середньо дисперсного деревного пилу (від 200 до 400 г/м^3) ефективними є циклони. Очищення у циклонах відбувається у полі відцентрових сил, тому ступінь очищення сягає 70...90 %.

Циклон (рис. 4.2) містить циліндричну й конічну частини корпусу. На циліндричній частині корпусу встановлений вхідний патрубков, встановлений під певним кутом щодо корпусу апарату, і який направляє газовий потік усередину. В корпусі відбувається спіралеподібний рух газу. Внаслідок відцентрової сили, частки деревного пилу відкидаються до стінок циліндричного корпусу та завдяки дії сили тяжіння опускаються у конічну частину апарату. В більшості конструкцій циклонних апаратів у нижній частині конусоподібного корпусу міститься бункер, або збірна камера, які служать для накопичення вловленого пилу. При відкритті заслінки на камері чи бункері, пил видаляють з апарату. В центрі циліндричної частини корпусу циклону

встановлена вихлопна труба, по якій очищений газ рухається догори і видаляється в атмосферу.

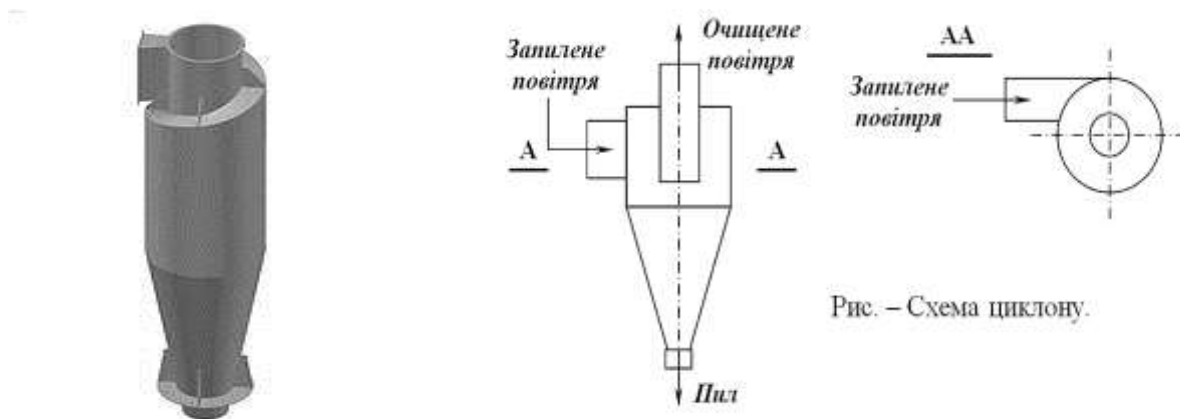


Рис. – Схема циклону.

Рис. 4.2. Циклон одинарний

На деревообробних підприємствах широко використовуються рукавні фільтри (рис. 4.3) для очищення повітря від пилу середньої та дрібної дисперсності, зокрема часток розміром від 6 до 10 мкм. Процес очищення в таких фільтрах ґрунтується на методі фільтрування газового потоку через спеціальний фільтрувальний елемент — рукав із тканинного або синтетичного матеріалу.

Забруднене повітря подається у фільтр через вхідний патрубок, де пилові частинки осаджуються на зовнішній поверхні рукавів під час проходження газу через фільтрувальну тканину. Частинки пилу залишаються на рукавах, утворюючи фільтрувальний шар, який додатково підвищує ефективність уловлювання дрібнодисперсного пилу. Очищене повітря виходить через верхню частину фільтра і викидається в атмосферу або направляється для подальшого використання. Регулярна регенерація фільтрувальних рукавів є важливим етапом для забезпечення їх ефективної роботи.

Зібраний пил осідає в спеціальний бункер, розташований у нижній частині фільтра. З бункера пил видаляється автоматичними або напівавтоматичними системами для подальшої утилізації або використання.

Рукавні фільтри є ефективними та екологічно безпечними пристроями, які забезпечують високий рівень очищення повітря навіть за значної

концентрації пилу, що особливо важливо при технологічних операціях шліфування.

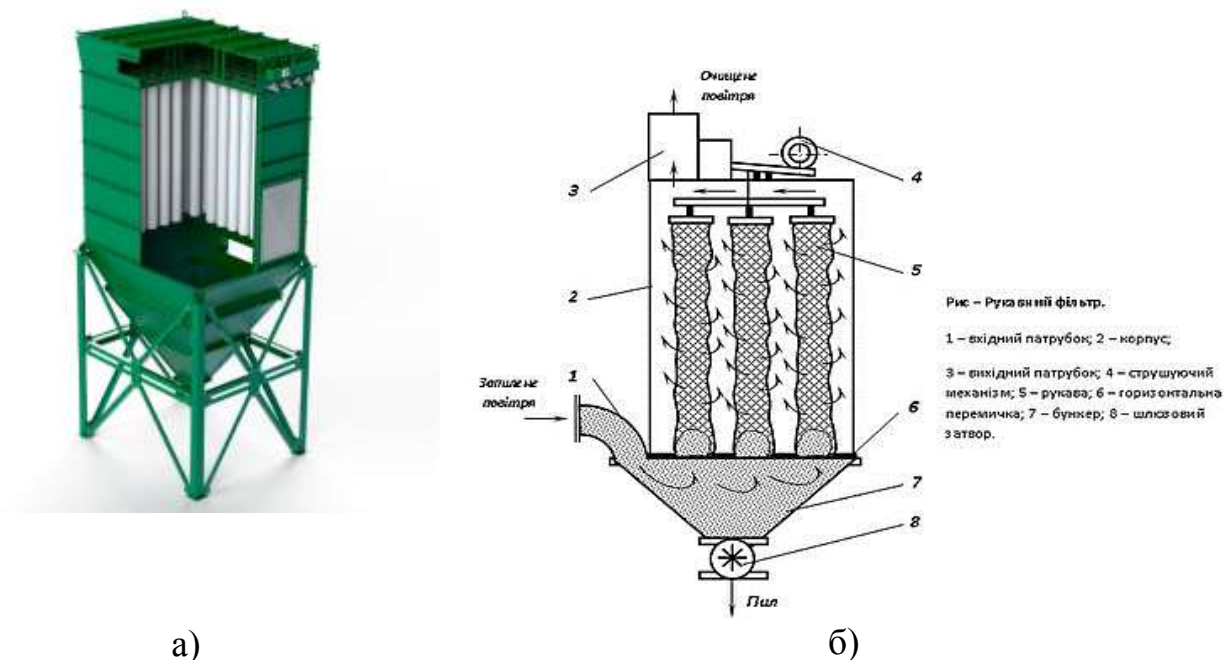


Рис. 4.3. Фільтр рукавний

Для очищення газів від дуже дрібнодисперсного пилу від 0,01 до 100 мкм доцільно використовувати електрофільтри. Основними складовими цих пристроїв (рис. 4.4) є два електроди: коронуєчий (-) і осаджувальний (+).

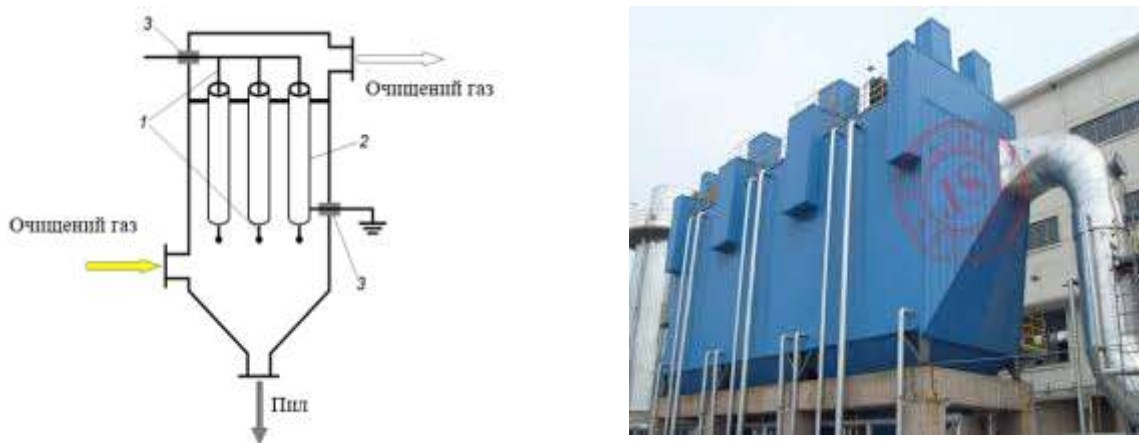


Рис. 4.4. Електрофільтр трубчастий

1) коронуєчі електроди; 2) осаджувальні електроди; 3) ізолятор .

Забруднене пилом повітря надходить у камеру фільтра через газохід 1, піднімається догори, проходячи крізь електричне поле осаджувальних

електродів 2 (трубчастого типу), і виходить через патрубок 3. Коронуючі електроди 4, виготовлені з дроту діаметром 1,5–2 мм і розташовані всередині труб, підвішені на рамі 5, яка встановлена на ізоляторах 6, що розміщені в бічних коробках 7 для захисту від забруднення. Частинки пилу осідають на внутрішніх стінках труб, струшуються ударним пристроєм 8 та збираються у конічному днищі 9.

Запропоновані способи очищення забрудненого повітря ефективні для вловлювання шліфувального пилу. Щодо очистки забрудненого повітря від формальдегіду пропонується використовувати абсорбційно-біохімічну установку, яка наведена на рис. 4.5.

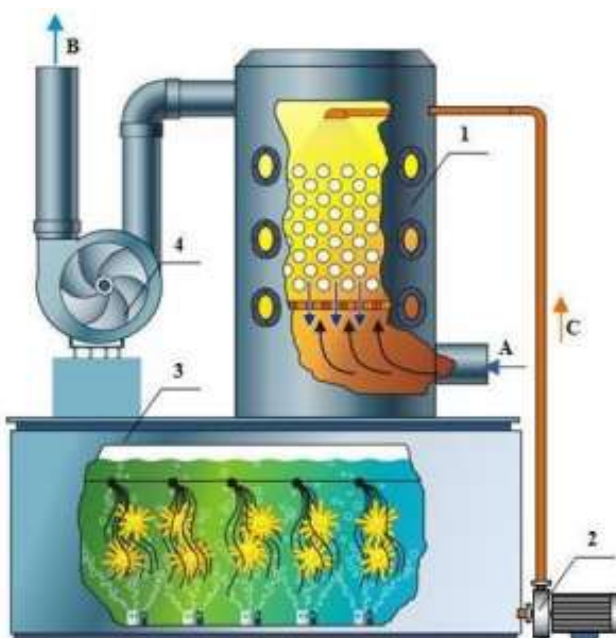


Рис. 4.5 Абсорбційно-біохімічна установка

1 – скруббер; 2 – насос; 3 – біореактор з мікроорганізмами; 4 – вентилятор;
А і В – вхід і вихід повітря; С – абсорбційний розчин

Підсумовуючи можна сказати, що:

1. Для очистки атмосферного повітря від забрудненого повітря грубодисперсними частинами, які утворюються при виготовленні меблевого щита та подрібнення деревини при виготовленні деревиностружкових плит запропоновано використовувати циклони.

2. Для вловлювання пилу від шліфування меблевого щита та деревиностружкових плит запропоновано використовувати фільтри рукавні, а для дрібнодисперсних частинок фільтри електрофільтри.

3. Для очистки загазованості від формальдегіду, який утворюється при виготовленні деревиностружкових плит запропоновано використовувати абсорбційно-біохімічну установку.

4.2 Технологічні рішення щодо зменшення забруднення стічних вод при склеювання деревини

Щодо забруднення стічних вод, то їх кількість не є великою при виготовленні деревиностружкових плит та меблевого щита, але вони все таки будуть утворюватися. В основному вони будуть від клейових матеріалів, шліфувального пилу, технологічних операцій із подрібнення деревини та обкорювання. Тому необхідно приймати технологічні рішення щодо їх очищення.

У даному розділі пропонуються технологічне рішення щодо очищення стічних вод після їх утворення. Оскільки кількість стічних вод у даних технологічних процесах незначна, тому пропонуються локальні очисні споруди. Локальні стічні споруди - це сучасне рішення для очищення стічних вод деревообробних підприємств. Такі споруди дають змогу ефективно очищати воду для її повторного використання в системі промислового водозабезпечення. Під час встановлення очисних споруд важливо враховувати об'єм стічних вод, необхідний ступінь очищення, а також умови експлуатації обладнання.

Технологія очищення стічних вод, що розглядається (рис. 4.6) розроблена спеціально для деревообробних підприємств, в тому числі і для виготовлення деревиностружкових плит та меблевого щита [20].

Згідно запропонованої схеми (рис. 4.6), стічні води деревообробного підприємства подаються у апарат-флокулятор, в який подається розчин флокулянту з станції приготування. У флотаторі відбувається змішування стічних вод з розчином флокулянту (флокулянтами можуть бути силікат натрію

чи поліакриламід). Флокулянти забезпечують більш ефективне очищення води. Вони об'єднують забруднення, утворюються більші частинки, які вже краще видаляються механічними фільтрами будь-якого типу.

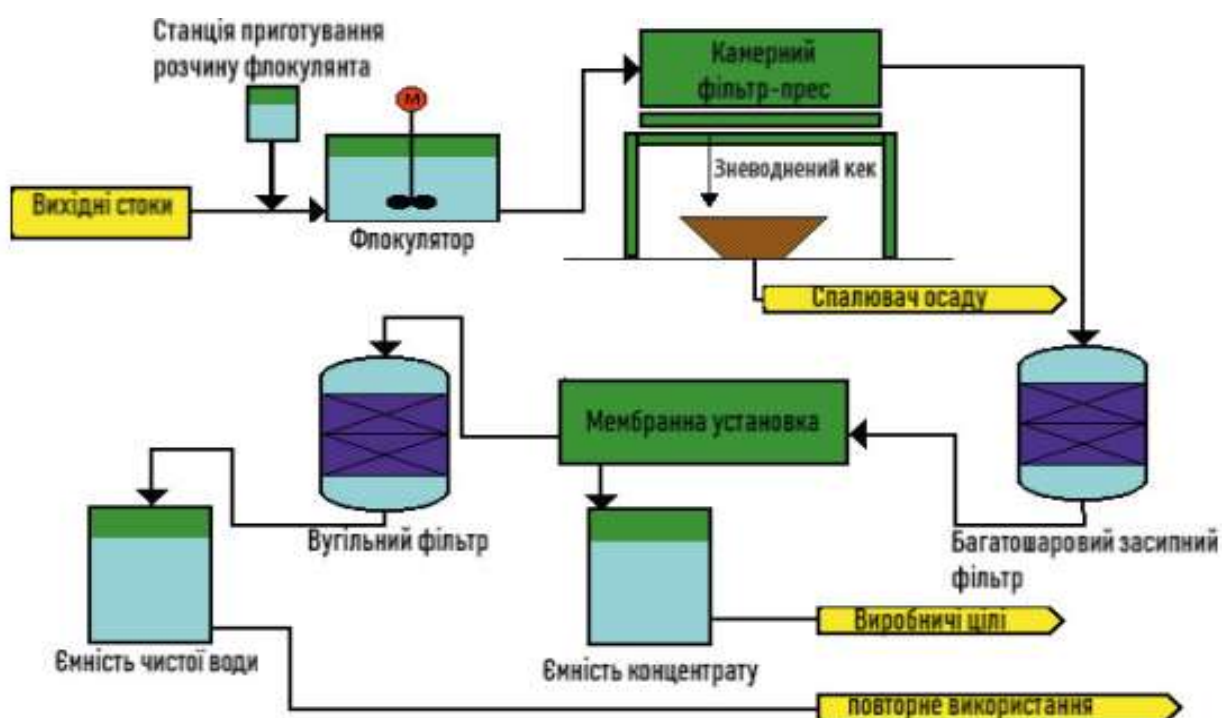


Рис. 4.6. Технологічне рішення для очищення стічних вод деревообробного підприємства.

Тому, стічні води для подальшого очищення подають на камерний фільтр-прес (рис. 4.7), основним елементом якого є камера, в якій вміщений фільтрувальний елемент (рис. 4.8).

Проходячи через фільтрувальний елемент, від стічних вод відокремлюється осад. Осад вивантажується спресованим, його вологість є незначною, тому його називають «зневодненим кеком». Склад кеку – це дрібнодисперсна деревина із незначним вмістом флокулянту, тому має високу енергетичну цінність і після підсушування, може бути використаним у якості твердого палива.

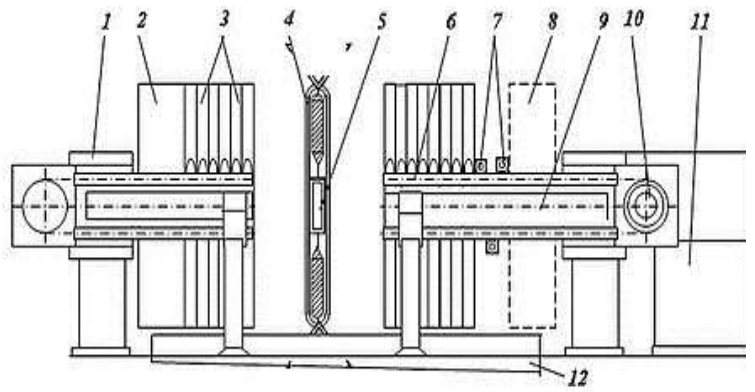


Рис. – Схема фільтр-преса.
 1 – шарнірна головка; 2 – упорна плита; 3 – фільтрувальні плити; 4 – фільтрувальна тканина; 5 – гумове кільце; 6 – ланцюг механізму переміщення плит; 7 – напрямні ролики; 8 – притисна плита; 9 – опорна балка; 10 – привід ланцюгової передачі; 11 – гідропривод; 12 – жолоб для відводу фільтрату.

Рис. 4.7. Камерний фільтр-прес

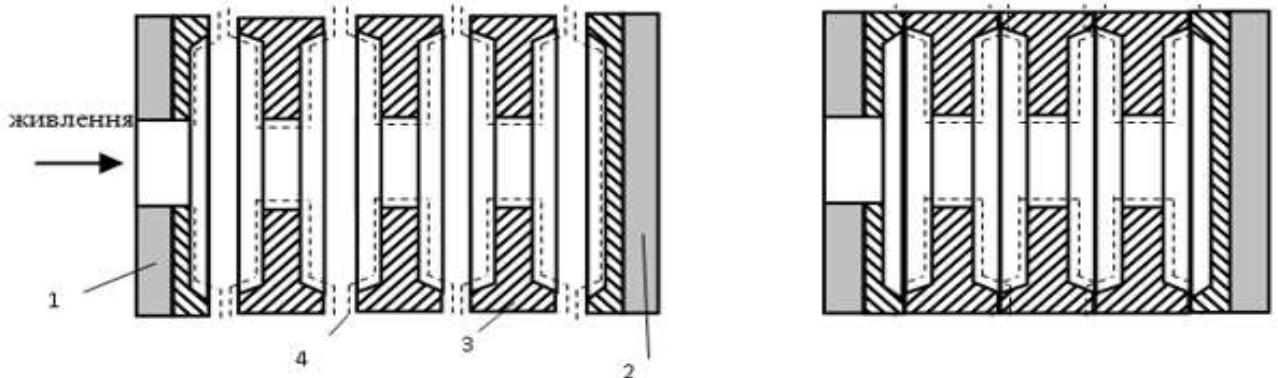


Рис. 4.8. Фрагмент камерного фільтр-пресу (фрагмент): 1 — плита нерухома; 2 — плита рухома; 3 — плита фільтрувальна; 4 — фільтрувальний елемент(тканина)

Після камерного фільтр-пресу, стічна вода подається на наступний етап очищення за допомогою багат шарового засипного фільтру. Фільтри з багат шаровою засипкою мають високу ефективність очищення. Застосування кількох фільтрувальних шарів із засипкою різної дисперсності (від більшої до дрібнішої) дає змогу вилучити із стічних вод більшу кількість твердих включень в тому числі дрібнодисперсних.

Після очищення у фільтрі, вода подається на доочищення в мембранну установку. Мембранні системи видаляють широкий спектр забруднень, включаючи завислі тверді речовини, розчинені речовини, органічні сполуки та

патогенні мікроорганізми. Концентрат, що виходить з мембранної установки подається в ємність для концентрату. Концентрат може бути використаним для виробничих цілей. Після досушування, його можна використати в якості сировинного компонента для виробництва твердого палива. Другим рішенням, є його використання в якості наповнювача для приготування смол чи клеїв.

Після очищення у мембранній установці, вода пропускається через вугільний фільтр. Висока сорбційна здатність активованого вугілля дає змогу поглинати небезпечні органічні сполуки, які можуть міститися у воді.

Після реалізації всіх етапів очищення, чиста вода подається у ємність, і може бути поверненою у систему оборотного водопостачання підприємства.

Запропонована схема очищення забезпечує ефективне очищення на кожній стадії (показники ефективності очищення представлені у таблиці 4.4) та загалом високий ступінь очищення стічних вод деревообробного підприємства (90-95%).

Таблиця 4.4.

Показники ефективності очищення

<i>Етап очищення</i>	<i>Показники</i>
Вихід з багат шарового фільтру	< 25 ЗР*
Вихід з мембранної системи	< 25 мг/л ЗР* < 150 мг/л ХСК**
Вихід з вугільного фільтру	< 25 мг/л ЗР* < 150 мг/л ХСК** < 20 мг/л жорсткість

ЗР* - забруднюючі речовини;

ХСК** - хімічне споживання кисню.

Зважаючи на показники, представлені у таблиці 4.4, вода що виходить після окремих установок, може бути додатково використаною для виробничих потреб:

- після виходу з багат шарового фільтру вода може використовуватися для процесу промивання деревної стружки;

- після виходу з мембранної установки вода може використовуватися для подачі в промивну систему скрубєрів очищення газових викидів;

- після виходу з вугільних фільтрів, вода що має низькі значення жорсткості, після пом'якшення може бути використана в якості живильної води для котельні підприємства, значно зменшуючи, таким чином, витрати на водопідготовку.

Встановлення системами автоматичного контролю підвищує функціональність очисних споруд. Окрім цього, таке рішення є оптимальним з точки зору мінімізації негативного впливу на довкілля, адже всі тверді та рідкі продукти, які утворилися внаслідок реалізації процесів очищення стічних вод, можна повторно використовувати, отже запропонована технологія відповідає принципу "нульового скидання", що є актуальним трендом сьогодення.

4.3 Висновки з розділу

Підсумовуючи зроблено висновки:

1. Для очистки атмосферного повітря від забрудненого повітря грубодисперсними частинами, які утворюються при виготовленні меблевого щита та подрібнення деревини при виготовленні деревностружкових плит запропоновано використовувати циклони.

2. Для вловлювання середньо дисперсного пилу від шліфування меблевого щита та деревностружкових плит запропоновано використовувати фільтри рукавні, а для дрібнодисперсних частинок фільтри електрофільтри.

3. Для очистки загазованості повітря від формальдегіду, який утворюється при виготовленні деревностружкових плит, запропоновано використовувати абсорбційно-біохімічну установку.

4. Встановлення системами автоматичного контролю підвищує функціональність очисних споруд. Окрім цього, таке рішення є

оптимальним з точки зору мінімізації негативного впливу на довкілля, адже всі тверді та рідкі продукти, які утворилися внаслідок реалізації процесів очищення стічних вод, можна повторно використовувати, отже запропонована технологія відповідає принципу “нульового скидання”, що є актуальним трендом сьогодення.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Охорона праці при роботі з термопластичними клеями.

Охорона праці – комплекс технічних та організаційних заходів, які забезпечують безпеку, здоров'я і працездатність працівників під час виконання трудових обов'язків.

Одним з основних завдань охорони праці є забезпечення належних умов праці, котрі б виключали можливість будь якого впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на працівників.

Основними завданнями управління охороною праці на підприємстві полягає в навчанні працівників безпечним методам праці, забезпеченні безпеки технологічних процесів та виробничого обладнання, нормалізації санітарно-гігієнічних умов праці; забезпеченні працівників засобами індивідуального захисту, забезпеченні оптимальних режимів праці та організації відпочинку.

При виконанні будь якого виду виконуваних робіт обов'язково потрібно проводити інструктажі з питань охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий).

Вступний інструктаж проводиться для всіх працівників, які були прийняті на роботу, незалежно від посади, типу зайнятості, освіти тощо.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або ж для групи осіб спільної професії за програмою, яка розроблена згідно вимог відповідних інструкцій з охорони праці, нормативних актів тощо.

Повторний інструктаж проводиться у відповідні терміни які діють у відповідній галузі враховуючи специфічні умови праці. Кожні три місяці для робіт з підвищеною небезпекою та один раз на півроку для інших видів робіт.

Позаплановий інструктаж проводиться з групою працівників одного фаху або індивідуально з окремими працівниками. Зміст такого виду інструктажу визначається в кожному окремому випадку залежно від обставин та причин, що призвели до потреби його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться за наступних умов: при виконанні одноразових робіт які не пов'язані з кваліфікацією робітника, у випадку стихійного лиха або виробничої аварії, при виконанні робіт на які потрібен допуск та при проведенні екскурсій на підприємстві.

Робота з клеями також потребує дотримування певних вимог охорони праці для забезпечення безпеки працівників на робочих місцях. Враховуючи екологічність компонентного складу термопластичних клейових матеріалів слід дотримуватись загальних заходів з охорони праці, якщо ж компоненти клеїв є токсичними то слід дотримуватись спеціальних заходів. Отже при роботі з термопластичними полівінілацетатними клейовими матеріалами необхідно використовувати засоби індивідуального захисту.

При роботі з клеєм слід контролювати гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Для прикладу, при роботі з термопластичними полівінілацетатними клеями у середовищі робочої найчастіше зустрічаються випари ацетону та вінілацетату. Максимальний разовий норматив для ацетону (диметилкетон, пропан-2-он) становить 800 мг/м³, а середньозмінний – 200 мг/м³ для вінілацетату (оцтової кислоти вініловий ефір) 30 мг/м³ та 10 мг/м³ відповідно. Саме тому, при роботі з клейовими матеріалами необхідно використовувати вентиляційні установки.

Робочі місця на яких відбувається склеювання мають бути обладнані місцевим освітленням, а також бути оснащеними аптечками і пристроями для гасіння пожежі.

При попаданні полівінілацетатних клеїв на шкіру їх слід видалити марлевым або ватним тампоном і добре промити водою з милом.

Дотримання даних вимог з охорони праці є обов'язком кожного працюючого. Рациональна організація робочих місць, введення передової технології, дотримання правил трудового розпорядку, дотримання правил охорони праці та виробничої санітарії дозволить добитися на підприємствах мінімізації робочого травматизму.

5.2 Охорона праці при роботі з термореактивними клеями.

Клейові матеріали, зокрема термореактивні, у своєму складі зазвичай містять токсичні, легкозайmistі та пожежонебезпечні речовини. Токсичність клеїв визначається компонентним складом, а саме: смоли, розчинники, затверджувачі тощо. Саме тому, необхідно дотримуватись правил з техніки безпеки при роботі як з клейовими матеріалами так і з їх компонентами [21]. Як приклад розглянемо охорону праці при роботі з термореактивними клеями, які доволі часто використовують на деревообробних підприємствах.

Виробничі приміщення, де відбувається приготування клею або процес склеювання повинні відповідати певним санітарним нормам [22]. Приготування і використання клеїв необхідно проводити в спеціально відведених приміщеннях з належною приточно-витяжною вентиляційною установкою для очищення повітря робочої зони від летючих продуктів, які виділяються в процесі використання клейових матеріалів. Такі приміщення повинні відповідати вимогам категорії А (електрика, освітлення та електромотори мають бути зробленими у вибухонебезпечному виконанні В-1-а).

Згідно вимог [23] необхідно проводити контроль вмісту шкідливих парів і газів у повітрі виробничих приміщень. Характеризується даний показник гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин. Гранично допустима концентрація – це така концентрація яка протягом усього трудового стажу не призводить до виникнення професійних захворювань або погіршення стану здоров'я працівників.

Шкідливі речовини, за ступенем небезпеки дії на організм людини поділяються на чотири класи: 1 – надзвичайно небезпечні речовини; 2 – високонебезпечні; 3 – помірнонебезпечні; 4 – малонебезпечні.

Столи на яких відбувається процес склеювання термореактивними клеями потрібно покривати плівкою або щільним папером, а по завершенні процесу забруднений папір потрібно викинути у металеві контейнери з кришками. Такі столи бути обладнані місцевим освітленням.

У виробничому приміщенні, де відбувається склеювання не можна зберігати клеї, розчинники, смоли затверджувачі у великих об'ємах. Їх потрібно зберігати в щільно закритій тарі та в окремому приміщенні обладнаним витяжною вентиляцією.

Приготування та нанесення клейових матеріалів, а також очищення робочого місця необхідно проводити за наявності спецодягу та засобів індивідуального захисту, а саме: респіратор, окулярів, халатів та фартухів, гумових рукавичок на тканинній основі.

При попаданні термореактивних клейових матеріалів на шкіру їх необхідно видалити марлевим або ватяним тампоном змоченим у спирті або ацетоні, після чого уражену ділянку потрібно ретельно промити теплою водою з милом. Якщо токсичний клей попав на зону обличчя то видалити його залишки необхідно марлевим або ватяним тампоном змоченим у гліцерині, і також згодом промити це місце теплою водою з милом. За умови попадання клеїв в очі слід промити їх рясним струменем теплої води. При попаданні таких клейових матеріалів на підлогу, їх потрібно засипати тирсою, зібрати совком та винести за межі приміщення у спеціально відведене місце. Місце попадання слід залити розчином аміаку (5-10%) та змити водою.

У виробничих приміщеннях, де проводяться роботи з клейовими матеріалами повинні бути забезпечені гарячою та холодною водою. Також у приміщенні має бути металевий контейнер або ємність з кришкою для зливу залишків клейових матеріалів, розчинників тощо. А в кінці робочого дня всі залишки необхідно утилізувати.

Категорично забороняється зберігати клейові матеріали або їх компоненти з продуктами харчування. Прийом їжі і куріння на ділянці склеювання аналогічно заборонено.

Виробниче приміщення обов'язково має бути обладнане спеціальними засобами для гасіння пожеж (сухий вуглекислотний вогнегасник, пісок, важкі тканини). Використовувати воду при загорянні клею забороняється. Також

обов'язково має бути аптечка з усіма необхідними засобами для надання першої допомоги.

Отже при виконанні будь яких робіт з термореактивними клейовими матеріалами, враховуючи їх токсичність, дотримання правил охорони праці та техніки безпеки є обов'язком кожного працівника. Адже це значно знизить ймовірність травмування працівників під час виконання робіт на підприємстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виходячи із моєї роботи можна зробити наступні висновки:

1. Для склеювання деревини та деревинних матеріалів використовують термореактивні та термопластичні клеї, які здатні сформувати якісне клейове з'єднання відповідної міцності. Перспективними на сьогодні є термопластичні клеї, зокрема полівінілацетатні, які є екологічно безпечними і здатні формувати міцні і довговічні клейові конструкції.

2. В основному технологічний процес склеювання включає певну послідовність операцій для створення якісних клейових з'єднань деревини. Але в залежності від виду клейового матеріалу і породи деревини технологічні параметри процесу склеювання можуть дещо відрізнятися.

3. Значний вплив на довкілля буде чинити технологічного процесу склеювання термореактивними клейовими композиціями (фенолоформальдегідними та карбамідоформальдегідними). Такі процеси призводять до забруднення атмосферного повітря, водного басейну та ґрунтів.

4. Термореактивні клеї складаються із формальдегіду, фенолу та затверджувача. Найбільшу небезпеку для довкілля та людини створює формальдегід, який є канцерогенною речовиною і може спричиняє різні захворювання у людей. Тому, при використанні термореактивних клейових матеріалів необхідно забезпечити зменшення шкідливих викидів у атмосферне повітря та утилізацію відходів від клею, а саме тари та невикористаних матеріалів.

5. Термопластичні клейові матеріали складаються із екологічно безпечних матеріалів. Тому вони є безпечними як під час приготування клейової композиції до використання так і експлуатації виробів, які склеєні даними клеями.

6. Для вивчення та дослідження впливу на довкілля клейових матеріалів при виготовленні продукції із деревини розглянуто два технологічні процеси, а саме технологічний процес із виготовлення деревинностружкових плит при якому використовуються термореактивні карбамідо-формальдегідні клейові

матеріали та технологічний процес виготовлення меблевого щита при якому використовували для склеювання термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали.

7. Технологічний процес з виготовлення деревиностружкових плит характеризується екологічною небезпекою, оскільки при виготовленні плит використовують карбамідо-формальдегідні клей, які характеризуються шкідливими викидами у атмосферне повітря формальдегіду та дрібнодисперсного пилу, який важко вловити існуючими на сьогодні аспіраційними засобами. Окрім того дані технологічні процеси потребують значних витрат теплової енергії для забезпечення даного процесу безперебійною круглодобово тепловою енергією.

8. Технологічний процес із виготовлення меблевого щита використовує масивну деревину, а для склеювання термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Даний технологічний процес не має суттєвого впливу на забруднення довкілля, оскільки для склеювання використовуються термопластичні полівінілацетатні клейові матеріали. Основними джерелами забруднення будуть пил від шліфування меблевого щита.

9. Для очистки атмосферного повітря від забрудненого повітря грубодисперсними частинами, які утворюються при виготовленні меблевого щита та подрібнення деревини при виготовленні деревиностружкових плит запропоновано використовувати циклони.

10. Для вловлювання середньо дисперсного пилу від шліфування меблевого щита та деревиностружкових плит запропоновано використовувати фільтри рукавні, а для дрібнодисперсних частинок фільтри електрофільтри.

11. Для очистки загазованості повітря від формальдегіду, який утворюється при виготовленні деревиностружкових плит, запропоновано використовувати абсорбційно-біохімічну установку.

12. Встановлення системами автоматичного контролю підвищує функціональність очисних споруд. Окрім цього, таке рішення є оптимальним з точки зору мінімізації негативного впливу на довкілля,

адже всі тверді та рідкі продукти, які утворилися внаслідок реалізації процесів очищення стічних вод, можна повторно використовувати, отже запропонована технологія відповідає принципу “нульового скидання”, що є актуальним трендом сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кшивецький Б.Я., Тивунька І.Й. 2018, Кшивецький Б.Я., Дацків Г.М., Андрашек Й.В. 2019,
2. Udovytska M. V., Tysovskiy, L. O., Mayevskiy, V. O., & Udovytskyi, O. M. (2019). Дослідження формозміни пиломатеріалів для виробництва клеєних щитових конструкцій. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(3), 85-98. <https://doi.org/10.15421/40290318>]
3. Тлумачний словник з деревооброблення / уклад.: Б. Прокопович, І. Войтович, С. Гайда, Б. Кшивецький. – Львів.: Ромус-Поліграф, 2002. – 280 с.
4. Eckelmann, C.A. A Brief Survey of Wood Adhesives, (2017) <https://extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-154.pdf>).
5. Ülker O. Wood Adhesives and Bonding Theory. Adhesives - Applications and Properties. November 2016. [DOI:10.5772/65759](https://doi.org/10.5772/65759).
6. Кшивецький Б.Я., Тивунька І.Й. Міцність та довговічність термопластичних клейових з'єднань деревини: монографія. – Львів : ТЗОВ Галицька видавнича спілка, 2018. – 232с.9.
7. Кшивецький Б.Я., Дацків Г.М., Андрашек Й.В. Загальні відомості про клеї, склеювання та термічно модифіковану деревину. Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України. – 2019. Т. 25.9, №3 – С. 81-85.
8. Präbler J., Gebhardt M., Elsner P. Adhesives and glues. January 2012. [DOI:10.1007/978-3-642-02035-3_59](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02035-3_59).
9. Кшивецький, Б. Я., Кіндзера, А. Р. (2022). Встановлення розподілу нормальних і тангентальних напружень у термопластичних полівінілацетатних клейових з'єднаннях деревини. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(6), 71-77. <https://doi.org/10.36930/40320611>
10. Бехта П.А., Кусняк І.І. Термопластичні полімери у виробництві фанерної продукції: переваги, можливості та перспективи застосування.

Наукові праці Лісівничої академії наук України. Львів, 2018. Вип. 16. С. 131–140. DOI: <https://doi.org/10.15421/411815>.

11. ДСТУ EN 204:2014 Клеї термопластичні несилкові для деревини. Класифікація (EN 204:2001, IDT).

12. Дацків Г. М., Кшивецький Б. Я. Встановлення міцності клейових з'єднань термічно модифікованої та звичайної деревини із використанням різних методик. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 5. С. 63–68. <https://doi.org/10.36930/40320509>.

13. Кусняк І.І. Екологічність фанери склеєної термопластичною плівкою. Сучасний рух науки: тези доп. X міжнар. наук.-практ. інтер.-конф., 2–3 квітня 2020 р. Дніпро: Міжнародний електронний науково-практичний журнал "WayScience", 2020. Т1. С. 660–664.

14. Kshyvetskyu B.Y, Datskiv H.M. Strength of adhesive joints of thermally modified ash wood glued with polyvinyl acetate - based adhesives. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty.* 2023, 66 (211): 5-8. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.XXX.XX>

15. Dunky M. Adhesives in the Wood Industry. August 2003. DOI:10.1201/9780203912225.ch47.

16. Дацків Г. М., Кшивецький Б. Я. Щодо методики склеювання термічно модифікованої деревини. IX Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 1. 14 – 16 травня 2019 р., С. 211-212.

17. Біць Г.Є. Біоклеї як альтернатива для надійного склеювання деревини. Науковий вісник : зб. наук.-техн. праць НЛТУ. – Львів, 2007. – №Вип. 17.4. – С.126-127.

18. М'якуш Б.М. Технологічні параметри склеювання паркетної дошки клеями на термопластичній основі та їх вплив на міцність та формостійкість виробу. Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.14

19. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. ТЕХНОЕКОЛОГІЯ: підручник. Львів, 2014. 418с.

20. Очищення стічних вод для деревопереробних підприємств. Режим доступу: https://ua.esmil.eu/wp-content/uploads/2020/03/esmil_panel-board-and-wood-pulp-application_ua.pdf

21. Закон України «Про охорону праці» від 21.11.2002 у редакції від 12.02.2015 р. – № 191-VIII

22. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень / Затв. Постановою Головного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р. – № 42

23. ДСТУ 3273-95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. – Чинний від 01.07.1996.