МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технологія захисту атмосферного повітря від пилу деревообробних підприємств

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. _____
(підпис)

Керівник роботи Бурла О.А. _____
(підпис)

Консультант
з охорони праці Васькін Р.А. _____
(підпис)

Виконавець
студент групи ТС-71 Гладишев В.І. _____
(підпис)

Суми 2021

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“____” _____ 20___ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Гладишеву Владиславу Ігоровичу Група ТС - 71

1. Тема кваліфікаційної роботи : Технологія захисту атмосферного повітря від пилу деревообробних підприємств.
2. Вихідні дані до роботи : Наказ про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць . НПАОП 20.0-1.02-05. Правила охорони праці в деревообробній промисловості (32398) . Про затвердження Правил охорони праці в деревообробній промисловості. Правила від 31.01.2017
3. Перелік обов‘язково графічного матеріалу : 14 малюнків, 6 таблиць.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
	Вступ	+					
	Розділ 1		+				
	Розділ 2			+			
	Розділ 3				+		
	Розділ 4					+	
	Розділ 5						+
	Висновок						+

Дата видачі завдання _____ 20___ р.

Керівник _____ _____
(підпис) (посада, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який мітить найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 59 сторінок, у тому числі 6 таблиць, 14 малюнків, перелік джерел посилання 3 сторінки.

Мета та завдання дослідження – визначити методи та шляхи модернізації системи очистки атмосферного повітря на деревообробному підприємстві від викидів деревного пилу.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі завдання:

– проаналізувати вплив підприємства на навколишнє середовище;

– розглянути існуючи системи очистки атмосферного повітря в цехах;

– розглянути альтернативний метод очистки атмосферного повітря та обґрунтувати оптимальний вибір;

– розрахувати еколого-економічний ефект від запропонованого впровадження.

Об’єкт дослідження – процес забруднення атмосферного повітря деревообробним підприємством.

Предмет дослідження – засоби зменшення шкідливих викидів деревного пилу в атмосферне повітря.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано вплив шкідливих викидів від деревообробного виробництва на стан навколишнього середовище та здоров’я людини. Запропоновано технології, щодо знешкодження шкідливих викидів, та зменшення кількості викидів в атмосферне повітря.

Ключові слова: ДЕРЕВОСТРУЖКОВА ПЛИТА, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНРАЦІЯ, ДЕРЕВОВОЛОКНИСТА ПЛИТА; ДЕРЕВООБРОБКА; ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ; ВИКИДИ.

ЗМІСТ

Вступ……... 6
Розділ 1 Загальні відомості про підприємство…….....8
1.1 Загальні характеристики……...……..... 8
1.2 Виробничі процеси на підприємстві ……9
1.3 Види виготовлених плит……13
Розділ 2 Вплив діяльності деревообробного підприємства на навколишнє середовище …… 16
2.1 Вплив на атмосферне повітря ……16
2.2 Вплив на гідросферу…….....18
2.3 Вплив на літосферу…….....20
2.4 Вплив на людину……
2.5 Поводження з відходами на підприємстві……22
Розділ 3 Методи очистки повітря на деревообробному підприємстві……25
3.1 Загальна характеристика методів очистки повітря…….. 25
3.2 Аналіз пристроїв для очищення повітря на деревообробному підприємстві…27
3.3 Метод очистки повітря від формальдегіду та фенолу…… 31
3.4 Порівняльні розрахунки викидів……41
Розділ 4 Економічне обгрунтування модернізації системи очищення атмосферного повітря……44
Розділ 5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях……..46
5.1 Організація служби охорони праці на підприємстві……46
5.2 Вимоги безпеки до технологічних процесів……46
5.3 Технічні заходи безпеки……..48
5.4 Освітлення виробничих приміщень ……..49
5.5 Електробезпека ……..... 50

5.6 Пожежна безпека……51
5.7 Шум ……51
5.8 Заходи безпеки у випадку надзвичайних ситуацій……..52
5.9 Санітарні умови праці……53
Висновки……54
Перелік джерел посилання……...56

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Щороку деревообробна промисловість зростає та більше розвивається. Незважаючи на те, що деревина є натуральним і екологічним матеріалом, при виготовленні плит і меблів з нього, використовуються різні види смоли та клеїв, які містять досить шкідливі речовини. Ще важливо контролювати вміст цих речовин не тільки в кінцевому продукті, щоб він був безпечним для споживача, але також під час виробництва. Адже під час технологічного процесу підприємство виділяє величезну кількість забруднюючих речовин, що є загрозою здоров'ю людей та навколишньому середовищу.

З точки зору неантропогенного природного біоценозу, цей продукт «Заробляється» з часом і безпосередньо в цьому бере участь формування. У "точках взаємодії" техно– та біоценозів (паркові зони у місті, деревообробні підприємства, залізничні підрозділи, міські звалища) під впливом людського фактору порушується природний баланс і формується значною концентрацією деревних відходів. Це призводить до конкретних наслідків, несприятливих, перш за все, для людини і руйнівних для природи.

Проблеми захисту атмосферного повітря від забруднень твердими промисловими викидами і вирішення проблем технічного переозброєння багатьох галузей хімічної, металургійної промисловості та виробництв будівельних матеріалів є на даний час найважливішими екологічними проблемами, що зачіпають в тій чи іншій мірі всі країни світу.

Мета та завдання дослідження – визначити методи та шляхи модернізації системи очистки атмосферного повітря на деревообробному підприємстві від викидів деревного пилу.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі завдання:

– проаналізувати вплив підприємства на навколишнє середовище;

– розглянути існуючи системи очистки атмосферного повітря в цехах;
– розглянути альтернативний метод очистки атмосферного повітря та обґрунтувати оптимальний вибір;
– розрахувати еколого-економічний ефект від запропонованого впровадження.

Об'єкт дослідження – процес забруднення атмосферного повітря деревообробним підприємством.

Предмет дослідження – засоби зменшення шкідливих викидів деревного пилу в атмосферне повітря.

Ключові слова: ДЕРЕВОСТРУЖКОВА ПЛИТА, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНРАЦІЯ, ДЕРЕВОВОЛОКНИСТА ПЛИТА, ДЕРЕВООБРОБКА, ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ, ВИКИДИ.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Загальні характеристики

Kronospan UA – один з найбільших виробників в Україні плитних матеріалів на основі деревини - ламінована та полірованої ДСП, інші плити та постформінг. Продукція користується попитом в Україні та країнах СНД.

На сьогодні в групу лідерів входять 28 виробничих компаній у 24 країнах. У них працює понад 12000 людей. Загальний обсяг продажів перевищує 3,4 млрд. євро на рік, і 56 % цієї суми припадає на Центральну та Східну Європу.

Основними напрямками діяльності "Кроноспан UA" є:

- ✓ Виробництво фанери, деревних плит та панелей, шпону;
- ✓ Виробництво інших дерев'яних будівельних конструкцій та столярних виробів;
- ✓ Оптова торгівля деревиною, будівельними матеріалами та санітарно технічним обладнанням;
- ✓ Неспеціалізована оптова торгівля;
- ✓ Інші види роздрібної торгівлі в неспеціалізованих магазинах;
- ✓ Автовантажний транспорт.

«Кроноспан UA» – безперечний лідер серед виробників дерев’яних панелей. Під час виробництва, підприємство використовує новітні технології, які допомогають отримати якісну продукцію, не збільшуючи її собівартості.

Продукція «Кроноспан UA» використовується під час виробництва меблів та підлоги. Основний асортимент компанії:

- Деревостружкова плита (ДСП);
- Орієнтовано стружкова плита (ОСП);
- Ламінована деревостружкова плита(ЛДСП);
- Ламінована деревоволокниста плита середньої щільності (ЛМДФ);

– Деревоволокниста плита середньої щільності (МДФ);
– Деревоволокниста плита високої щільності (ХДФ).

Крім того, компанія продає інші товари групи "Кроноспан", а саме: плиту МДФ, поліровану і покриту лаком ХДФ, глянцеві плити HDD, OSB плити, ламіновану підлогу, настінні панелі, підвіконня, аксесуари тощо.

Продуктивність виробництва плит становить 800 $м^3$ / день, щорічно 280000 $м^3$ /рік. Потреба в ресурсах на 1$м^3$ готових плит:

– Споживання електроенергії 96,5 кВт * год / $м^3$.
– Споживання теплової енергії 521 кВт * год / $м^3$.
– Витрата води 11 кг / $м^3$.

1.2 Виробничі процеси на підприємстві

Основний технологічний процес включає механічну обробку деревини: розпилювання колод на дошки, лущення колод, подрібнення грудок відходів та виробництво сортованої тріски та стружки для виробництва ДСП; гідротермічна обробка (сушка), склеювання.

Основну масу деревини складають низькосортні колоди, які мають незначну або взагалі не мають комерційної вартості і в основному підлягають утилізації.

Для збереження лісового фонду, підприємство використовує максимум деревних відходів, тим самим зменшуючи їх споживання. За розрахунками проведеними протягом 4 років від початку експлуатації обладнання при подрібненні, до 50 % сировини будуть відходами від переробки.

Технологічний процес:

1. Склад деревини та підготовка стружки

Для виробництва плит використовують хвойні дерева: 99 % – сосна звичайна, 1 % – ялина європейська, що поставляється залізничним або вантажним транспортом.

Основними постачальниками деревини будуть ДП Володимир-Волинське ЛМГ, ДП Костопільське ЛГ та ДП Сарненське ЛГ. За наявними даними, вологість свіжозрубаної деревина становить від 60 до 120 %. Перед подрібненням деревина лущиться на корі (кора використовується як паливо). Заготовлена деревина подається в дробарку стрічковими конвеєрами. У проміжку між затверджувачем та дробаркою встановлюються металошукач для виявлення металу.

Колоди, в яких виявляється метал, автоматично скидаються з лінії в бункер. Перед подачею у шліфувальний барабан, деревина формується в касету, яка розташована перпендикулярно барабану для досягнення необхідного геометричного розміру стружки. Це впливає на геометрію та розмір стружки положення лопаток шліфувального барабана та вологи деревини: вологіша сировина, тим менше дрібної стружки.

2. Сушіння матеріалу

Після дробарки стружка надходить у бункер, звідки вона подається через дозатор у сушильному барабані, де його сушать гарячими димовими газами с темп. 400 – 410 ˚ С. Температура димових газів на виході з барабана знижується до 130 ˚ С, що в свою чергу зменшує абсолютну вологість стружки до 2 – 4,5 %. Технологічна лінія сушіння стружки оснащена спеціальною системою пожежогасіння та гасіння іскр GreCon.

Для сушіння та генерації потребується термальна олія (потреби в пресі, а також лісопильні – автоклавні та сушильні камери) біля секції сушарки встановлений теплогенератор. Основне паливо тверде: кора, пил, тирса, тріска, що накопичується на підприємстві (утворюється під час окорування дерев, відбракування, очищення повітря в циклонах), а також постачаються зовні.

3. Змішування із в’яжучими речовинами стружки

Після висихання, матеріал потрапляє до бункеру стружки зовнішнього шару (ЗШ) та внутрішнього (ВШ) (один бункер для ЗШ та ВШ, бункери) герметичні, в місцях пожрезервуара передбачена заливка аспіраційної системи з

наступним очищенням на газоочисному обладнанні), з яких подається на конвеєрні ваги, де за допомогою тензодатчиків контролюється витрата даної стружки. Враховуючи для цих значень програма дозування хімічних речовин відповідно до рецептури дозування розраховує необхідну кількість смоли, затверджувача, води та емульсії, які повинні подаватися в змішувач для змішування зі стружкою.

4. Формування килима

Змішана зі в'яжучими речовинами стружка, подається на формувальну лінію килима із змішувачів ЗШ, ВШ у пропорції 55 / 45 % + стружка з дозуючого бункера. Формувальна лінія складається з трьох формувальних станцій ФС (2–ЗШ; 1–ВШ). В матеріал із системи аспірації преса збирається в дозаторному бункері та формувальній секції. Формувальна станція ЗШ складається з таких частин: рухомого гвинта (розкидач), дозаторний бункер та дисковий сепаратор. Для кращого формування килима, так щоб великі шматки стружки краще сортувалися і потрапляли в станції розташовані під кутом, який виставляється на панелі управління біля формувальної станції.

Формувальна станція ВШ складається з таких частин: мобільний розкидач, дозаторний бункер, нижній і верхній формувальні ролики. Станція розташовується горизонтально до формувальної стрічки і при зміні товщини, плиту можна опустити або підняти вручну. Формувальні станції не мають можливості регулювання ширини килима. Тому ввідрегулювання ширини килима відбувається пилами після третьої формувальної станції.

Форматування ДСП килимового покриття по довжині використовується поперечна пила на лінії формування, яка встановлюється перпендикулярно супорту і рухається разом з ним. Корекція довжини килима здійснюється шляхом зміни коефіцієнта поперечної пили на ПК – у програмі візуалізації. Програма заводу передбачає виробництво плит наступного асортименту товщиною: 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 14 – 15 – 16 – 18 – 20 – 22 – 25 мм.

5. Гідравлічний прес

Прес оснащений гідравлічною системою, наповненою маслом. Два гідравлічні насоси призначені для заряджання батареї низького тиску, а також для підйому і опускання пресу, привести в дію клини, які закріпляють полиці преса. Три гідравлічні насоси призначені для створення високого тиску в 6 основних циліндрах де матеріал закритий. Крім того, насос використовується для створення тиску в гідроциліндри симультантів, які встановлюються по кутах кожної полиці і служать, щоб забезпечити відстань між полицями при відкриванні, закритті або пресуванні однаковою.

6. Охолодження та нарізання

Після перевірки товщини та порожнин плита формується по ширині та довжині обрізки з кожного краю в середньому на 3 см:

- Максимальна ширина 2655 мм.
- Мінімальна ширина 2360 мм.
- Максимальна довжина 5135 мм.
- Мінімальна довжина 4880 мм.

Далі плита переходить до охолоджувача, а потім складається в пакети для подальшого поздовжнього та поперечного формування, наприклад розмір 2500 × 1250 мм.

7. Склад готової продукції

Оператор лінії подрібнення (упаковки) друкує ярлики із замовленням і прикріплює їх до піддонів. Водій вантажівки доставляє товар у відведене місце розташування та сканує етикетку для ідентифікації в системі KSoft. У системі KSoft (система внутрішньої звітності) поля відображаються відповідною нумерацією, яка відповідає фізичному розміщенню піддонів.

1.3 Види виготовлених плит

Включають різні типи дерев'яних панелей, що виготовляються на заводі різними технологічними процесами:

– Плити МДФ виготовляються із сухих деревних волокон, які обробляють парафіном і пресують при високій температурі. В процесі пресування з клітинних мембрани виділяється лігнін – природний полімер.

Щільність та особлива «дерев'яна» структура деревини – це заслуга синергії целюлози і лігніну. У плиті ця речовина також діє як сильне, в той же час природне і безпечне сполучення. Ще однією перевагою є забезпечення вологостійкості та стійкість до шкідливої флори: мікроорганізмів та грибів (наприклад цвіль). Концентрації лігніну у різних порід дерев відрізняються, в середньому листяні містять до 20 – 30 %, а хвойні – 30 – 50 %. Поверхня МДФ ламінована та покрита шпоном [8]. Зразок плити представлений на мал. 1.1.

Малюнок 1.1 – Зразок МДФ плити

– ДСП виготовляються з відходів лісопильного та деревообробного виробництва: стружка, тирса, обрізка гарячого пресування грубої стружки, яку отримують із відходів, що утворюються в процесі деревообробки, та

впровадженням термореактивної смоли синтетичного виробництва, а також гідрофобних антисептичних та інших добавок. Саме завдяки добавкам, які отримує ДСП має особливу міцність і довговічність. Перш за все, ДСП – матеріал досить вологостійкий.

Навіть звичайне ДСП без спеціального просочення деформувалося при повному зануренні у воду не більше, ніж на третину. В приміщенні при вологості 50 % ДСП на той час майже не деформується, що стосується виробів з дерева, їм потрібні хороші умови. Крім того, ДСП також нейтрально реагує на зміни температури, має гладку поверхню, вогнестійкість до певних меж і бюджетна за ціною [11]. Зразок представлений на мал. 1.2.

Малюнок 1.2 – Зразок ДСП плити

– плити ОСП, плита з великої орієнтованої стружки хвойних порід, розрізняють подовженою тріскою, яка складається з трьох шарів. У зовнішніх шарах тріска розташована поздовжньо, а у внутрішньому шарі поперечно. Кожен шар склеєний водонепроникними смолами і пресований під високим тиском і температурою. В результаті цієї технологічної особливості ОСП набуває наступних властивостей, таких як водостійкість, еластичність та

стійкість до розтягування та навантаження. Межа міцності плит OSB щільністю 650 – 720 кг / м^3. ОСП – продукт нового покоління та високих технології в обробці деревини. Поліпшившись з року в рік, інноваційна технологія виробництва ОСП дозволила отримати екологічний, вологостійкий деревний матеріал, що поєднує природну гнучкість деревини та міцність металу) [23]. Зразок представлений на рис. 1.3.

Малюнок 1.3 – Зразок ОСП плити

РОЗДІЛ 2 ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЕВООБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Вплив на атмосферне повітря

До основних джерел забруднення атмосферного повітря на деревообробних підприємствах належать: цехи обробки, склеювально-личкувальні, цехи фанери та сушіння, а також цехи деревообробки з виробництва деревостружкових плит (ДСП), дерево-волокнистих плит (ДВП), дерево шаруватих пластиків(ДШП), клеєної фанери, деревного борошна, котельні, транспортні засоби тощо.

Найбільшими забруднювачами атмосфери є виробництво деревостружкових плит (ДСП) та деревоволокнистих плит (ДВП), шаруватих пластиків, оздоблювальних цехів меблевого виробництва та ін.

Сучасна деревообробна промисловість, фанери, деревостружкових і деревоволокнистих плит мають різноманітні види відходів, що забруднюють навколишнє середовище. Окремі технологічні процеси зазначених виробництв супроводжуються виділенням і викидом в атмосферу забруднюючих речовин.

Ці речовини утворюються як в основних технологічних процесах, так і в допоміжних підрозділах (котельні, зварювальні пости, кузні та ін.). Від технологічних ліній в атмосферу надходять тверді пилоподібні відходи – деревний і лакофарбовий пил, а також парогазоповітряні відходи: летючі компоненти лакофарбових матеріалів і розчинників, пара смоловмісних клейових матеріалів [14]. Викиди підприємства наведені в таблиці 2.2. Джерела забруднення атмосферного повітря складаються з джерел виділення шкідливих речовин (технологічне обладнання) і джерел їх викиду (труби вентиляційних систем).

На підприємстві наявний Дозвіл на викиди забруднюючих речовин від 14.12.2017 р., строком дії до 14.12.2027 р., виданий Управлінням екології та природних ресурсів Волинської обласної державної адміністрації Згідно діючого Дозволу на підприємстві наявні 43 джерела викиду, з яких одне джерело – пересувне. На кожному джерелі викиду передбачено газоочисне обладнання, що дозволяє знизити викиди забруднюючих речовин до нормативних значень [10].

Таблиця 2.1 - Основні джерела забруднюючих речовин

Процес	Забруднююча речовина
Деревообробне виробництво	
Механічна обробка деревини (різання, розпил, дробіння)	Дрібнодисперсний деревний пил
Виробництво меблів	
Механічна обробка плитних матеріалів (розкрій, свердління, фрезерування)	Неорганічний пил із вмістом двуокису кремнію до 68%; Зважені частинки
Процеси сушіння, нанесення лакофарбових матеріалів	Пари ацетону, формальдегід, бутилацетат
Виробництво ДСП, ДВП та клеєної фанери	
Просочування стружки смолами, гаряче пресування, сушіння виробів	Формальдегід, феноли, пари аміаку, етанол
Механічна обробка (шліфування готових плит та розкрій)	Неорганічний пил, дрібнодисперсний деревний пил

Таблиця 2.2 - Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря

Назва речовини	Код забруднюючої речовини	ГДК, мг/м 3	Викиди, т/рік	Клас небезпеки
Зважені речовини	2902	0,5	204,0797	3
Діоксид азоту	301	0,2	99,790855	3
Діоксид сірки	330	0,5	0,256261	3
Оксид вуглецю	337	5	127,005684	4
Фенол	1071	0,01	0,262761	2
Метан	410	50	4,368544	–
Толуол	621	0,6	0,00041	3
Формальдегід	1325	0,035	14,118456	2
Вінілацетат	1213	0,15	0,43	3
Сажа	328	0,15	0,315073	3

Для захисту атмосфери передбачено наступний комплекс заходів, а саме:

– Впровадження нових технологій, сучасного обладнання та прогресивних рішень, що веде до зниження енергозатрат на виробництво, а також забруднення атмосфери.

– Використання в виробництві сучасного, економного та екологічного обладнання.

–Локалізація забруднення повітря шляхом встановлення пилогазоочисного обладнання [16].

2.2 Вплив на гідросферу

Через інтенсивне використання води деревообробним підприємством відбувається забруднення водойм, як результат призводить до значної якості і кількісні зміни у водному басейні. Більшість водойм, річок, озер не тільки

джерела водопостачання, а також басейни для скидання промислових і побутових стічних вод. Іноді ступінь очищення цих вод є незадовільним, внаслідок чого вода стає непридатною для споживання, гинуть організми, водорості, риби, птахи та тварини.

Основним джерелом забруднення стічних вод деревообробних підприємств є цехи з виробництва ДВП мокрим способом. Екологічність технології ДВП мокрим способом характеризується в основному обсягами, ступінь забруднення технологічних та стічних вод, параметри технологічного процесу, склад використовуваної деревної сировини, хімікати та обладнання.

Особливості хімічного складу деревини листяні дерева, кора та уражена гниллю деревина сприяють збільшенню концентрації забруднюючих речовин у стічних водах. У разі збільшення залишку сировини, частка листяних порід збільшена в 1,6 – 1,8 рази норм витрат зміцнюючих домішок, також є додатковим джерелом забруднення технологічних та стічних вод.

Порушення режимів проклейки при виробництві ДВП призводить до збільшення виносу хімічних домішок і збільшення їх концентрації у стоки.

Основне забруднення стічних вод на цих виробництвах створюється підвісною і розчиненої органічною речовиною.

Стоки містять:

− деревні волокна;

− колоїдні речовини - целюлоза, геміцелюлоза, лігнін;

− розчинені органічні речовини – цукри, фурфурол, спирти, альдегіди, кислоти, барвники, дубильні речовини;

− розчинні та нерозчинні хімічні речовини – сульфат алюмінію, парафін тощо, які використовуються для проклеювання деревно-волокнистої маси.

При концентрації забруднень стічних вод, що утворюються у виробництві ДВП, розділені на три групи:

1) концентровані, які утворюються при помелі стружки і гарячих пресування деревно-волокнистої тканини;

2) середні концентрації, що утворюються в басейні циркулюючої води (основна кількість стоків);

3) малоконцентраційні, ізольовані в процесі миття сіток, глянцеві та транспортні листи, охолодженні устаткування, та в процесі миття виробничіх приміщень.

Джерела забруднення промислових стічних вод у процесі виробництва ДВП, клеєної фанери, меблів є гідравлічні преси, ролики для нанесення клею, фарборозпилювальних машин, розпилювачів, термо– та електростанції, механічні ремонтні майстерні тощо.

Суміші шкідливих речовин у вигляді відходів синтетичних смол, клеїв, лаків, розчинники, розріджувачі, паливно – мастильні матеріали часто зливаються в водопровідні мережі або в заздалегідь вириті ями, звідки вони потрапляють у водойми, забруднюючі воду та грунт.

2.3 Вплив на літосферу

В результаті діяльності деревообробної промисловості завдано шкоди застосовується для ґрунтів. Це, насамперед, забруднення ґрунту шкідливими речовинами та відходи меблевих компаній (розчинники, розріджувачі, синтетичні смоли), підприємства з виробництва клеєної фанери, ДСП (формальдегід, фенол, кислоти), ДВП (альдегіди, сірчана кислота, фурфурол та ін.). Паливно-мастильні матеріали матеріали, що використовуються лісогосподарськими підприємствами.

Грунти також забруднені вихлопними газами трактора прилади, масла та паливо, які часто проливаються під час роботи. Негативно впливає на якість ґрунту надмірне ущільнення колесами важкої техніки – трактори, лісовози тощо. Нормальна об'ємна маса структурного ґрунту становить 1,1 – 1,2 г / см^3, а вплив на людину після ущільнення в деяких випадках збільшується до 1,6 – 1,7 г / см^3, що є значним перевищенням критичних значень. У таких ґрунтах загальна

кількість зменшується майже вдвічі пористість, різко знижена водопроникність і водоутримуюча здатність, стійкість ґрунту до ерозійних процесів зменшується.

2.4 Вплив на людину

Доволі часто працівники, які систематично обробляють деревину, особливо в умовах невеликих приватних деревообробних підприємств, недооцінюють ступінь існуючих ризиків. Основну увагу вони приділяють техніці безпеки під час роботи з електрообладнанням, різальним інструментом та пожежній безпеці. При цьому вони стикаються зі значно більшою небезпекою власному здоров'ю. Пил може спричиняти цілий спектр захворювань залежно від низки чинників. Механічна дія пилу на організм людини може спричиняти до утворення ран, подразнення шкіри, слизової оболонки та очей внаслідок абразивної дії пилових частинок.

Особливо небезпечним є тривалий контакт робітника з дрібнодисперсним деревним пилом. Найбільшої шкоди людина зазнає внаслідок контакту з частинками пилу, розмір яких становить 2 – 10 мкм. Поведінка таких частинок є близькою до поведінки молекул повітря. Вони здатні на тривалий час зависати у повітрі і є невидимими для людського ока. У разі потрапляння у дихальні шляхи та очі, такі частинки стають причиною утворення дрібних ран, спричиняють алергічну реакцію.

У найбільш простих випадках у людини з'являються подразнення шкіри, очей, дихальних шляхів. Проявами цього є свербіж, кашель, нежить, астма. З часом дія шкідливих факторів акумулюється та підсилюється, що внаслідок призводить до важких хронічних респіраторних захворювань. Разом з деревним пилом в організм людини можуть потрапляти спори плісняви, які накопичуються в орга- нізмі і призводять до захворювань легень та печінки [31]. Окремі породи деревини, наприклад тис, є токсичними і їх дія на організм людини може призводити до важких захворювань і навіть смерті. У країнах

Європи багато уваги приділяють шкідливому впливу деревного пилу на організм людини. Зокрема в роботі [32] зазначено, що пил діаметром менше 1 мкм затримується в альвеолах, а від 2 до 5 мкм – у бронхах, більші частинки пилу осідають на трахеях. Моніторинг проведено на підставі клінічних досліджень стану здоров'я працівників зарубіжних деревообробних підприємствах.

2.5 Поводження з відходами на підприємстві

На підприємстві “Kronospan UA” утворюється і промислові відходи: при лісопилянні, клеєної фанери, ДСП та ДВП, при використанні клеїв, смол, лакофарбових матеріалів. Частина з утворених деревних відходів спалюється з метою зменшення витрачання природного газу, а частина утилізується. Деревні відходи фанерного цеху є сировиною для цеху ДСП. Кількість та місця утворення деревних відходів наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відходи виробництва

Найменування відходу	Кількість, т/рік
Деревні відходи (пил)	20459,00
Клеї відпрацьовані та забруднені	14,00
Залишки плит OSB	45,80
Залишки кори	915,090
Зола	929,6
Відходи комунальні, міські та змішані	784,170
Залишки плит деревостружкових	60,120
Макулатура паперова та картон	6,040
Брухт чорних металів (відпрацьовані технологічні деталі, узли технологічного обладнання і т.п.)	287,114
Мастила та мастила моторні, трансмісійні зіпсовані	9,454

Продовження таблиці 2.3

Шини зіпсовані	0,364
Лампи люмінесцентні та відходи, що містять ртуть	0,079

На підприємстві існує інструкція та план заходів щодо збирання і тимчасового розміщення промислових відходів на промислових майданчиках. На кожне місце зберігання відходів є складений спеціальний паспорт, у якому зазначаються технічні характеристики місця, найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів), їх кількісний та якісний склад, походження відходів.

Деревні відходи належать до IV класу небезпеки, тому зберігаються відкрито на промисловому майданчику у вигляді конусоподібної купи. Промисловий майданчик для тимчасового зберігання відходів розташовується на території підприємства з підвітряного боку, покритий неруйнівним та непроникним для токсичних речовин матеріалом. У місцях зберігання промислових відходів передбачені стаціонарні та пересувні вантажнорозвантажувальні механізми.

Допустима кількість відходів на території промислового майданчика визначається підприємством за узгодженням з місцевими органами екобезпеки. Але на даний момент кількість відходів перевищує допустиму норму. Промисловий майданчик перевантажений і тому відходи у вигляді деревних залишків зберігаються на вільній заасфальтованій території підприємства.

Лабораторний контроль за станом навколишнього середовища в районі розміщення майданчиків зберігання відходів періодично здійснюється державними органами санітарно-епідеміологічної служби, водного нагляду, екологічної безпеки з використанням стандартизованих методик визначення шкідливих речовин у повітрі, воді та грунті.

Отже, проаналізовано вплив діяльності підприємства «Kronospan UA» на основні елементи довкілля – атмосферу, гідросферу та літосферу, а також поводження з відходами виробництва.

Найбільша шкода завдається саме атмосферному повітрю, адже в процесі виробництва виділяється значна кількість шкідливих речовин, зокрема, небезпечні пари фенолу та формальдегіду.

Територія майданчика будівництва не є заповідною зоною або зоною розміщення цінних видів флори та фауни, що охороняються. Зелені насадження на ділянці відсутні. На ділянках, вільних від забудови і покриттів, а також зі сторони розташування найближчої житлової забудови виконується озеленення.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ НА ДЕРЕВООБРОБНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Загальна характеристика методів очищення повітря

Сьогодні деревообробна промисловість розвивається стрімкими темпами. Особливо це стосується виробництва меблів та виробів для житлового будівництва. До 1990-х років для вилучення пилу та стружки під час аспірації, деревообробні верстати використовували переважно різного типу циклони. У наш час пилозбірники набувають дедалі ширшого застосування фільтри з використанням фільтруючих матеріалів. Розглянемо переваги та недоліки обох методів очищення повітря: за допомогою циклонів та пилозбірників [14].

Переваги використання циклонів:

– Простота конструкції та експлуатації.

– Відсутність рухомих частин.

– Найефективніший при використанні великої гучності утворені відходи.

Недоліки використання циклонів:

– Значні втрати тепла, спричинені надходженням тепла з приміщення аспіраційне повітря.

– Є частиною централізованої вентиляційної системи. Інакше говорячи, вони мають значну довжину повітроводів і потужний вентилятор. Що призводить до значних витрат на технічне обслуговування та встановлення цієї системи.

– Виникають труднощі з досягненням ГДК для деревного пилу на кордоні санітарно-захисна зона.

– Високе споживання енергії, спричинене: високою аеродинамікою стійкість аспіраційних систем та низька ефективність вентилятора.

Переваги промислових пилозбірників:

– Високий ступінь очищення, що дозволяє досягти необхідних показників ГДК для викидів.

– Економія теплової енергії за рахунок рециркуляції повітря в приміщенні.

Щоб досягти гранично допустимої концентрації повітря в робочій зоні, слід влаштувати загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція.

– Мобільність. Оскільки пилозбірник має власну регульовану опору. Площа займаної підлоги – не більше 0,7 $м^2$

– Економія енергії за допомогою декількох пилозбірники меншої ємності.

– Вартість цієї системи значно менша завдяки використанню менші повітроводи та менші вентилятори.

Недоліки промислових фільтрів:

– Часта зміна колекційних мішків із значною кількістю утворені відходи.

Для вирішення екологічних проблем з викидами пилу від хімічних, металургійних та у виробництві будівельних матеріалів використовуються відповідне обладнання, правильний вибір і розрахунок якого залежить від методу, який використовується.

Слід зазначити, що в цих районах є проблеми з прибиранням, забруднені потоки повітря вирішуються майже однаково. Більшість типових конструкцій обладнання, що використовується як пилозбірник, є інерційні пристрої, циклон (сухий і мокрий), шлангові фільтри, пінопластові пристрої та електрофільтри.

Однак сухі відцентрові пиловловлювачі набули найбільшого поширення – циклони , які мають широкий діапазон конструкції та сфери застосування. Слід зазначити, що зараз циклони все рідше застосовуються внаслідок підвищених вимог до ефективності їх роботи, і також завдяки величезній кількості газів, що підлягають очищенню. Незадовільні фактори для використання електрофільтрів

для очищення повітря: відносно низька ємність, досить високий рівень питомого споживання енергії, горючість і вибухонебезпечність пилу, значні коливання часу в потоці запилених потоків, а також просторові обмеження.

Вологі скрубери не використовуються, наприклад, для сепарації пилу, який утворює агломерати, обробку агресивних газів або, якщо низьке споживання, технічна вода. Мішкові фільтри працюють досить погано при підвищеній температурі, липкого пилу, особливо при високих концентраціях, при високій вологості, а також за певних просторових обмежень .

Циклони часто повинні надійно відповідати взаємовиключним вимогам, працювати з оптимальною ефективністю при таких виробничих параметрах, маючи значні коливання щодо номінальних, часто змінюються з часом, враховуючи відносно низькі вимоги до технічного обслуговування та ремонту постійних установок. Циклони повинні бути стійкими до абразивного впливу пилу, працювати надійно при високих температурах (до 10000 ° С), безперервно проводити накопичення та надійну евакуацію липкого пилу, забезпечити запобіжні заходи проти вибуху легкозаймистого пилу, займати найменший просторовий об’єм.

3.2 Загальна характеристика методів очищення повітря

Методи очищення атмосферного повітря від забрудників поділяються на:

- очищення від аерозольних та пилових викидів;
- очищення від газів;
- зменшення забруднень повітря в процесі роботи з вантажами.

Для знешкодження відходів газоподібних речовин, що виділяються в процесах деревообробки (формальдегід, фенол) використовуються не тільки механічні (фільтрування, промивання газів) методи, але і хімічні, такі як: адсорбція, абсорбція, спалювання, хімічна обробка і конденсація. Метод вибирають зважаючи на кількість газів, яка викидається, і їх склад. Механічний

метод є найбільш поширеним, використовується для очищення повітря від пилових викидів під дією гравітаційних та / або інерційних сил. Але, оскільки, в деревному пилі присутні ще й хімічні домішки (шкідливі речовини, що описані вище), застосовуються і інші методи [26]. При виборі системи очищення потрібно зважати на такі чинники:

- склад газового потоку;
- розмір частинок;
- відсутність водяної пари (або її наявність);
- швидкість викиду суміші з джерела;
- фізико-хімічні властивості потоку газів.

Детальніший опис кожного методу очищення атмосферного повітря від забруднюючих речовин наведено нижче.

Абсорбція – метод очищення, що має на увазі процес конвективної дифузії пароподібних складових газу у рідині, що виступає як поглинач (абсорбент). Метод найчастіше застосовують для того, щоб очистити вентиляційне повітря, або щоб очистити технологічні гази. Він може здійснюватися або періодично або на постійній основі паралельно роботі виробничого цеху. У випадку постійної роботи газоподібна речовина, яка очищується безперервно контактує із рідиною – абсорбентом [27].

Адсорбція – метод, при якому шкідливі газоподібні речовини поглинаються поверхнею твердих тіл (інша їх назва – адсорбенти). У якості адсорбентів застосовують силікатні речовини, активоване вугілля (найбільш поширений), цеоліти (штучні або природні). Для якісного процесу необхідно щоб розмір частинок адсорбентів не перевищував 8 мм [27].

Спалювання – в наш час найбільш поширений спосіб усунення шкідливих речовин на деревообробному підприємстві, бо має відносно малий розмір устаткування, простоту його обслуговування і можливість дистанційного контролю процесу та його автоматизації.

Розглядають пряме спалювання у вогні при температурі 600 – 800 ° С, та каталітичне спалювання (температура 200 – 250 ° С). Перший метод актуальний у випадку, коли гази, які відводяться, забезпечують підведення великої частини енергії, що потрібна для нормального перебігу процесу. Принцип полягає у тому, що під дією високих температур шкідливі компоненти газоподібної речовини окислюються киснем.

Під час додаткового спалювання сполуки піддаються хімічній зміні і, як результат, вилучаються з газового потоку. Паралельно з цим методом, зараз дуже часто використовують закриті камери для спалювання шкідливих частинок. Вимоги до застосування закритих камер для спалювання:

– високий показник турбулентності потоку забрудненого повітря;
– обмеження перебування газу в камері від 0,2 до 0,7 с.

Загалом даний метод не є універсальним і повністю безпечним, адже під час процесу повітря, яке задіяне в процесі горіння стає повністю неякісним, а у продуктах окиснення містяться токсичні речовини – оксиди азоту та вуглецю. У результаті спалювання, отримати повністю безпечні речовини неможливо [20].

Методи каталітичного окиснення також має досить широке застосування. Ґрунтуються на перетворенні шкідливого / токсичного газу у нейтральний завдяки введенню у систему очищення додаткової речовини – каталізатора (платини, оксиду міді, паладію, тощо). При взаємодії каталізатора із шкідливою речовиною, яка наявна у газі утворюється проміжна речовина, що потім розпадається. В результаті реакції каталізатор відновлюється.

Даний метод є відносно швидким, потребує меншої кількості енергії для нагрівання газів, але є більш вартісним і його не застосовують саме для очищення повітря від викидів формальдегіду та фенолу.

Ще одна можливість усунути газоподібні викиди – конденсування. Метод полягає у переході газів до конденсованого стану, їх фільтруванні і утворенні аерозолю. У процесі фігурує зменшення температури, внаслідок чого, стає меншим тиск насиченої пари розчинника. Якщо газ – забрудник має низький

тиск насиченої пари, то конденсація може проходити при умовах підвищення тиску і зниження температури викидів. Якщо забруднюючі речовини мають низьку температуру кипіння, тоді їх обробляють спеціальними речовинами так, щоб продукт реакції мав низький тиск насиченої пари.

Також потрібно підібрати спосіб обробки з можливістю утилізації кінцевого продукту реакції. Якщо забруднюючі гази мають температуру кипіння нижчу за температуру кипіння води, то щоб їх повністю очистити необхідна велика кількість енергії, а отже очищення методом конденсації є невигідним і може застосовуватися лише як попереднє.

Очищення газів біохімічним методом полягає у вловленні шкідливих домішок з газів, та їх асиміляцію мікроорганізмами. Метод використовується для того, щоб очистити викиди газів від формальдегіду, фенолу, сполук, у складі яких є азот та сірка, тощо.

На деревообробних підприємствах концентрацію шкідливих речовин у повітрі можна зменшити, застосувавши метод розсіювання пилу, залишків синтетичної смоли та інших речовин. Ефективність методу залежить від наступних чинників:

– хімічних властивостей газоповітряної суміші;
– характеру місцевості;
– поточного стан атмосферного повітря;
– висоти джерела викиду.

Забруднене повітря переміщується у вертикальному та горизонтальному напрямках. В першому випадку, визначальним чинником є розподіл температур, а у другому – швидкість вітру.

Умовно забруднене повітря зонують за наступним принципом:

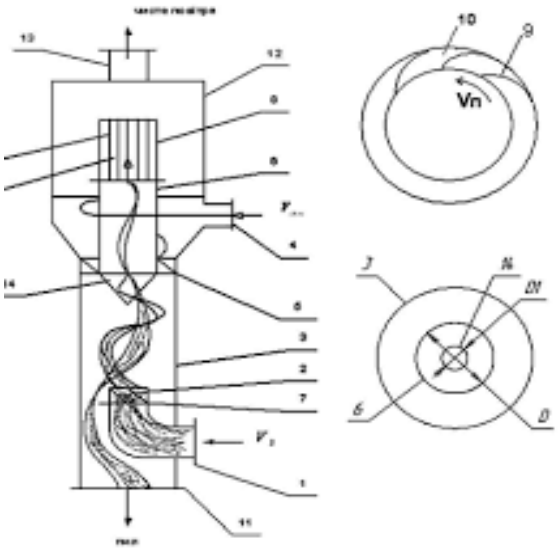
– зона задимлення (містить максимальну кількість шкідливих речовин);
– зона з невисоким вміст шкідливих речовин (за висотою співпадає із зоною дихання);
– зона із поступовим зменшенням концентрації забрудника.

Із цих зон найбільшу небезпеку становить зона задимлення, що може становити від 10 до 50 висот труба – джерела викиду. Якщо шкідливі речовини розсіюються з кількох джерел з однаковою висотою, тоді всі ці джерела приймають за одне, при цьому, викинута кількість шкідливих речовин додається.

3.3 Аналіз пристроїв для очищення повітря на деревообробному підприємстві

На деревообробному підприємстві застосовують різні методи та установки для очищення атмосферного повітря від різного типу домішок,. Найбільш поширені пристрої для механічного очищення: пиловловлювачі (вихрові, жалюзійні, камерні та ін), циклони і різні за своєю конструкцією фільтри. Пристрій для очищення обирають для кожного процесу, адже він залежить від розміру частинок, які викидаються (показника їх дисперсності). Для того, щоб очистити атмосферне повітря від дрібнодисперсного пилу, який має розмір до 10 мкм і може містити у своєму складі формальдегід та оксиди азоту використовують циклони, які працюють за принципом відцентрової сепарації.

Також можуть застосовуватися вихрові пиловловлювачі, що на відміну від циклону, мають наявний допоміжний потік. Суть методу в тому, що забруднене повітря рухається через трубопровід а потім у лопатковому завихрювачі закручується. На забруднюючі частинки діють відцентрові сили і відкидають їх до поверхні корпусу, після чого вони накопичуються у бункері під впливом сили тяжіння, а чисте повітря надходить до цеху через трубопроводи [22]. Приклад зображено на мал. 3.1 та 3.2.

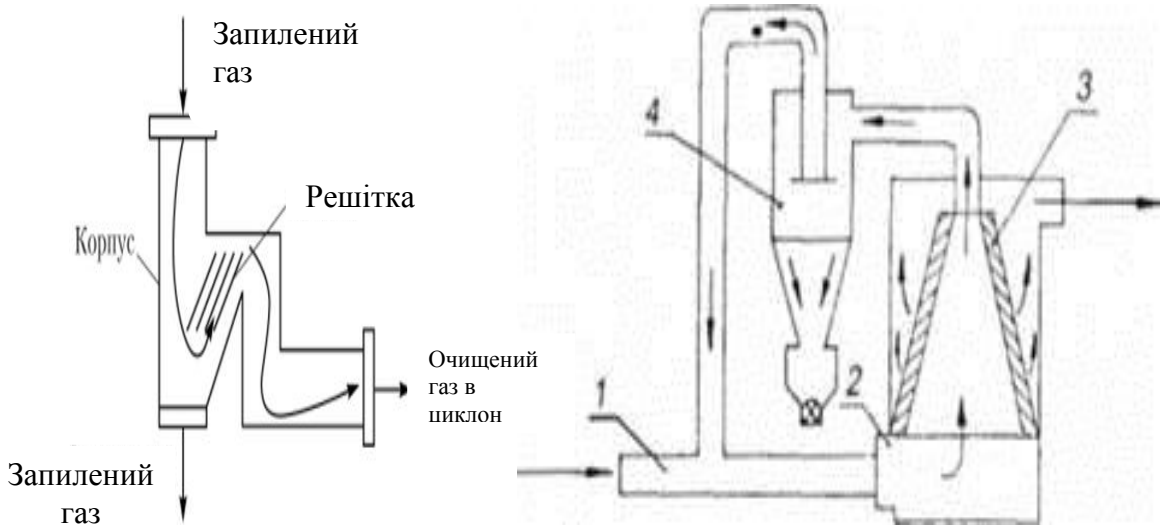


Малюнок 3.1 – Схема вихрового пиловловлювача

Малюнок 3.2 – Апарат «Вихор» із вторинним потоком газу

Частинки пилу, що містяться в ротаційному потоці, під дією відцентрових сил відкидаються в радіальному напрямку і досягають стінки сепараційної камери, при цьому вторинний потік не тільки відбиває дрібні частинки пилу у периферійному напрямку, але й транспортує уловлений пил у бункер, де він накопичується і через нижній штуцер видаляється з апарата. Та надлишкова частка вторинного потоку, яка досягає рівня завихрувача первинного потоку і попадає в бункер, відсмоктується через штуцер спеціальним пристроєм.

Жалюзійні пиловловлювачі мають вигляд як ряд лопотей, що послідовно розміщені на корпусі таким чином, щоб поміж ними утворилася щілина. Повітря поступає до установки через головний трубопровід, де випереджувальні лопаті провокують виділення пилу. Під впливом інерційних сил зважені частки запиленої суміші потрапляють у трубопровід для очищення, а звідки у вихідну трубу потрапляє вже чисте повітря. Важливо, що цей пристрій застосовують для газоподібних речовин великої дисперсності [11].



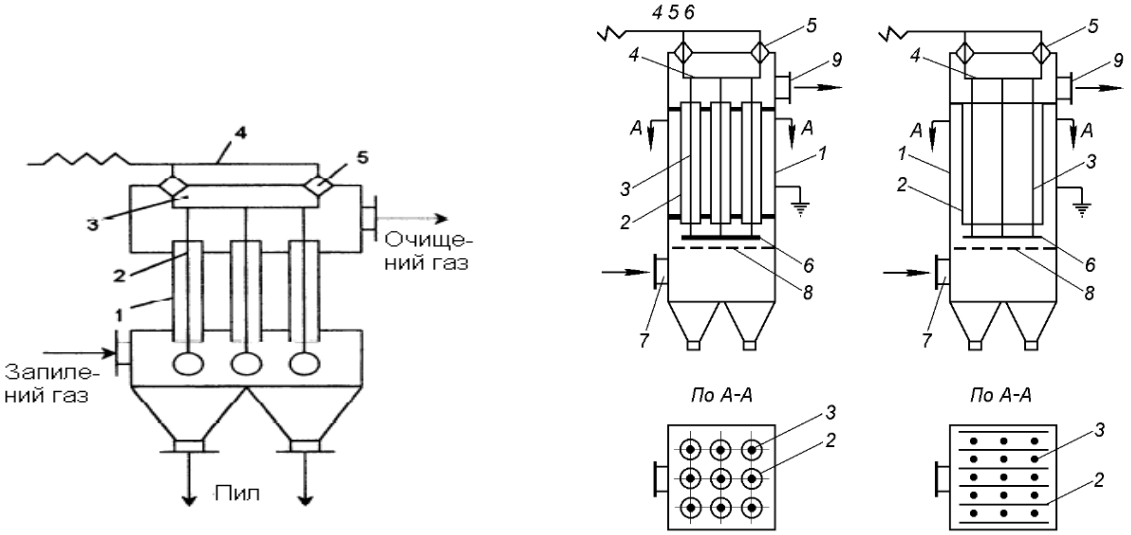
Малюнок 3.3 – Схема жалюзійного пиловловлювача

Ротаційний пиловловлювач очищує атмосферне повітря за рахунок утворення відцентрової сили, яка утворюється внаслідок обертання роторної частини приладу. Конструкція являє собою вентилятор, що керується відцентровими силами. Під час обертання частинки забруднюючих речовин потрапляють на поверхню диска, а після цього – у пиловловлювач.

Також для очищення повітря від газоподібних речовин досить широко застосовують фільтри. У них частинки осаджуються за рахунок дії інерційних та гравітаційних сил. Фільтруючими матеріалами найчастіше є тканини, папір, металева стружка, та пористі керамічні матеріали. Якщо повітря запилене менше, ніж на 10 мг / м^3, для його очищення застосовують чарунковий фільтр –

каркас, наповнений фільтруючими елементами (металева стружка або пінопласт).

Недоліком таких фільтрів є те, що елементи у них потребують частої заміни через засмічення і можуть можуть фізично пошкоджуватися. Також для очищення газів від запиленого повітря і вловлювання часток малої дисперсності використовують електрофільтри. Такий фільтр складається з двох електродів: негативного (коронований) та позитивного (осаджувальний). Другий має вигляд пластинки або трубки .



Малюнок 3.4 − Схема трубчастого електрофільтра

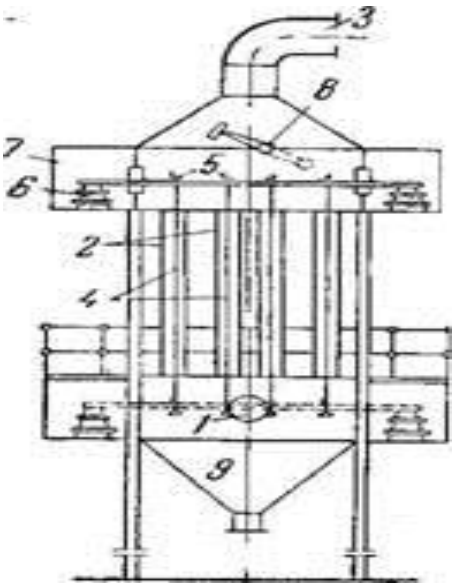
Трубчасті електрофільтри використовують в тих випадках, коли умови осадження ускладнені специфічними властивостями пилу або газу, там, де необхідно досить повне очищення газу або не треба обтрушувати електроди, наприклад, при осадженні рідин з туманів.

Перевагами пластинчастих електрофільтрів є: простота монтажу, зручність струшування електродів і можливість підвищення (до певної міри) продуктивності j камери без збільшення її розмірів.

У трубчастих електрофільтрах як осаджувальних електродів застосовують круглі або шестигранні металеві труби, а короні- рующими електродами служать дроту, натягнуті по осі труб.Труби мають діаметр 150-300 мм і довжину 3000-4000 мм. Очищення нейтральних газів проводять в фільтрах зі сталевими трубами, а кислих газів – зі свинцевими.

Принципова схема трубчастого електрофільтра приведена на рисунку 3.5. Газ, що підлягає очищенню, входить в камеру фільтра знизу по газоходу 1, проходить вгору через електричне поле в трубчастих осаджувальних електродах 2 і виходить через димохід 3. Вміщені по осі труб коронирующим електроди 4 з дроту діаметром 1,5 – 2 мм підвішені на загальній рамі 5, що спирається на ізолятори 6, щоб уникнути забруднення ізолятори встановлені в бічних коробках 7. Пил осідає на внутрішніх стінках труб, струшується дією ударного пристосування 8 і падає в конічний днище 9.

Для кращого осадження частинок доцільно було б пропускати газ через труби зверху вниз, але на практиці вважають за краще вводити газ знизу, так як в цьому випадку він потрапляє до місця, де встановлені ізолятори вже очищеним і таким чином запобігає їх забруднення. У багатосекційних електрофільтрах, де газ проходить послідовно через кілька секцій, він рухається в трубах секцій поперемінно від низу до верху і зверху вниз[16].



1 – вхідний газохід; 2 – трубчасті осаджувальні електроди;

3 – вихідний газохід; 4 – коронирующим електроди; 5 – рама; 6 – ізолятор;

7 – бічна коробка; 8 – струшуючий пристрій; 9 – конічне днище

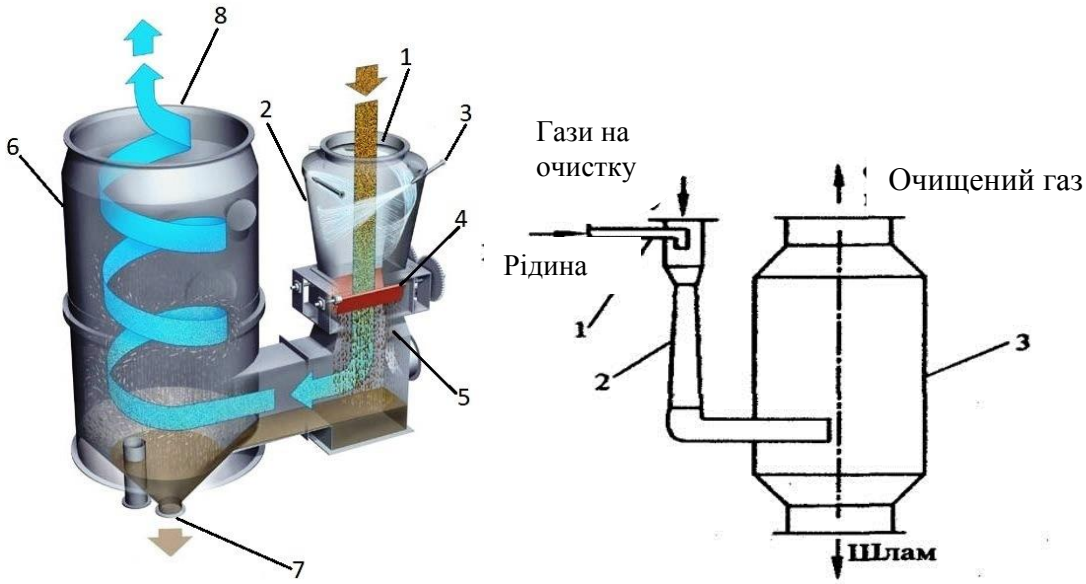
Малюнок 3.5 – Схема трубчато - про електрофільтру:

Для роботи електрофільтра потрібен постійний струм напругою 50 – 100 кВ. Якщо напруженість між електродами досягає 15 кВ / см, у повітрі утворюються 44 позитивно та негативно заряджені іони, які осідають на забруднені частинки. Далі вони разом осідають на протилежно заряджених електродах. Для того, щоб прибрати з поверхні електродів пил, який на них осідає, використовують спеціальні пристрої для струшування.

Таким методом очищують великі кількості газів, із розміром забруднюючих частинок 0,01 – 100 мкм. Температура газів може досягати 500 градусів за Цельсієм. Ефективність очищення повітря таким методом досягає 99,9 %, але вона можлива тільки у випадку очищення невеликих газових потоків (однієї окремої дільниці цеху, а не цеху в цілому).

Для того, щоб підвищити ефективність роботи приладів, вдаються до змочування електродів рідиною. У таких пристроях (інша назва – мокрі пиловловлювачі), газоподібні викиди контактують з водою або змочуються нею. Одна з найбільш простих конструкцій – промивна башта, заповнена

скловолокном, або іншим матеріалом. Найбільш поширені пристрої такого типу – скрубери Вентурі. Для підвищення ефективності очищення та видалення шламу скрубери доповнюють циклонами та фільтрами [15].

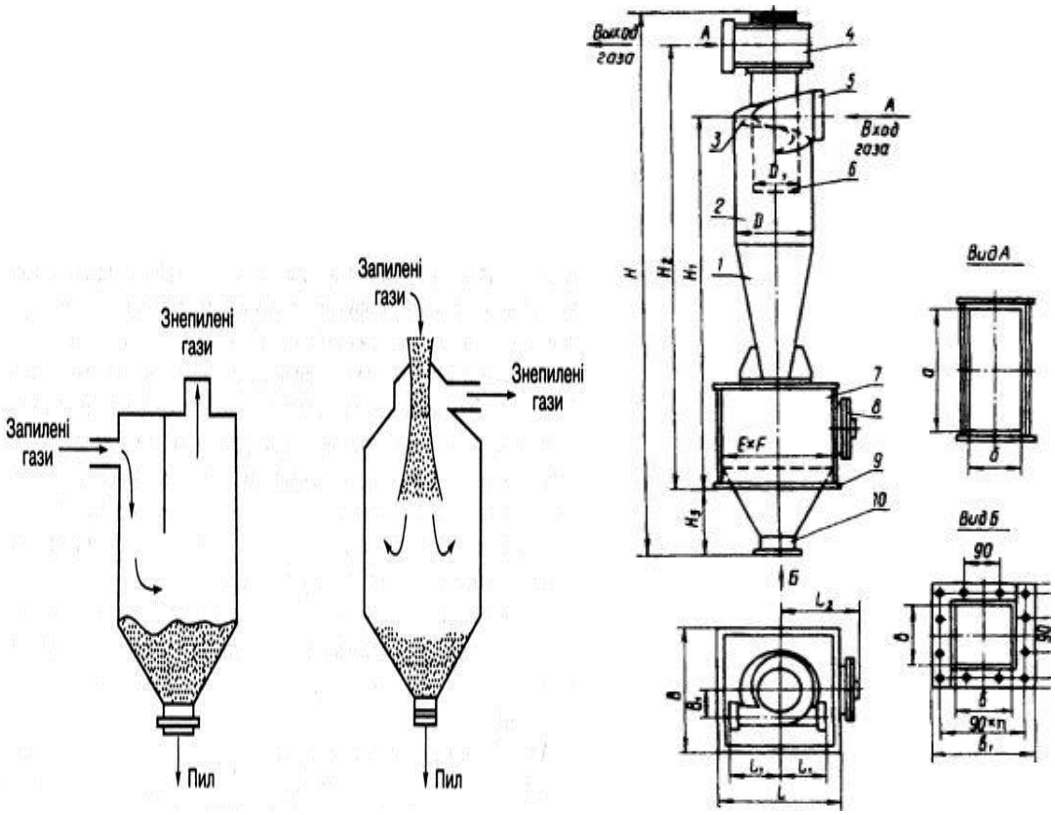


Малюнок 3.6 – Схема скрубера Вентурі

Принцип роботи скрубера полягає в тому, що забруднений газ рухається знизу вгору зі швидкістю 1,0 – 1,5 м / с, а розпилювальна рідина – вниз зверху. Ефективність очищення повітря цим пристроєм становить 96 – 98 %. Але ці пристосування на деревообробних підприємствах використовуються лише для очищення дрібного деревного пилу без домішок.

Для очищення повітря від токсичних речовин, таких як формальдегід, цей пристрій неефективний, оскільки після проходячи через скрубер, вони потрапляють в атмосферу разом з чистим повітрям у вигляді туману. У той же час скрубери для роботи вимагають значних витрат на електроенергію (для забезпечення процесів водопостачання та захоплюють частинки до 5 мкм). В пристроях для інерційного пиловловлювання , принцип збору пилу – це різка зміна напрямку потоку. Частинки забруднюючих речовин, що містяться в газі за

інерцією, потрапляють на поверхню корпусу і осідають. Вони виймаються з фільтра шляхом розвантаження приладу. Схему зображено на рисунку 3.7.



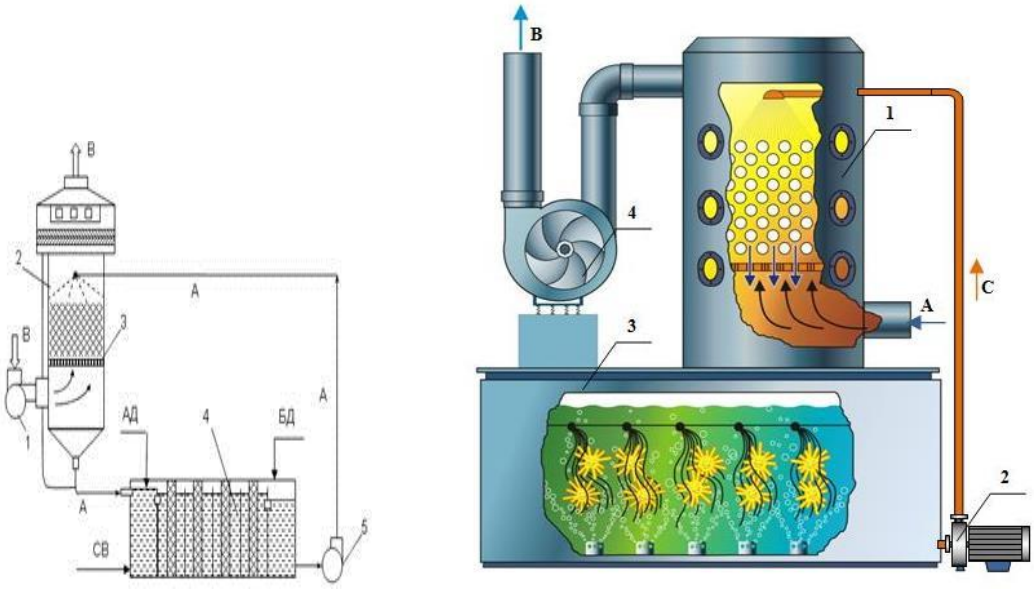
Малюнок 3.7 − Схема інерційних пиловловлювачів

Щороку з’являються нові технології очищення повітря. Увімкнено деревообробні підприємства в даний час використовуються найбільш ефективно засіб для очищення газоповітряних сумішей від дрібного пилу та від пил, що виділяється під час різання готових плит ДСП (фільтри, пилозбірники, схеми та приклади яких наведені в попередньому абзаці). З вільний формальдегід, який виділяється під час приготування карбамідоформальдегідних смол при виробництві тієї ж ДСП, то для його нейтралізація найчастіше використовується методами прямого згоряння, або методи розсіювання, які не є безпечними. У першому випадку атмосфера виділяються інші шкідливі речовини, а в другому - формальдегід, який вже є атмосферу (внаслідок викидів транспортних засобів тощо) та формальдегіду, який розсіяні, можуть призвести до ефекту

підсумовування, який, як правило, не дасть ефект зменшення викидів формальдегіду в атмосферу.

Очищення повітря від формальдегіду та фенолу пропонується проводити компанією за допомогою абсорбції – біохімічна установка. Він призначений для чищення вентиляційне повітря від шкідливих органічних речовин та пов'язаних з ними суспензій речовини в різних галузях промисловості, що використовують технологічні процеси, супроводжується токсичними викидами в навколишнє середовище [15].

Спосіб передбачає мікробіологічне використання шкідливих органічних речовин речовини з утворенням вуглекислого газу та води, спеціально підібрані нетоксичні штами мікроорганізмів. Забезпечує ефективне безперервне очищення вихлопних газів від різних органічних речовин забруднювачі: фенол, ксилол, толуол, формальдегід, циклогексан, етилацетат, бензин тощо.



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

Малюнок 3.8 − Схема абсорбційно – біохімічної установки:

Принцип роботи: Забруднене повітря подається вентилятором до скрубера, де за допомогою абсорбенту (використовується технічна вода) захоплення шкідливих речовин і в біореакторі, використовуючи штам мікроорганізми, вони мінералізуються з утворенням води та вуглекислого газу.

Циркуляція розчину відбувається в замкнутому циклі "скрубер – біореактор ", при цьому в каналізацію немає скидів. Мікроорганізми вводяться в біореактор один раз перед роботою установки у вигляді концентрованої біомаси. Очищене повітря скидається в атмосферу [5].

Установки стаціонарні і призначені для безперервного цілодобового та / або змінний режим роботи на відкритому повітрі при температурі від мінус 35 до плюс 40 º С та відносна вологість повітря до 95 % при температурі плюс 25 ºС або в приміщенні при температурі від плюс 5 до плюс 40 ºС і відносній вологості до 95 % при температурі плюс 25 º С.

Експлуатаційні потреби очисної споруди досить помірні. Це технічна вода для підживлення – 0,7 – 1 $м^3$ /добу , поживні речовини (штам) – 30 – 60 кг / рік, стиснуте повітря – 30 – 40 $м^3$ /год, електроенергія (на 1000 $м^3$ забрудненого повітря) −1,8 – 2,4 кВт. Ефективність очищення від фенолу, формальдегіду − 96 – 99 %, від летких речовин органічні сполуки − 70 – 96 %, з фарбового розпилювача, зважені частинки − 99,9 %.

Абсорбція – біохімічний завод екологічно чистий, оскільки не утворює вторинні забруднювачі (такі як шкідливі оксиди азоту при згорянні), які сприятливо впливає на екологічну ситуацію в регіоні [7].

Загалом, запропонований спосіб є новим у деревообробній промисловості, але цілком може замінити звичайне згоряння, оскільки воно більш екологічне та більше ефективний (96 – 99 %), хоча і дорожчий. Це доводить доцільність використання цієї установки.

3.4 Порівняльні розрахунки викидів

Вільний фенол та формальдегід виділяються від технологічних процесів в наступному відсотковому співвідношенні:

- 25 % – від клеєвих вальців (джерело викиду №49);
- 65 % – від пресу (джерело викиду №50, 52);
- 10 % – від процесу витримки (джерела викиду №53, 55)

Річний викид фенолу/формальдегіду з наявною системою очистки визначимо за формулою:

$$Мфрік = Q рік * Ф * \alpha * (1 - Е)$$

де Мфрік – кількість викиду фенолу або формальдегіду, що потрапляють в атмосферне повітря, т/рік;

де Qрік –річна витрата смоли, т/рік;

Ф –вміст вільного фенолу (формальдегіду) в складі смоли, од.;

α –коефіцієнт, чисельно рівний відносній кількості фенолу чи формальдегіду, що потрапляють в атмосферне повітря;

Е –ефективність очищення приладом, %.

Секундний викид фенолу/формальдегіду визначаємо за формулою:

$$Мфсек = \frac{Qгод * Ф * \alpha}{360} * 10_3 * (1 - Е)$$

де Мфсек – кількість викиду фенолу або формальдегіду, що потрапляють в атмосферне повітря, г/с; Qгод – годинна витрата смоли, кг/год.

Таблиця 3.1 – Викиди фенолу та формальдегіду з основних джерел до впровадження нової установки

№ джерела викиду	Формальдегід		Фенол		Ступінь очистки, %
	г/с	т/рік	г/с	т/рік	
49	0,0751	2,3346	0,0051	0,0552	85
50	0,1402	4,3102	0,0017	0,1021	77

Продовження таблиці 3.1

52	0,1096	3,2901	0,0011	0,0332	79
53	0,0724	0,5869	0,0010	0,0310	85
55	0,0128	0,3817	0,0019	0,0325	88

Як видно з таблиці, застосовується метод прямого згоряння рослина недостатньо ефективна, крім цього, при спалюванні виділяються інші шкідливі речовини. Для порівняння наведено таблицю 3.2 результати розрахунків викидів фенолу та формальдегіду [10], коли вони пропонуються абсорбцію - біохімічній установці.

Таблиця 3.2 – Викиди фенолу та формальдегіду з основних джерел після впровадження абсорбційно – біохімічної установки

№ джерела викиду	Формальдегід		Фенол		Ступінь очистки, %
	г/с	т/рік	г/с	т/рік	
49	0,0568	2,0209	0,0028	0,0497	98
50	0,1211	3,9902	0,0012	0,0984	97
52	0,1003	2,2615	0,007	0,02916	96
53	0,0419	0,4003	0,0009	0,0306	99
55	0,0035	0,2610	0,0016	0,0291	99

Отже:

1. Загальні методи та установки для очищення повітря на підприємств. Визначено недоліки та переваги кожного із методів.

2. Серед існуючих найбільш ефективний для усунення шкідливих викидів формальдегід і фенол − це абсорбційно – біохімічна установка. Принцип дії якого −це вологе уловлювання шкідливих органічних речовин, а потім їх утилізація мікроорганізмами в біореакторі.

3. Однак розвиток подій у цьому напрямку активно проводиться у всьому світі промисловий досвід у нашій країні ще не набув широкого розвитку.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Розрахунок екологічного податку – національно обов'язкова сплата на основі фактичних викидів в атмосферу здійснюється за формулою:

$$П = \sum_{i=1}^{n} М_i * Н_{пі}$$

де Мі – обсяг викиду і-тої забруднюючої речовини в тоннах; Нпі – ставки податку в поточному році за тонну і-тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками [18].

Екологічний податок за викиди фенолу та формальдегіду в атмосферу повітря перед установкою нового очисного обладнання:

Р = (0,2628 ∗ 11128,67) + (14,1184 ∗ 6070,39) = 88628,8 грн.

Екологічний податок за викиди фенолу та формальдегіду в атмосферу повітря після установки нового очисного обладнання:

Р = (0,0078 ∗ 11128,67) + (0,4235 ∗ 6070,39) = 2657,61 грн.

Отже, П1 = 88628,8 грн П2 = 2657,61 грн ΔП = П1 − П2 ΔП = 88628,8 − 2657,61 = 85971,19 грн.

Розмір чистого екологічного та економічного ефекту обчислюється як різниця між економічним результатом екологічних рішень та річними витратами на реалізація представлених заходів.

Формула для визначення:

$$Е = (У_{пр} + \Delta D) - (С + Е_н * К)$$

де Е – розмір чистого економічного річного ефекту; Упр (ΔП) – результат природоохоронних заходів; ΔD – додатковий дохід (відсутній, тому = 0); Ен –

нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування), Ен = 0,15; С –витрати за рік, наведені в таблиці 4.2; К – вартість установки.

Е = (85971,19 + 0) − (18560 + 0,15 ∗ 285000) = 24661,19 грн/рік. Визначимо термін окупності очисного обладнання:

$$Т_{ок} = \frac{В}{Е}$$

де В - річні витрати на проведення запропонованих природоохоронних заходів;

$$В = С + Ен * К$$

В = 18560 + 0,15 ∗ 285000 = 61310 грн.

$$Ток = \frac{61310}{24661,19} = 2,4 \text{ року.}$$

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці здійснюється на деревообробному підприємстві

"Kronospan UA", де відповідно до завдання цього дипломного проекту модернізація системи очищення повітря від фенолу та формальдегід, який утворюється в склеювально-сушильних цехах, під час обробки фенольні деревні плити - формальдегідні смоли та їх сушіння.

Пропонується модернізація – використання абсорбції – біохімічна встановлення. Установка проста в експлуатації і не вимагає постійної присутності оператора. Під час монтажу фахівці заводу проводять перевірку виробника необхідні інструкції надають повну інформацію працівникам підприємства-експлуататор. Обслуговування установки мінімальне і пов'язане лише з ремонт насоса. Таким чином організація та виконання ремонту, монтажу або налагоджувальні роботи слід проводити спеціально підготовленими електричні працівники.

5.2 Вимоги безпеки до технологічних процесів

Технологічні процеси (роботи) деревообробних виробництв мають бути організовані відповідно до вимог Правил пожежної безпеки (z1410-04), ДНАОП 0.00-1.29-97, державних стандартів ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.3.042-88, ГОСТ 12.1.004-91, "Преси гідравлічні. Вимоги безпеки" (ГОСТ 12.2.117-88), "Автоматизація метало- і деревообробного устаткування. Система "Устаткуванняоператорпристрій індикації". Загальні вимоги і вимоги безпеки"

(ДСТУ 2578-94), "Устаткування метало- та деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань" (ДСТУ 2807- 94), "Виробництво меблеве. Роботи складальні. Вимоги безпеки" (ДСТУ 2327-93), експлуатаційної документації та цих Правил.

Всі види робіт повинні проводитися за відповідною технологічною обладнання та відповідно до його паспортних даних, згідно із затвердженим нормативні акти (інструкції, технологічні карти тощо), які передбачають заходи щодо запобігання впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

Завантаження, транспортування деревини, технологічних стружок, пиломатеріали, фанера, дошки та інші необхідні дерев'яні матеріали та вироби виконувати згідно з правилами та інструкціями, затвердженими роботодавцем, який експлуатувати під час експлуатації транспортних засобів, що використовуються на підприємстві.

Технологічні процеси та операції, що передбачають використання або необхідне виділення токсичних, подразнюючих та легкозаймистих речовин проводитись в окремих кімнатах або на спеціальних ізольованих майданчиках виробничі приміщення, обладнані вентиляційними системами, приміщеннями захист робітників, а також вогнегасники.

Робочі місця, де можливі токсичні, легкозаймисті викиди речовини, які були обладнані пастками, укриття з місцевими присоски.

Таблиця 5.1 – Магазини, де дано викид токсичних речовин

Назва цеху	Токсичні речовини
Цех виготовлення клейових сумішей	Пара формальдегіду, аміак, продукти клейкої суміші
Сушильний цех	Пара формальдегіду, фенолу
Формувальний цех	Пара формаліну, аміаку, фенолу

Деревообробні процеси повинні бути організовані так, щоб забруднення ґрунту, стічні води, а також викиди в атмосферу шкідливих газо-парових сумішей та пилу не перевищувала гранично допустимі концентрації.

Для кожного процесу, в якому використовуються шкідливі речовини, с технологічна документація повинна передбачати методи утилізації та очищення розлитих або розсипаних хімічних речовин та методи очищення стічні вод та забрудненого повітря.

Слід проводити видалення відходів, що містять токсичні речовини після їх утилізації відповідно до затверджених норм та правил.

Виконання технологічних операцій повинно запобігати зіткненню робітники з матеріалами та деталями, що рухаються зі швидкістю більше 0,3 м / с.

Здійснення змін у технологічному процесі, заміна або перестановка обладнання, зміни конструкції обладнання або електричної схеми повинні бути видається актом, затвердженим відповідальною особою підприємства.

На випадок надзвичайної ситуації слід забезпечити автоматична світлова або звукова сигналізація, за сигналом якої співробітники виконувати доручені доручення.

Для запобігання шкідливого впливу на організм працівників шуму, вібраційного тепла ,необхідне електромагнітне та інше випромінювання, пари, гази та пил використовувати дистанційне керування роботою обладнання.

5.3 Технічні заходи безпеки

Забезпечуються охорона праці та техніка безпеки на підприємстві наступними технічними заходами:

– застосування набору обладнання та ліній, що забезпечують повне механізація та автоматизація технологічних процесів;
– забезпечення працівників санітарними приміщеннями.

Виробничі та побутові приміщення обладнані внутрішнім водопроводом і каналізація відповідно до вимог будівельних норм і норм;

– заземлення технологічного обладнання та захист об’єктів від блискавки;

– освітлення, магазини, секції, входи та виходи;

– організація огородження небезпечного обладнання, майданчиків обслуговування обладнання, сходів, у виробничих приміщеннях і далі робочі місця позначаються знаками безпеки відповідно до державного стандарту «Кольори сигналів та знаки безпеки» із змінами (ГОСТ 12.4.026-76);

– забезпечення працівників основними засобами захисту від шуму;

– організація проїздів, входів, виходів, входів у магазини, секції;

– забезпечення цехів, секцій, опалення та вентиляції, водопостачання та каналізація, система пожежогасіння будівель, споруд, складів;

– забезпечення цехів, дільниць первинними засобами пожежогасіння;

– застосування системи автоматичного виявлення та пожежогасіння технологічні процеси 110 сушіння стружки, її сортування, аспірація системи та фільтри, бункери між діючими запасами тріски та деревного пилу;

– дотримання стандартної вогневої відстані між будівлями та будівель.

5.4 Освітлення виробничих приміщень

Виробничі, побутові, підсобні та інші приміщення повинні мати штучні та природне освітлення відповідно до СНиП II-4-79. Природне освітлення повинно бути максимально використовувані, легкі прорізи всередині та зовні будівель заборонено захаращувати продукцію, матеріали та інші предмети. Для захисту працівників від прямих сонячних променів необхідно застосовувати штори, жалюзі та ін.

У темряві або при поганій видимості (туман, дощ, сніг) територія підприємства, місця пересування людей та транспортних засобів, платформи

стоянки, а також робочі місця повинні бути забезпечені штучним освітленням відповідно до вимог СНиП II-4-79.

Локалізоване розташування ламп повинно використовуватися:

– у приміщеннях, де є стаціонарне обладнання, яке затінює робочі місця (преси, запасні бункери тощо), а також позиційно розташовані верстати (форматування, калібрування-шліфування тощо);

– для освітлення робочих місць на механізованих та виробничих лініях (формування ДСП килима, місць завантаження та вивезення деталей та виробів на лініях фарбування тощо), а також у місцях роботи з великими предметами розміри;

Для освітлення поверхні, на якій можуть виникати відблиски (скління, полірування тощо);

– у приміщеннях, де робота виконується з різними зоровими розрядами або там, де є допоміжні ділянки, не зайняті обладнанням та робочими місцями.

Для освітлення легкозаймистих, вибухонебезпечних та запилених приміщення (цех подрібнення, виробництво деревного борошна, цехи, де проводяться оздоблювальні роботи тощо) необхідно використовувати проріз лампи.

5.5 Електробезпека

Експлуатація електроустановок, електростанцій та підстанцій та електричні мережі повинні проводитися з дотриманням вимог електробезпеки відповідно до вимог Правил пожежної безпеки (z1410-04), ДНАОП 0,00-1,21-98 (z0093-98), Правила захисту від статичної електрики, затверджені наказом

Державний нагляд за охороною праці України від 22.04.97 N 103 (ДНАОП 0,00-1,29-97), Правила конструкції електроустановок.

Технічне обслуговування існуючих електроустановок, організація та впровадження ремонтні, монтажні або налагоджувальні роботи та випробування

виконувати спеціально навчені електротехнічні працівники, які є частиною енергетичної служби підприємства.

Електропроводка, розподіл та пуск електрообладнання в цехах, де проводяться оздоблювальні роботи, склади та комори для мастил, лакофарбові матеріали повинні відповідати вимогам до приміщень, небезпечних для пожежної охорони відносна, а в приміщеннях складів для легкозаймистих рідин - вимога до вибухонебезпечних приміщень.

5.6 Пожежна безпека

Пожежна безпека під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонт деревообробних машин та обладнання повинен відповідати вимог Закону України "Про пожежну безпеку" (3745-12), Пожежних правил безпеки (z1410-04) та інші правила пожежної безпеки.

Кожне приміщення підприємства забезпечене необхідною первинною засоби пожежогасіння:

- сухий пісок;
- пожежні гідранти та пожежні крани ГК-1.
- внутрішні протипожежні водопроводи;
- вогнегасники (хімічно-пінні, порошкові);

На кожному цеху повинна бути пожежна команда на підприємстві (зі списком працівників, відповідальних за певні дії у разі пожежі).

5.7 Шум

Підприємство має намір здійснити заходи, що дозволяють забезпечити зниження рівня шуму до нормативних значень:

- встановлено технологічне та вентиляційне обладнання у виробничих потужностях;

– технологічне обладнання встановлюється у виробничих приміщеннях на шумоізоляційних підставах;

– встановлені вентилятори аспіраційної системи радіального типу на віброізоляторах

– Вентилятори аспіраційної системи підключені до системи повітроводів через гнучкі вставки.

– забезпечується постійний контроль вирівнювання валів вентилятор та електродвигуни.

5.8 Заходи безпеки у випадку надзвичайних ситуацій

У компанії є інструкції, опис дій персоналу та відповідальних осіб виконавців з локалізації та ліквідації аварій або надзвичайних ситуацій.

З метою захисту персоналу в разі надзвичайної ситуації слід провести комплекс заходів, основними з яких є:

– підтримка в постійній готовності системи оповіщення об’єкта;

– підтримка постійної готовності систем моніторингу та контролю довкілля, їжа та вода;

– створення фонду захисних споруд; - виконання інженерно-технічних вимог;

– виведення персоналу з небезпечної зони та розміщення в безпечних місцях;

– своєчасне надання медичної допомоги потерпілим та їх лікування;

– забезпечення засобами індивідуального захисту, організація та проведення спеціальної обробки.

5.9 Санітарні умови праці

На підприємстві згідно з постановою Кабінету Міністрів державного нагляду охорони праці від 3 серпня 1993 р. №73 діє служба охорони праці, яка відповідає для здійснення організаційних, технічних, правових, санітарних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення запобігати нещасним випадкам.

Отже:

1. Важливу роль у будь-якому виробництві відіграє навчання персоналу, тому персонал повинен бути достатньо кваліфікованим, щоб бути на гідному рівні вирішення всіх проблем, пов’язаних з виробництвом. Кожен працівник повинен чітко знати і виконувати свої обов'язки, а також бути в курсі індивідуальну відповідальність. Всі працівники повинні пройти детальний опис інструкцій щодо принципів і правил виробничого процесу, правил техніки безпеки на виробництві та охорони праці.

2. Ще однією важливою умовою прогресивного виробництва є оптимальність умови праці персоналу. Освітленість робочої зони, температури, пилу повітря, токсичні речовини повинні знаходитися в межах норми.

3. На підприємстві діє служба охорони праці, яка відповідає за впровадження організаційно-технічних, правових, санітарно – гігієнічних, соціально – економічних, та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на попередження нещасних випадків.

ВИСНОВКИ

У цій роботі було розглянуто методи очистки атмосферного повітря та навколишнього середовища на деревообробному підприємстві «Кроноспан UA". Підприємство є одним з найбільших виробників плитних матеріалів в Україні на основі деревини - ламінованої та шліфованої плити ДСП, та інші плити.

Вплив діяльності компанії "Кроноспан UA" на основні елементи середовища – атмосфера, гідросфера та літосфера, а також поводження з виробничими відходами.

Було встановлено, що найбільшу шкоду завдається атмосферному повітрю, оскільки в процесі виробництва виділяється значна кількість шкідливих речовин, зокрема, небезпечні пари фенолу та формальдегіду та інш.

Встановлено, що на загальну ефективність пиловловлювання вихрових пиловловлювачів з циліндричною сепараційною камерою впливають параметри бункерної частини та надійність ущільнення вивантажувального патрубка пилу.

Представлено загальні шляхи ліквідації викидів в атмосферу та очищення обладнання, що використовується на цьому підприємстві. Порівнюючи характеристик, обраний найефективніший спосіб – очищення повітря за допомогою абсорбційно-біохімічної установки, принцип дії якої полягає у вологому захопленню шкідливих органічних речовин з подальшою їх утилізацією мікроорганізмів в біореакторі.

Проведено економічний аналіз запропонованої очисної установки, та підраховані наступні показники: податок на викиди фенолу та формальдегіду до модернізації обладнання, податок на викиди після модернізації, економічний ефект, що склав 24661,19 грн / рік. Дані показники свідчать про доцільність впровадження запропонованої очисної установки, адже це є вигідним для підприємства як з екологічної, так і з економічної точки зору.

Розраховано, що ця установка значно зменшить викиди шкідливих випарів, що позитивно вплинуть на навколишнє середовище регіону та економічну ситуацію на підприємстві. Терміни окупності обладнання становитиме 2.8 року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Пуцентейло П.Р, Свинтух М.Б «Еколого-економічні аспекти використання відходів деревини», 135с.

2. Гелетуха Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. – Ч. 1. Відходи сільського господарства та деревинна біомаса / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, М.М. Жовмір // Промислова теплотехніка. – 2010. – Т. 32. – № 5. – С. 58–65.

3. Дзюпин О.В «Утилізація відходів деревини з отриманням тепла», 2000, – № 8. – С. 8 – 11

4. Пуцентейло П.Р, Свинтух М.Б, «Енергетичний потенціал використання деревних відходів в Україні», 190с.

5. Адаменко О.М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія. – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.

6. Дейнека А. М. Лісове господарство: еколого – економічні засади розвитку: [монографія] / Анатолій Дейнека. – К.: Знання, 2009. – 350 с.

7. Вос Д. Рынок топливной древесины в Финляндии и Австрии / Джон Вос. – Минск, 2007. – 69 с

8. Вос Д. Финансовая поддержка производства электроэнергии, полученной с использованием биомассы в странах Европейского союза/ Джон Вос. – Минск, 2007. – 54 с.

9. Абсорбционно-биохимическая установка (АБХУ) очистки вентиляционного воздуха. URL: http://iesair.ru/abhu

10. Звіт з оцінки впливу на довкілля деревообробного підприємства «Kronospan UA» у м. Нововолинську, Волинської області. URL: http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/1268/reports/b5652fa76a62841fa488f463012 735c5.pdf

11. Технология очистки вентиляционного воздуха абсорбционнобиохимической установкой (АБХУ). URL: https://studbooks.net/512399/tovarovedenie/absorbtsionno_biohimicheskaya_ustanovka _ochistki_ventilyatsionnogo_vozduha

12. Апанасюк А.В., Бельская Г.В. // Воздействие предприятий деревообрабатывающей промышлености на окружающую среду. 2003.

13. Древесные плиты. Технология и экология. URL: http://profitmaster.bz/drevesnye-plity-tehnologiya-i-ekologiya

14. Оценка воздействия на атмосферу выбросов вредных веществ от предприятий деревообрабатывающей промышлености. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-vozdeystviya-na-atmosferu-vybrosami-vrednyh -veschestv-ot-predpriyatiy-derevopererabatyvayuschey-promyshlennosti

15. Воейков А.И. Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности. Львов, 1986. 684 с.

16. Александров О.М., Козоріс Г.Ф. Пневмотранспорт і пиловловлюючі споруди на деревообробних підприємствах / довідник під ред. О.М.Александрова. Москва : Недра, 1988. 248 с.

17. Ставки податку за викиди в атмосферу забруднюючих речовин. URL: http://sfs.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda

18. Абсорбционно-биохимическая установка (АБХУ) очистки вентиляционного воздуха от вредных органических веществ. URL: http://www.bntu.by/abxy/item/abxy.html

19. Обладнання для очищення газових викидів промислових виробництв. URL:http://eco.com.ua/content/obladnannya-dlya-ochishchennya-gazovikh-vikidivpromislovikh-virobnitstv

20. Звіт з інвентаризації «Kronospan UA». Нововолинськ, 2015. 2- 4 с.

21. Акт перевірки технічного стану та ефективності роботи газоочисного обладнання. Нововолинськ, 2017. 1-5 с.

22.Система очищення повітря в цеху. URL: https://derevo.ua/uk/articles/details/sistema-ochistki-vozduha-v-cehu-88

23. Білявський Г.О. Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екологічних знань. Київ : Либідь, 2000. 334 с.

24. Наказ про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030282-00

25. Адсорбційно-абсорбційне очищення атмосферного повітря від парів формальдегіду.URL: https://pidruchniki.com/1685030341652/ekologiya/adsorbtsiynoabsorbtsiyne_ochischennya_atmosfernogo_povitrya_vid_pariv_formaldegidu

24. Василевский М.В., Зыков Е.Г., Развa А.С. Обеспыливание воздуха циклонными аппаратами в пневмотранспортных установках / Безопасность жизнедеятельности. 2008. № 1. ISSN 1684-6435. 46 -49 с.

26. Шкідливі виробничі фактори у деревообробній промисловості https://te.dsp.gov.ua/shkidlyvi-vyrobnychi-faktory-u-derevoobrobnij-promyslovosti/

27. НПАОП 20.0-1.02-05. Правила охорони праці в деревообробній промисловості (32398) https://dnaop.com/html

28. Про затвердження Правил охорони праці в деревообробній промисловості. Правила від 31.01.2017 №20 https://docs.dtkt.ua/doc/z0306-05

29. Інструкція з охорони праці опалювача https://shevrono.com.ua/viddil_osviti/ohorona_praci/instrukcii_znz/instrukciya_z_ohoroni_praci_opalyuvacha.

30. СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности.

31. Наказ МОЗ України від 13.01.2010 р., № 7 "Перелік речовин, продуктів, виробничих, по- бутових та природних факторів, канцерогенних для людини".

32. Wood Dust Exposure in Wood Industry and Forestry / Dinko Puntari, Ankica Kos, Zdenko Smit, Zeljko Zecic // Coll. Antropol. 29 (2017) 1: 207-211 UDC 612.21:611.24 Original scientific paper 207-211.