

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут деревообробних технологій та дизайну

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та
безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

на тему:

**" Комплексна оцінка та способи вдосконалення умов праці в
шліфувальних відділеннях деревообробних цехів»**

Виконав: студент 6 курсу, групи ТД-61м
Спеціальність 187 «Деревообробні та
меблеві технології»

Бойко О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: **Соколовський І.А.**
(прізвище та ініціали)

Рецензент **Ференц О.Б.**
(прізвище та ініціали)

Львів-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут
Кафедра

Деревообробних технологій і дизайну
технологій захисту навколишнього
середовища і деревини та безпеки
життєдіяльності

Освітній рівень
Спеціальність

Магістр
187 «Деревообробні та меблеві
технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, проф.

Кшивецький Б.Я.

“30” вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бойку Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: " **Комплексна оцінка та способи вдосконалення умов праці в шліфувальних відділеннях деревообробних цехів** " («Comprehensive assessment and methods of improving working conditions in the grinding departments of woodworking workshops»)

Керівник роботи: Соколовський Ігор Андрійович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом НЛТУ України від “11”липня 2023 року № С- 305

2. Строк подання студентом роботи до 15.12.2023 року.

3. Вихідні дані до роботи _____

Виконати огляд літературних джерел з проблематики, теоретичні і експериментальні дослідження впливу режимних та конструкційних факторів на процес генерування шуму фугувального і чотиристороннього верстатів

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

1. Аналіз стану питання та задачі досліджень.

2. Результати теоретичних та експериментальних досліджень та їх оцінка

3. Охорона праці і довкілля.

5. Перелік презентаційного матеріалу матеріалу

(слайди презентації результатів теоретичних і експериментальних досліджень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	доц. Сомар Г.В..		

7. Дата видачі завдання _____ 15.09.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
	Аналіз стану питання	до 01.10.23	
	Експериментальні дослідження	до 15.11.23	
	Обробка результатів експериментальних досліджень	до 30.11.23	
	Охорона праці	до 05.12.23	
	Оформлення пояснювальної записки і підготовка презентації	до 15.12.23	

Студент

_____ (підпис)

Бойко О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Соколовський І.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему: **"Комплексна оцінка та способи вдосконалення умов праці в шліфувальних відділеннях деревообробних цехів"** присвячена актуальній проблемі зниження запиленості в процесі виконання операції шліфування деревини.

В роботі подано аналіз стану питання, результати лабораторних та натурних виробничих досліджень рівня запиленості індукційним методом. За результатами аналізу досліджень розроблені варіанти планів заходів, що дозволяють довести рівень запиленості до гігієнічних нормативів. Проведена оцінка планів та їх порівняльний аналіз.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку літературних джерел.

«Comprehensive assessment and methods of improving working conditions in the grinding departments of woodworking workshops»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ЦЕХАХ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ	9
1.1. Особливості організації безпеки праці в процесах механічної обробки деревини.....	9
1.2. Організаційні основи забезпечення безпеки праці в процесах шліфування деревини.....	11
1.3. Вимоги безпеки до конструкції та експлуатації деревообробного обладнання цехів механічної обробки деревини	15
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПИЛОУТВОРЕННЯ В ДЕРЕВООБРОБЦІ	19
2.1. Пил як шкідливий чинник у виробничому середовищі.....	19
2.2. Аналіз пилоутворення в процесах механічної обробки деревини	20
2.3. Висновки з розділу	21
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ТА ВЛОВЛЮВАННЯ ПИЛУ ПРИ ШЛІФУВАННІ.....	22
3.1. Експериментальні дослідження утворення пилу на робочому місці шліфувального відділення.....	22
3.2. Застосовуване обладнання	23
3.3. Результати дослідження заповищеності на операції шліфування.....	31
3.4. Апарати для очищення потоку повітря від пилу в умовах деревообробних виробництв.....	31
3.5 Переваги і недоліки циклонів	35
3.6 Обґрунтування напрямків вдосконалення циклонів.....	40
3.7 Висновки з розділу	41
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА ...	42
4.1. Методика проведення дослідження ефективності пиловловлювача	42

4.2. Послідовність проведення досліджень з визначення ефективності пилловловлювачів	43
4.3 Відбору проб пилу для визначення запиленості газового потоку.....	44
4.3. Результати проведення досліджень експериментального пилу	46
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
5.1. Теоретичні передумови	49
5.2. Прилади, пристрої та матеріали що використовуються при виконанні роботи.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55

ВСТУП

Основною особливістю меблевого виробництва є те, що в його склад входить комплекс неоднорідних виробничих підрозділів, дільниць, цехів, технологічні процеси в яких суттєво відрізняються один від одного як за характером оброблення так і за рівнем безпеки, санітарно-гігієнічними та екологічними умовами.

Сучасне меблеве виробництво не може обійтися без механічної, гідротермічної та хімічної обробки деревини.

Висока насиченість небезпечного верстатного обладнання відносить цехи механічної обробки деревини в ряд особливо небезпечних виробництв.

В цих цехах під час експлуатації деревообробного обладнання, на жаль, виникає 50...60% нещасних випадків.

Широке застосування для личкуванні та склеювання деревини різних клеїв, в склад яких входять дуже токсичні речовини, як формальдегід, фенол, аміак та ін., відносить личкувальні та клеїльні цехи до одних із найбільш шкідливих виробничих дільниць.

Особливістю технологічних процесів опорядження меблів є широке застосування різноманітних лакофарбових матеріалів (нітроцелюлозних, поліефірних лаків, фарб, анілінових барвників та ін.), в склад яких входять токсичні, вибухонебезпечні розчинники, прискорювачі, ініціатори полімеризації, розріджувачі та ін., які шкідливо впливають на здоров'я робітників. Рівень загазованості повітря виробничого середовища та атмосферного повітря, а також ступінь пожежної та вибухової небезпеки знаходяться в прямій залежності від леткості розчинників і розріджувачів, що входять у лакофарбові матеріали, від герметичності й справності технологічного обладнання, систем вентиляції тощо.

Забезпеченню безпеки, зниженню шкідливості, полегшенню і загальному покращенню умов праці та екологічного стану в меблевому виробництві сприяє механізація та автоматизація трудомістких, небезпечних

і шкідливих технологічних операцій та процесів, а також герметизація джерел шкідливості, впровадження поточних механізованих та автоматичних ліній, збиральних конвеєрів з дистанційним керуванням, порохо-газо- і водоочисних споруд тощо.

Актуальність теми. Деревообробна галузь за забрудненістю атмосфери входить в першу десятку серед всіх галузей промисловості. Концентрація пилу у повітрі, яке викидається в атмосферу деревообробними підприємствами, згідно з чинними нормативними документами, не повинна перевищувати 60... 120 мг/м³, що накладає додаткові вимоги до повітроочищувального обладнання.

Проблема створення нових високоефективних апаратів визначається складністю самого процесу сепарації. На процес очищення впливає багато чинників, які пов'язані між собою складною фізичною взаємодією. Тому на даний час не створено досконалої наукової бази, яка ґрунтувалась би на поєднанні практичних та теоретичних досліджень, що в повній мірі описують вищезгадані процеси. Теоретичні основи створення нових конструкцій пиловловлювачів заклали такі вчені, як Коузов П. А., Пірумов А. І., Козоріз Г. Ф., Батлук В. А., Дадак Ю.Р. та інші.

Одним з напрямів вирішення поставленої задачі є створення пиловловлювальних установок нового типу, принцип дії яких ґрунтується на поєднанні різних способів очищення. Також важливо знайти оптимальні співвідношення між економічними та технологічними параметрами пиловловлювальних апаратів, оскільки їхня ефективність за певних умов може не виправдовувати видатки на виготовлення та експлуатацію.

Існуючі в даний час апарати для очищення повітря від деревного пилу не здатні з достатньою ефективністю вловлювати його дрібнодисперсні фракції та одночасно забезпечувати невисокі енергетичні показники, що зумовлено недосконалістю їх конструкції та складністю сепараційних процесів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ЦЕХАХ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

1.1. Особливості організації безпеки праці в процесах механічної обробки деревини

За технологічною структурою та умовами праці цехи механічної обробки деревини значно відрізняються між собою. Їх умовно можна розділити на наступні технологічні потоки та дільниці:

- потік розкрою пиломатеріалів;
- потік обробки брускових деталей;
- потік розкрою плитних матеріалів;
- потік розкрою і стяжки струганого шпону;
- потік шліфування.

Особливостями механічної обробки деревини з позиції безпеки праці є:

- велика насиченість верстатного обладнання, що характеризується наявністю високих частот обертання різального інструменту, що призводить до значних інерційних та ударних зусиль у підшипникових опорах;
- значна кількість верстатів з ручною подачею, що збільшує ймовірність контактування верстатників з небезпечною зоною та травмування їх;
- значна кількість верстатів прохідного типу, що збільшує ймовірність вилітання заготовок у сторону верстатника;
- надмірні рівні шуму й вібрації деревообробного обладнання (87...119 дБА), що викликають професійні захворювання обслуговуючого персоналу (втрата слуху, розлад центральної нервової системи, гіпертонія, вібраційна хвороба тощо);
- значне виділення порохи від верстатів, особливо від шліфувальних, що забруднює повітря робочої зони, призводить до захворювання органів дихання верстатників.

Найнебезпечнішим деревообробним обладнанням є круглопиляльні, стрічково-пиляльні верстати та ін., що видно із табл.1.1.

Таблиця 1.1

Розподіл деревообробного обладнання за ступенем небезпеки

№	Найменування обладнання	Показник небезпеки
1	Круглопиляльні верстати	4,17
2	Стрічково-пиляльні верстати	2,21
3	Шліфувальні верстати	1,20
4	Чотиристоронні стругальні верстати	1,10
5	Фрезерні верстати	0,68

Найбільш небезпечними виробничими факторами при роботі деревообробних верстатів є: різальний інструмент, що обертається з великою швидкістю; викид заготовок, сучків, осколків інструменту, падіння заготовок та ін. (табл.1.2).

Таблиця 1.2

Розподіл нещасних випадків у залежності від характеру небезпечного фактора

Найменування небезпечного фактора	Кількість нещасних випадків, %
1. Дія дереворізального інструмента	64,3
2. Викид заготовок у зворотну сторону	11,2
3. Викид сучків, осколків деревини, інструменту	10,2
4. Несправність огороження	7,7
5. Падіння оброблюваних заготовок	5,6
6. Інші фактори	1,0
<i>Всього</i>	<i>100</i>

1.2. Організаційні основи забезпечення безпеки праці в процесах шліфування деревини

Серед важливих напрямів забезпечення безпеки праці при шліфуванні деревини необхідно виділити наступні:

- дотримання вимог будівельних, санітарних, протипожежних норм і правил, стандартів з електробезпеки тощо;
- дотримання конструктивно – технологічних вимог;
- комплексна механізація та автоматизація трудомістких, важких, небезпечних і шкідливих операцій та процесів.

Розглядаючи основні вимоги будівельних і конструктивно-технологічних норм і правил в першу чергу слід акцентувати увагу на принципах розміщення будівель і приміщень цехів механічної обробки деревини на території меблевого підприємства, характер розміщення технологічного обладнання в цехах тощо.

Будівлі та приміщення даних цехів розміщують на території підприємства з врахуванням напрямку пануючих вітрів (“Троянди вітрів”), необхідних пожежних розривів, потічності виробничо-технологічного процесу тощо.

Розміщення деревообробних верстатів і вибір необхідних відстаней між ними залежить у першу чергу від типу верстатів і характеру подачі заготовок:

- при розміщенні верстатів у лінію та верстатів прохідного типу із жорстким транспортним зв'язком, а також з механізованою подачею заготовок відстань між верстатами приймають рівною максимальній довжині оброблювальних заготовок ($L = l_{\max \text{ заг}}$);
- при ручній подачі заготовок і розміщенні верстатів один за одним відстань між ними приймають рівною $2,5 l_{\max \text{ заг}}$.

- відстані між верстатами, елементами будівель і споруд приймають такими, які наведені в табл. 1.3. Організація робочих місць в цеху механічної обробки деревини показана на рис.1.1.

Таблиця 1.3

Рекомендовані відстані між верстатами, елементами будівель і споруд у цехах механічної обробки деревини

Від верстата або виступаючої конструкції до його тильної сторони	0,7
Від стіни до верстата зі сторони робочої зони	1,5
Між тильними сторонами верстатів	1,0
Між верстатами зі сторони робочих зон	3,0
Між тильною стороною верстата і верстатом зі сторони робочої зони	1,5
Між верстатами, встановленими в поточну лінію	довжина заготовки +1,0
Між підступними місцями	1,0

Для проїзду внутрішньоцехового транспорту в цехах механічної обробки деревини передбачають наскрізні проїзди по всій довжині приміщення, кількість яких приймають у залежності від ширини цеху:

- при ширині цеху до 24 м – один проїзд;
- при ширині цеху більше 24 м – два проїзди;

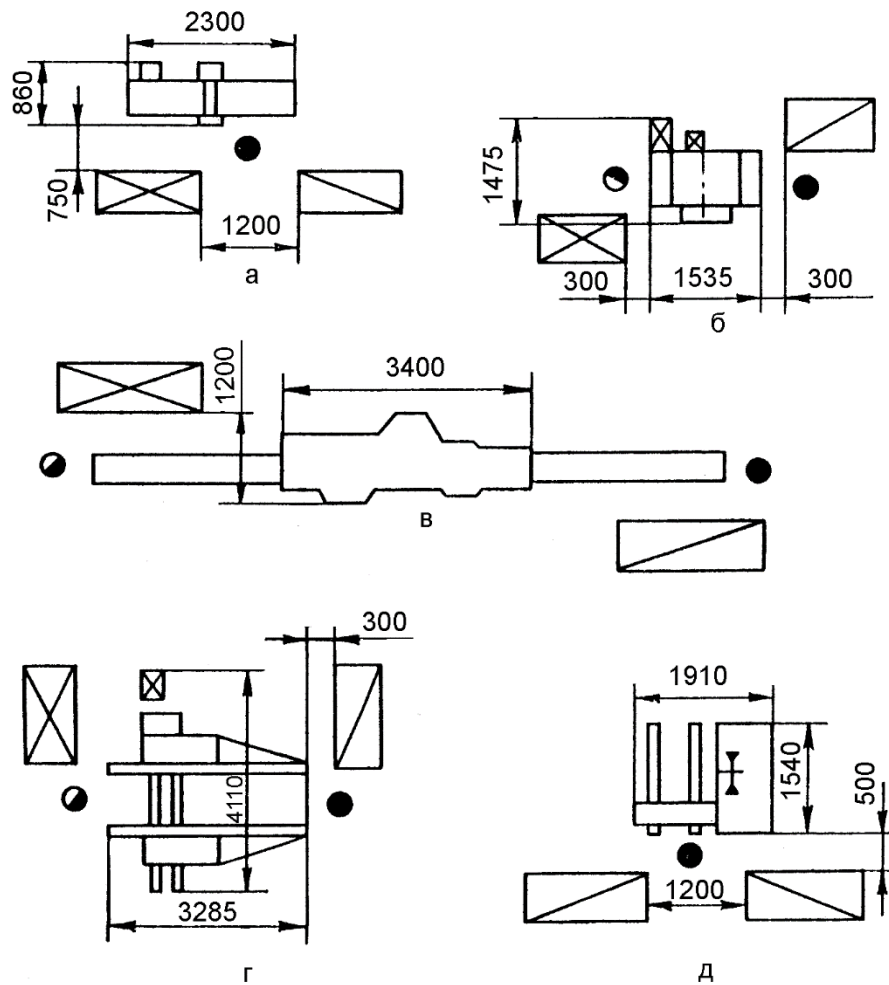


Рис. 1.1. Організація робочих місць у цеху механічної обробки деревини при розміщенні основних видів шліфувальних верстатів: а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3; г – тип 4; д – тип 5.

Ширину проїзду вибирають у залежності від характеру руху й типу транспортних засобів:

- при односторонньому русі транспорту ширина проїзду рівна ширині навантаженого візка + 1 м (по обидві сторони по 0.5 м), але не менше 2 м;
- при двосторонньому русі – 3 м;
- при наявності рейкових вузькоколіїх шляхів ширина проїзду рівна ширині візка + 1.4 м.

- межі проїздів фарбують у вигляді “ зебри “;
- при русі автокар ширину проїзду приймають рівною ширині завантаженої автокари + 1 м.

Підвісні транспортні засоби не повинні переміщатися над робочими місцями. Для поздовжніх транспортерів, підвішених на висоті більше 1.5 м від підлоги, влаштовують майданчики шириною 0,8 м з перилами висотою 1 м і бортами 200 мм.

Для переходу через довгі транспортери через кожні 15 м їх довжини влаштовують містки шириною 0,8 м з перилами й бортами відповідних розмірів. Поздовжні ланцюгові транспортери, що змонтовані нижче рівня підлоги, оснащують по всій довжині суцільними або решітчастими огороженнями.

На довгих транспортерах, що проходять через різні виробничі дільниці, для запобігання нещасних випадків передбачають блокувальний пристрій електродвигуна приводу зі світлозвуковою сигналізацією, яка терміново (протягом 10 с) сповіщає робітників цеху про пуск транспортера.

На стрічкових транспортерах довжиною більше 30 м через кожні 15 м встановлюють кнопки “ Стоп “.

Серед технологічних вимог до процесів шліфування деревини виділяють наступні:

- при оброблюванні заготовок, довжина яких значно перевищує довжину стола, застосовують приставні столи;
- технологічне обладнання приєднують до експаустерної витяжної установки, а також до контура захисного заземлення;
- шумне деревообробне обладнання зонують або оснащують засобами шумоізоляції та шумопоглинання.

Приміщення шліфувальних цехів деревини оснащують засобами пожежегасіння та засобами моніторингу концентрації пилу в приміщенні з метою запобігання вибухонебезпечних ситуацій.

Одним із вирішальних напрямів покращення умов праці при шліфуванні є автоматизація трудомістких і небезпечних технологічних операцій та процесів шляхом впровадження автоматичних і напівавтоматичних ліній та спеціалізованих верстатів (МОБ – 2, БЛ, АЛБ – 2, МРП, СТ400А, ОК250С, ДЛ-17, та ін

Дослідження проведені вченими НЛТУ України засвідчують, що впровадження автоматичних та напівавтоматичних ліній та спеціалізованого обладнання в цехах механічної обробки деревини травматизм знижується на 30...40 %, а захворювання на 25...30 %.

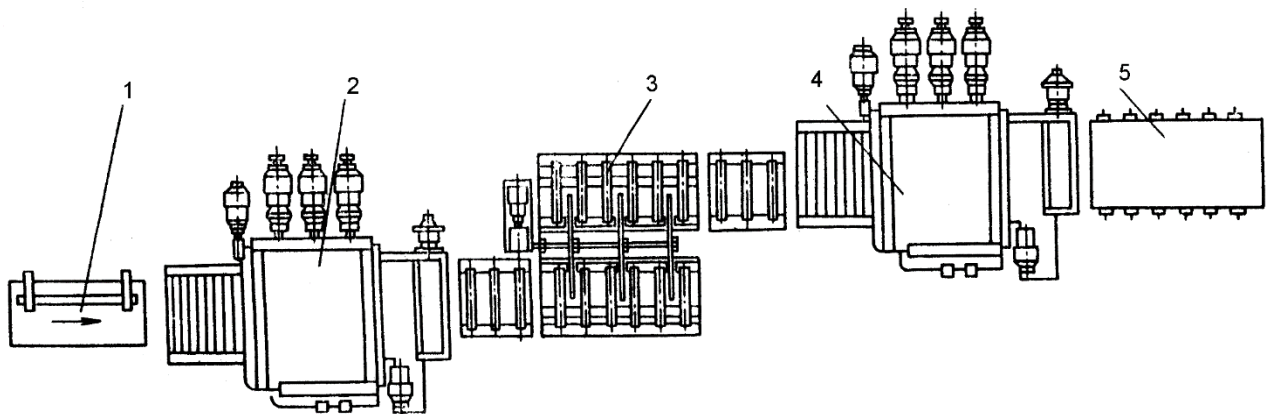


Рис.1.2. Напівавтоматична лінія ДЛ-17 для шліфування плитних заготовок перед їх личкуванням: 1 – живильник; 2,4 – трициліндрові шліфувальні верстати ШЛЗЦ-3; 3 – кантувач; 4 – укладач плит.

1.3. Вимоги безпеки до конструкції та експлуатації деревообробного обладнання цехів механічної обробки деревини

Шліфувальні верстати. В цехах механічної обробки деревини застосовують два види шліфувальних верстатів: стрічко-шліфувальні та барабанно-шліфувальні, при роботі яких виділяється значна кількість деревного, абразивного та скляного порохи. Цей порошок забруднює повітря, негативно впливає на людський організм. Крім цього, порошок може легко

займатися, а при певній концентрації – вибухати. Тому приміщення, де здійснюють шліфувальні роботи, обладнують місцевою витяжною вентиляцією та очисними пристроями для вловлювання порошу перед викидом його в атмосферу, а також припливною загально-обмінною вентиляцією. При несправній вентиляції працювати на шліфувальних верстатах забороняється.

У шліфувальних відділеннях застосовують лише пожежовибухобезпечні електродвигуни, пускові пристрої, світильники, вимикачі, електропровідники тощо.

Основними умовами забезпечення безпеки при експлуатації шліфувальних верстатів, крім вищезгаданих, є наступні:

- надійне огороження небезпечних рухомих елементів верстатів, зблоковане з пусковими та гальмівними пристроями,
- якісне склеювання кінців шліфувальної стрічки для стрічково-шліфувальних верстатів;
- надійне закріплення шліфувальної стрічки на барабанах барабанно-шліфувальних верстатів;
- балансування робочих органів шліфувальних верстатів;
- застосування спеціальних пристроїв, при шліфуванні дрібних і фасонних деталей та виробів;
- застосування спеціальних струмознімачів та індукційних нейтралізаторів для відведення електростатичних розрядів при шліфуванні заготовок,
- механізація подачі оброблюваних деталей до шліфувальних верстатів.

Для натягування шліфувальної шкірки та щільного її прилягання на шківах, дисках і вальцях застосовують спеціальні натягувальні пристрої. В цих пристроях передбачається механізоване регулювання ступеня натягування шкірки.

Для рухомих елементів шліфувальних верстатів, які є небезпечними під

час дотику і захвата рук або одягу верстатника, передбачується огороження, заблоковане з пусковими органами і гальмами, наприклад установка пересувного огороження дашка перед першим циліндром багатоциліндрових верстатів. Огороженнями неробочої частини робочих органів шліфувальних верстатів – стрічок, дисків, циліндрів, звичайно служать одночасно порохоприймачами для відсмоктування порошу експаустером.

Дискові шліфувальні верстати оснащують спеціальними приймачами для відсмоктування порошу, які служать одночасно й огороженням (рис.1.3).

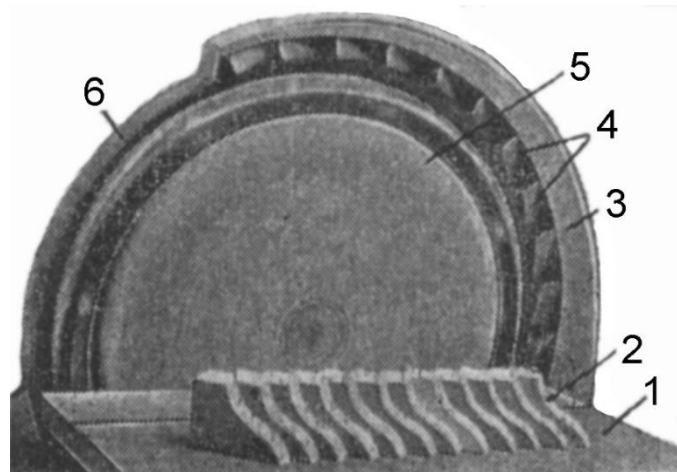


Рис. 1.3. **Огороження-порохоприймач дискового шліфувального верстата:** 1 – стіл, 2 – виріб, 3 – корпус верхнього порохоприймача та його стінки, 4 – напрямні стінки порохоприймача, 5 – шліфувальний диск, 6 – корпус огороження диска.

Правильно виготовлений порохоприймач повинен закривати всю неробочу частину поверхні диска 5. Відкритим залишається тільки один диск, а неробочий диск закривають так, щоби не виникала вібрація.

Проміжок між столом або упором і площиною диска повинен бути не менше 5 мм. Шліфувальну стрічку на поверхні диска закріплюють притискним кільцем з натягуючим пристроєм. Для запобігання травмування верстатника звисаючі кінці стрічки після її закріплення відрізають. Швидкість обертання диска приймають не більше 30 м/с.

Перед роботою верстатник повинен перевірити справність дисків, столів, огорожень, блокувальних пристроїв, пускових і заземлюваних пристроїв, вентиляції, перевірити роботу верстата на холостому ході, а також усунути несправності.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПИЛОУТВОРЕННЯ В ДЕРЕВООБРОБЦІ

2.1. Пил як шкідливий чинник у виробничому середовищі

Більшість процесів переробки деревини супроводжується інтенсивним пилоутворенням. Пил негативно впливає на організм людини, а також може бути причиною вибухів та пожеж.

Дія пилу на організм людини проявляється у вигляді захворювань органів дихання, шкіри та очей. Особливу небезпеку становить проникнення пилу деревини всередину організму. Довготривале вдихання пилу викликає професійні захворювання - пневмокониози або пилові бронхіти [1,2].

Небезпека впливу пилу на організм людини залежить від його фізичних, фізико-хімічних та хімічних властивостей - розміру та форми частинок пилу, питомої поверхні, хімічного складу, кількості пилу, що потрапляє в організм. З зменшенням розмірів пилових частинок збільшується їх проникаюча здатність в організм. Частинки, розміром більше $10\text{-}10^6$ м небезпечні як механічний подразник верхніх дихальних шляхів. Частинки розміром $1\text{-}10\text{-}10^6$ м подразнюють шкірний покрив, слизові оболонки верхніх дихальних шляхів та альвеоли легенів, одночасно здійснюючи виражену фізико-хімічну та хімічну дію. Пил, розміром менше $1\text{x}10^6$ м небезпечний завдяки хімічному впливу на організм, глибоко проникає в дихальні шляхи, проте основна його маса не затримується та видаляється з повітрям, що видихається [1, 3, 4, 5].

Багато технологічних процесів в деревообробці супроводжуються утворенням абразивного та хімічного пилу. Це, зокрема, процеси шліфування та полірування лакових покриттів, обробка ДСтП та ДВП.

Пил деревини характеризується різноманітною формою та розмірами, залежно від характеру технологічних операцій при яких він утворюється та високим ступенем полідисперсності.

Найдрібніший пил з високим ступенем полідисперсності утворюється в процесах шліфування, крупніші фракції утворюються при фрезеруванні.

2.2. Аналіз пилоутворення в процесах механічної обробки деревини

Дисперсний склад пилу, який утворюється в різних процесах деревообробки наведено в табл. 2.1. [5].

Таблиця 2.1

Фракційний склад пилу, що утворюється в процесах деревообробки

Технологічний процес	Матеріал що обробляється	Вміст пилу, %, при його фракційному складі				
		200-100	100-75	75-53	53-40	<40
Пиляння	ДСП	16,48	68,32	10,37	2,66	2,17
	Ясень	16,42	68,31	10,44	2,67	2,16
	Береза	17,74	67,04	10,56	2,42	2,24
Фрезерування	ДСП	39,86	53,14	4,09	2,23	0,58
	Ясень	40,77	52,40	4,10	2,13	0,6
	Береза	39,15	53,88	4,08	2,32	0,57
Фугування	ДСП	18,72	19,37	7,45	24,54	32
Рейсмусування	Ясень	56,04	36,66	3,95	1,96	1,41
	ДСП	18,72	48,47	19,37	1,42	0,03
	В'яз	17,94	48,42	19,67	1,88	6,09
Шліфування	Ясень	10,73	24,28	20,26	13,54	31,19
	Береза	17,54	42,72	19,08	8,23	12,48
	Червоне дерево	36,21	17,25	14,5	11,38	20,67

2.3. Висновки з розділу

1. Надмірна концентрація пилу в повітрі робочої зони на деревообробних підприємствах – поширена проблема.
2. Пил – небезпечний і шкідливий чинник умов праці деревообробних підприємств
3. Пил при шліфуванні має багато дрібнодисперсної фракції, яка є особливо небезпечна як для умов виробництва, так і для довкілля
4. Подальші дослідження в роботі пов'язані з дослідженням концентрації пилу на конкретному місці шліфувального верстата та аналізі способів очищення забрудненого повітря деревообробними цехами перед викидом в атмосферу.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ТА ВЛОВЛЮВАННЯ ПИЛУ ПРИ ШЛІФУВАННІ

3.1. Експериментальні дослідження утворення пилу на робочому місці шліфувального відділення

Дослідження запиленості атмосферного повітря полягає у вимірюванні концентрації пилу в атмосферному повітрі робочої зони

Основними джерелами запиленості атмосферного повітря на промислових підприємствах є: цехи механічної обробки деревини і , особливо, шліфувальні дільниці.

Пилом називають дисперсну систему, що складається з дрібненьких частинок, які знаходяться у повітрі у рівноважному стані.

Шкідливість пилу залежить від дисперсності (розмірів), форми й концентрації його в повітрі, розчинності та хімічного складу. Пил може спричиняти фіброгенну дію на людину, при якій у легенях відбувається розростання пошкоджених тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Шкідливість виробничого пилу зумовлена його здатністю призводити до професійних захворювань легень. Вибухонебезпека пилу залежить від його концентрації в повітрі.

Концентрація пилу - це маса речовини (пилу) у міліграмах, яка знаходиться в 1 м³ повітря (мг/м³).

Дослідження запиленості полягає у визначенні фактичної концентрації пилу у повітрі та порівняння її з гранично допустимою концентрацією (ГДК).

Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 год на тиждень) за час всього трудового стажу не може призвести до професійних захворювань або розладів здоров'я людини, що визначається сучасними методами як в процесі праці, так і у наступні періоди життя

теперішнього і наступних поколінь.

Існує декілька методів визначення концентрації пилу у повітрі: ваговий, фотометричний, седиментаційний, індукційний, п'єзоелектричний та ін. В своїх дослідженнях ми застосували ваговий та індукційний методи.

Ваговий метод вимірювання концентрації пилу полягає у виділенні із пилогазового потоку частинок пилу й визначенні його маси шляхом зважування.

Виділення пилу з повітря здійснюється за допомогою спеціального приладу - аспіратора, будова і принцип роботи якого описується нижче. Зважування пилу здійснюється на аналітичній вазі.

Індукційний метод визначення концентрації пилу (за допомогою приладу ІКП-1) базується на електризації аерозольних частинок у полі від'ємного розряду й вимірюванні їх сумарного заряду.

3.2. Застосовуване обладнання

Торсійна вага (рис. 3.1) призначена для швидкого й точного зважування речовин, предметів масою до 1000 мг.

Механізм ваги змонтований на металевій плиті 2 і прикритий корпусом 5. Плита опирається на прикріплену до неї підпору і на регулювальні гвинти 1, що призначені для встановлення ваги в горизонтальному положенні (по рівню). Правильне встановлення ваги перевіряється по рівню 4, що знаходиться в передній частині корпусу ваги.

Чашка 8 (або гачок для підвішування тіла, що зважується) знаходиться на кінці рухомого важеля і захищена скляними дверцятами 9.

У верхній частині приладу розміщена шкала 6 призначена для зрівноважування приладу і зважування матеріалу.

З правої сторони корпусу знаходиться ручка 7 для встановлення нерухомої стрілки на нульову поділку шкали 12. З лівої сторони корпусу знаходиться ручка 3, що використовується під час фактичного зважування. Вона повертає барабан зі шкалою 11 по якій знімаються покази. Ручка 10

призначена для блокування рухомого важеля перед початком зважування і у випадку транспортування ваги.

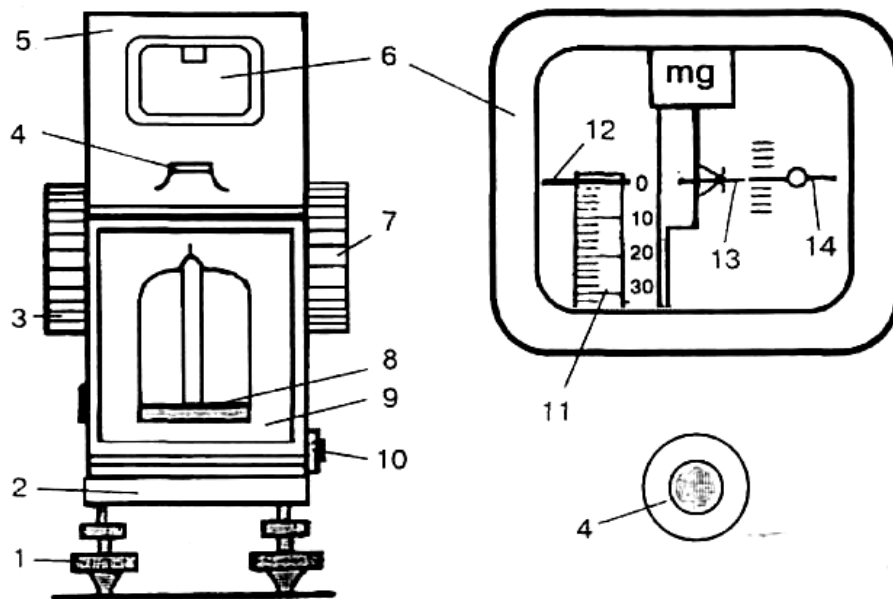


Рис. 3.1. Загальний вигляд торсійної WT ваги

Аспіратор призначений для відбору проб повітря з метою виділення з нього пилу і визначення його концентрації у повітрі досліджуваної зони. Відбір проб відбувається при пропусканні повітря через спеціальні фільтри, встановлені в алонжі (фільтротримачеві) з певною швидкістю об'ємного протягування.

Прилад переносний, живиться від електромережі напругою 220 В. Він широко застосовується у деревообробці, а також інших галузях для дослідження запиленості повітряного середовища виробничих приміщень та атмосферного повітря.

Основними елементами аспіратора (рис. 3.2) є передня панель з органами керування, ротаметри, електродвигун, компресор для всмоктування повітря, патрони для закріплення паперових фільтрів і гумові шланги для з'єднання патронів з штуцерами приладу.

Алонж являє собою металевий або пластмасовий циліндр, в який вставляється фільтр. Для вловлювання високодисперсних аерозолів (дим, пилу, туману) використовують наступні фільтри: паперові і мембранні, з

тонких волокнистих матеріалів, фільтри Петрянова (ФПП-15), характеристика яких наведена у табл. 3.1.

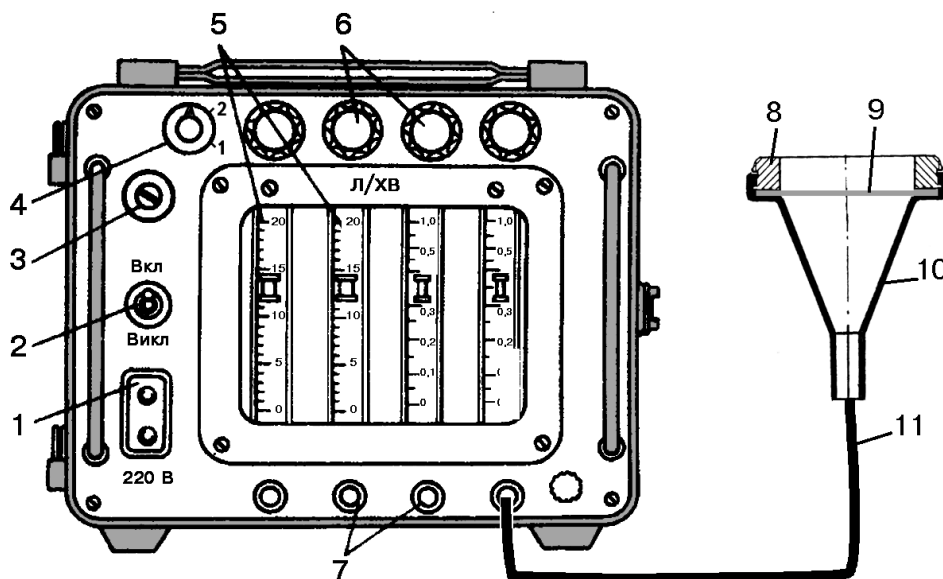


Рис 3.2 Загальний вигляд аспіраатора для взяття проб пилу: 1 - колодка для під'єднання живлення; 2 - вимикач електроживлення; 3 - запобіжник; 4 - розвантажувальний клапан; 5 - ротаметри; 6 - вентиля регулювання об'ємної швидкості протягування повітря; 7 - штуцери; 8 - гайка для затискання фільтра в алонжі; 9 - фільтр; 10 - алонж; 11 - шланг для з'єднання алонжа з аспіраатором.

Фільтри АФА-ВП-10 і АФА-ВП-20 виготовляють у вигляді дисків з перхлорвінілової тканини ФПП, вкладені в захисні паперові кільця з виступом. Матеріал фільтра гідрофобний, тому його маса при відносній вологості до 95 % залишається незмінною, а при більшій вологості перед зважуванням після відбору проб фільтри необхідно помістити в термостат на 20...30 хв при температурі 55...60 °С, а потім витримати при температурі 18...22 °С протягом години. Для мікрохімічних аналізів застосовують фільтри типу АФА-Х. Фільтри АФА-ХА, виготовлені з ацетилцелюлозного фільтруючого матеріалу (ФПА-15), застосовують при аналізі високодисперсного пилу. Фільтри АФА-ХМ, виготовлені з метилметакрилатного фільтрувального матеріалу (ФПМ-15), призначені для аналізу нелетких аеродисперсних домішок. Фільтри АФА-ХС виготовляють з

полістирольного фільтрувального матеріалу й призначені для аналізу аерозолів, дисперсна фаза яких розчиняється у лугах.

Таблиця 3.1

Основні технічні характеристики фільтрів типу АФА

Показник	АФА- ВП-10	АФА- ВП-20	АФА- ХА	АФА- ХП	АФА- ХС	АФА- ХМ
Ефективність, %	99,5		97	99,0-99,5		
Аеродинамічний опір при максимальному навантаженні, кПа	1,47		1,96	1,47	1,47-1,96	
Максимальне навантаження, л/год	4200	8400	6000	8400	7200	6000
Площа робочої поверхні, см ²	10	20	20	20	20	20
Максимальна температура повітря, °С	до 60		150	60	70	50

Фільтри АФА-ХП виготовлені з перхлорвінілової тканини ФПП-15, за гідрофобністю й стійкістю до дії кислот і лугів аналогічні фільтрам АФА-ВП, їх застосовують для аналізу аеродисперсних домішок, розчинних у кислоті.

Залежно від площі робочої поверхні фільтрів застосовують алонжі ИРА-10оп і ИРА-20оп (відповідно для фільтрів з робочою поверхнею 10 і 20 см²).

В аспіраторі для визначення об'ємного протягування повітря через фільтр служать чотири ротаметри (два з витратою повітря 0,2...1 л/хв і два з 1...20 л/хв). Ротаметр (рис.2.3) складається з вертикальної конічної (до верху розширюється) скляної трубки 1, в якій знаходиться поплавок 2 (алюмінієвий або пластмасовий). Він підіймається до цих пір, поки кільцевий зазор між ним і трубкою збільшиться на стільки, що зрівноважуються підймальна сила потоку повітря і маса поплавка. Поплавок має похилі пази, завдяки яким під дією повітря він обертається й центрується.

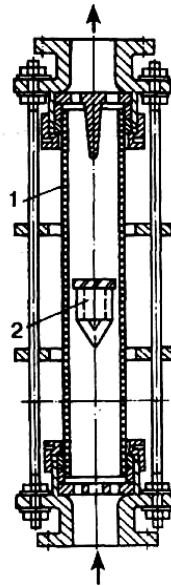


Рис 3.3. Загальний вигляд ротаметра

Покази знімають за шкалою ротаметра по верхньому краю поплавка.

Концентрацію пилу (мг/м^3) визначають за формулою:

$$C = \frac{m}{V_{\text{н.ум.}}}, \text{ мг/м}^3, \quad (3.1)$$

де m - маса пилу (різниця між масами фільтрів після взяття проб повітря m_2 і до взяття проб m_1), мг; $V_{\text{н.ум.}}$ - об'єм повітря протягнутого через фільтр, приведений до нормальних умов, тобто такого об'єму, який воно займало при температурі $0\text{ }^\circ\text{C}$ і атмосферному тиску $101,3\text{ кПа}$ (760 мм рт. ст), визначається за формулою:

$$V_{\text{н.ум.}} = \frac{273 \cdot V \cdot P}{(273+t) \cdot 101,3}, \text{ м}^3, \quad (3.2)$$

де V — об'єм повітря, м^3 протягнутого через фільтр при температурі t , $^\circ\text{C}$ та атмосферному тиску P , кПа; t - температура повітря під час взяття проби.

Об'єм повітря V визначають за формулою:

$$V = \frac{v_n - T}{1000}, \text{ м}^3, \quad (3.3)$$

де v_n - об'ємна швидкість протягування повітря через фільтр, л/хв; T - час відбору проби, хв.

Об'єм протягування повітря залежить від масової концентрації пилу і орієнтовно можна визначити за рис. 3.4.

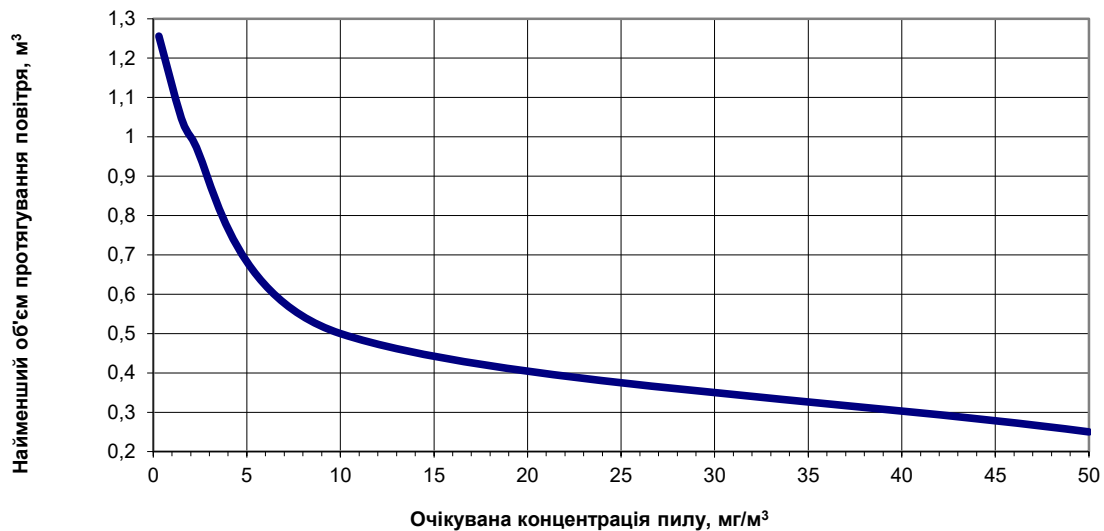


Рис. 3.4. Графік визначення найменшого об'єму протягування повітря через фільтр

Найменший час протягування повітря T_{min} , хв, через фільтр визначають за формулою:

$$T_{min} = \frac{1000 \cdot V_{min}}{v_n}, \quad (3.4)$$

де v_n - об'ємна швидкість протягування повітря через фільтр, л/хв; V_{min} - об'єм повітря визначений за графіком, м³ (рис 3.4).

Пробу пилу взято з робочого місця шліфувальника..

Прилад ІКП-1 призначений для вимірювання концентрації пилу у повітрі виробничих приміщень індукційним методом.

Прилад ІКП-1 (рис. 3.5) складається з повітрозбірника та електронного блоку. Повітрозбірник (рис. 3.6) складається з мікронагнітача 1, вимірної камери 2, кільця 3, фільтра 4, сопла 5, електрода 6 і вилки 7.

Електронний блок складається із зарядної камери, перетворювача, трикаскадного підсилювача, блоку живлення, стабілізатора, детектора та мультівібратора.

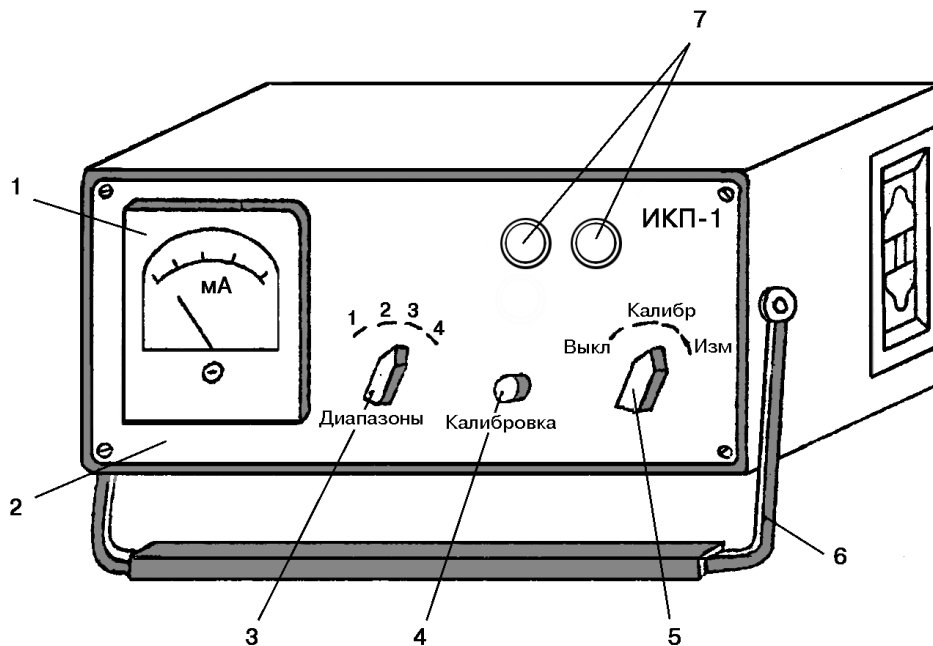


Рис. 3.5. Загальний вигляд приладу ІКП-1: 1 - вимірювальна шкала; 2 - передня панель приладу; 3 - перемикач "Діапазони"; 4 - ручка "Калібрування"; 5 - перемикач "Режими роботи"; 6 - ручка для перенесення приладу; 7 - гнізда для приєднання самописця

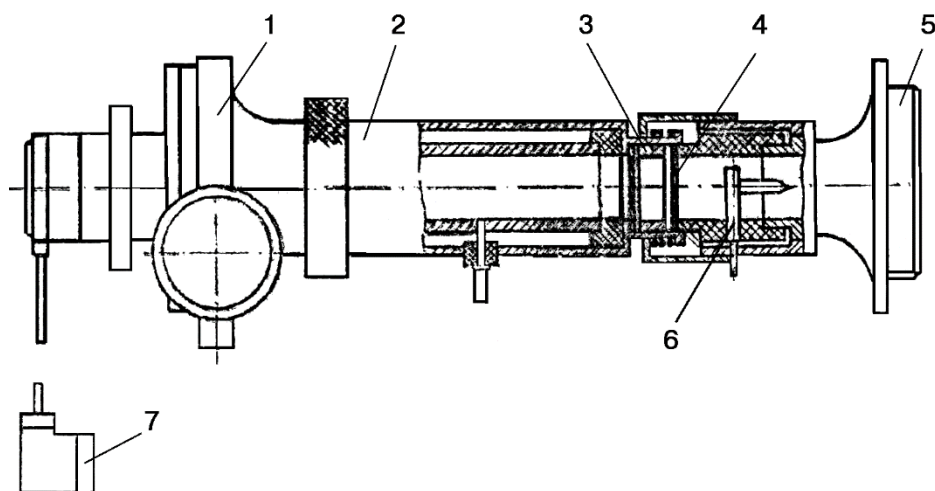


Рис.3.6. Схема повітрозбірника приладу ІКП-1:

1 - мікронагнітач; 2 - вимірювальна камера; 3 - кільце; 4 - фільтр; 5 - сопло; 6 - електрод; 7 - вилка

Принцип дії приладу ІКП-1 базується на електризації аерозольних частинок у полі від'ємного коронного розряду й вимірюванні їх сумарного заряду, який індуктивно наводиться на стінках циліндра вимірювальної камери. Вимірний сумарний заряд пропорційний вмісту пилу в повітрі.

Запилене повітря за допомогою мікронагнітача подається в зарядну камеру, а потім викидається в атмосферу.

Частинки аерозолю (пилу), що знаходяться у повітрі, пролітаючи в електричному полі коронного розряду (в полі високої напруги), дістають від'ємний заряд. Потік запиленого повітря в зарядній камері одержує заряд із змінною об'ємною густиною.

Пролітаючи через вимірювальну камеру, частинки пилу із загальним від'ємним зарядом (Q) індукують на внутрішній стінці циліндра вимірювальної камери позитивний заряд ($Q^{+}_{\text{інд}}$).

На зовнішній стінці циліндра утворюється так званий зв'язаний електричний заряд ($Q^{-}_{\text{зв}}$), який рівний за абсолютною величиною позитивному індукційному заряду ($Q^{+}_{\text{інд}}$). Останній створює напругу на вході підсилювального каналу, амплітуда якого пропорційна вмісту пилу у повітрі.

Джерелом високої напруги (4...5 Кв) є перетворювач, напруга якого моделюється прямокутними імпульсами мультівібратора з частотою 30..40 Гц.

3.3. Результати дослідження запоорошеності на операції шліфування

Результати зводимо в таблицю 3.2 і 3.3.

Таблиця 3.2

Результати дослідження концентрації пилу в повітрі за допомогою аспіратора

Вид пилу – деревна мука

Місце взяття проби – робоче місце шліфувальника

Температура повітря в приміщенні _17_ °С

Атмосферний тиск 100,8 кПа.

№ дослідду	Маса фільтру, мг		Маса пилу, мг	Об'ємна швидкість протягування, л/хв	Час взяття проби, хв	Об'єм протягнутого повітря, м ³		Концентрація пилу, мг/м ³		Перевищення концентрації пилу, мг/м ³
	до взяття проби	після взяття проби				фактичний	приведений до нормальних умов	фактична	за нормою (ГДК)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	90	93	3	25	10	0,25	0,234	12,8	6	6,80
2	92	95	3	20	15	0,30	0,281	10,70	6	4,70
3	91	94	3	25	15	0,37	0,346	8,76	6	2,76

Таблиця 3.3

Результати дослідження концентрації пилу в повітрі за допомогою приладу ІКП-1

№ дослідду	Вид пилу	Місце взяття проби	Покази стрілки приладу	Концентрація пилу, мг/м ³		Перевищення концентрації, мг/м ³
				фактична	за нормою	
1	2	3	4	5	6	7
	деревинний	майстерня	16	14	6	8
			12	11		5
			22	19,5		13,5

3.4. Апарати для очищення потоку повітря від пилу в умовах деревообробних виробництв

В залежності від принципів розділення пилоповітряних потоків розрізняють гравітаційні, інерційні, фільтрувальні та електричні

пиловловлювачі [3, 5, 6], дія яких ґрунтується на використанні різних фізичних властивостей, що дають змогу очищати запилені пилоповітряні потоки.

Найпростішим методом знепилення є осадження частинок пилу під дією власної ваги [5, 6].

В пилових камерах (рис. 3.4, а) запилене повітря рухається з швидкістю 1-2 м/с. Розміри пилових камер характеризуються значними габаритами, що зумовлює їх обмежене застосування. Пилкові камери дозволяють очищати повітря від крупних фракцій пилу. Частинки менше $10 \cdot 10^6$ м в них практично не вловлюються. Це зумовлено тим, що швидкість їх осадження мала і вони не встигають осісти навіть за значних розмірів камер і невисоких швидкостях повітря. Для підвищення ефективності роботи камер їх обладнують додатковими горизонтальними полицями або вертикальними стержнями для зменшення шляху осадження частинок. Максимальна сумарна ефективність пилових камер не перевищує 30-40 % [2, 5, 7].

Одним з різновидів механічних знепилювачів є інерційні пиловловлювачі [8, 9, 10, 11], до яких відносяться: пилові мішки, жалюзійні пиловловлювачі та циклони.

Пиловий мішок – а саме такий пристрій встановлений в навчально-виробничій майстерні - (рис 3.4, б) являє собою циліндр з конічним бункером [12]. Запилене повітря підводиться зверху через циліндричну або конусну трубу. Очищене повітря видаляється з пилового мішка через патрубок, розміщений в боковій або верхній частині корпусу. Пилоосадження відбувається за рахунок різкої зміни напрямку повітряного потоку на 180° і низької швидкості його піднімання до вихідного патрубка. Ефективність уловлення в пилових мішках залежить від вибраної швидкості руху повітря у вхідному патрубку і внутрішній частині циліндра. Для осадження деревного пилу з медіанним діаметром більше $(30-40) \cdot 10^6$ м необхідна швидкість у вхідному патрубку 10-15 м/с, а у внутрішній частині циліндра мішка - 0,5- 0,8

м/с, в цьому випадку їх ефективність становить близько 60-80 %. Промисловістю пилові мішки не випускаються, а часто виготовляються власними силами підприємств [13].

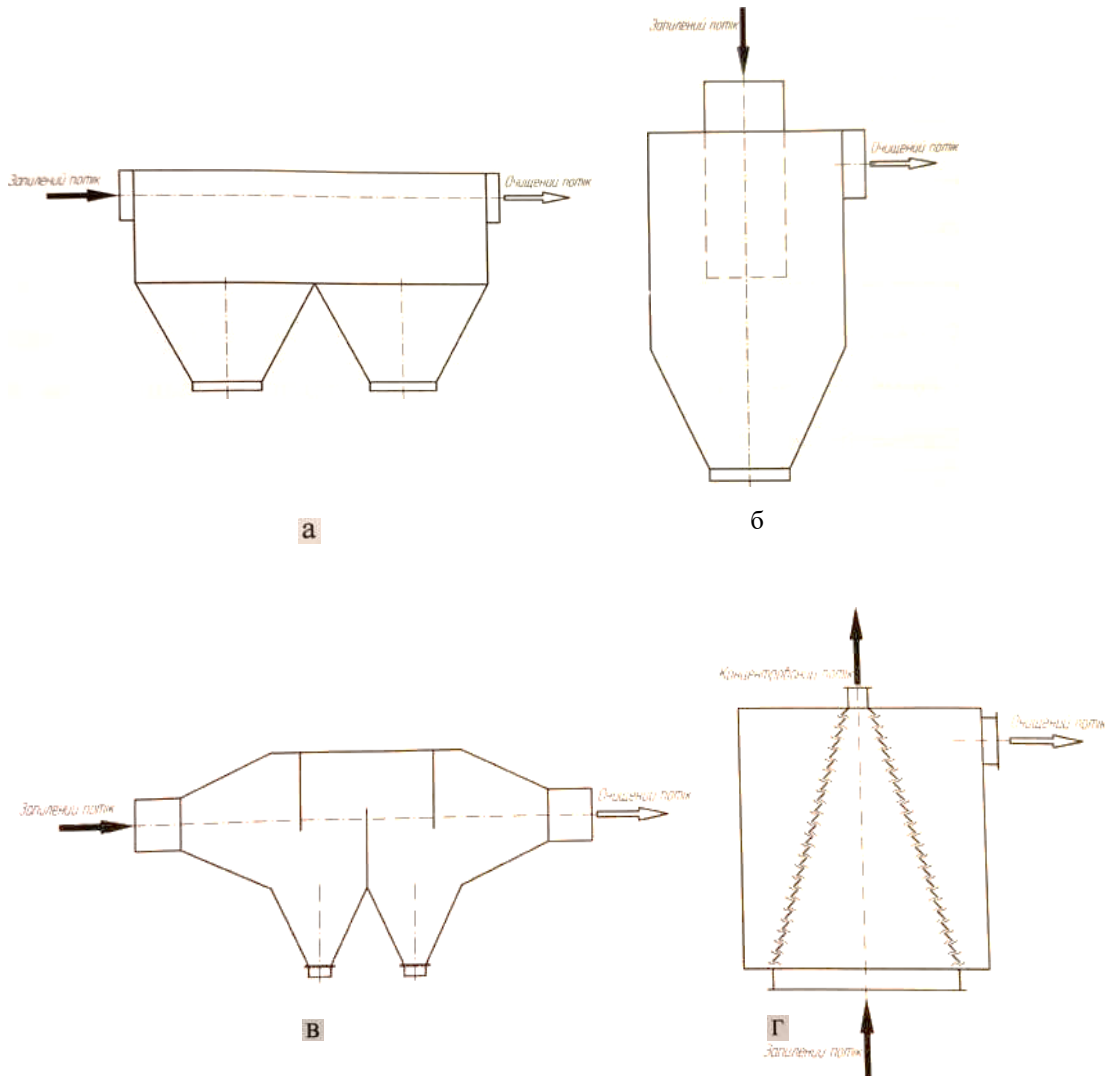


Рис. 3.4 Механічні пиловловлювачі:

а - пилова камера; б - "пиловий мішок", в — пиловловлювач відбиваючого типу; г — жалюзійний пиловловлювач

На рис. 3.4. в, наведена схема циліндричного пиловловлювача-відбивача, в якому на шляху руху пилогазового потоку встановлено перегородки, які розташовані в шаховому порядку [5, 12]. Пил, який осідає на сегментах надходить до бункера, а чисте повітря транспортується до

вихідного патрубку. Пиловловлювачі такого типу розраховані на осадження пилу з медіанним діаметром більше 40×10^{-6} м, тому можуть використовуватись лише для уловлення стружки. Ефективність такого пиловловлювача низька — 50-60 %.

Механізм дії жалюзійних пиловловлювачів (рис.3.4, г) подібний до пиловловлювачів відбиваючого типу [5, 12]. Принцип їх дії полягає в різкій зміні напрямку вузьких струменів потоку, що проходить через отвори жалюзі. Пил стикається з жалюзі і відбивається в напрямку отвору, через який видаляється частина пилогазового потоку. Кожен повітряний струмінь здійснює поворот, при цьому великодисперсні частинки вдаряються в жалюзі. Пружні пилові частинки відбиваються під кутом, близьким до кута падіння і не проходять через жалюзі, а, відбиваючись, збільшують концентрацію в основному потоці. Менш пружні частинки, які рухаються під більшим кутом щодо жалюзі залишаються в очищеному повітрі. Швидкість на вході приймається 15...25 м/с. Основними перевагами таких апаратів є низький гідравлічний опір та малі габарити. Недоліками є низька надійність в умовах некваліфікованої експлуатації, а також те, що негерметичність бункера порушує процес пилоуловлення. Ефективність жалюзійних пиловловлювачів залежить не лише від дисперсності, а й від пружних властивостей пилу. В апаратах такого типу очищується пил з медіанним діаметром від 5×10^{-6} м (25%) до 60×10^{-6} м і більше (97,7 %). Переважно жалюзійні пиловловлювачі компонується з циклонами як перший ступінь очищення, що значно збільшує габарити і вартість конструкції. Підсумовуючи огляд інерційних пристроїв для очищення повітря, слід зауважити, що всі вони мають спільні недоліки [2, 5, 14], які полягають у низькій ефективності та потребі значної площі для їх розміщення. Переваги таких пристроїв полягають у низькому гідравлічному опорі.

У деревообробній промисловості найширше застосування знайшли циклони (рис. 1.2) [2, 5]. Ці пиловловлювачі відносяться до IV-V класу ефективності та ефективно (> 90%) вловлюють пилові фракції, медіанним діаметром $> 50 \times 10^{-6}$ м [5, 15], хоча при ряді вдосконалень сучасні конструкції

здатні вловлювати фракції медіанним діаметром до $25 \cdot 10^{-6}$ м. Особливістю деревообробної промисловості є те, що при операціях шліфування та фугування переважно утворюється пил з дисперсністю меншою за $40 \cdot 10^{-6}$ м [2, 5]. Ефективність циклона для такого пилу не перевищує 65%.

Уловлення пилу в циклонах відбувається за рахунок дії на частинку і пилу відцентрових сил, що виникають внаслідок обертового руху потоку запиленого повітря.

Існує велика кількість різноманітних конструкцій циклонів [5, 7, 10], характерним недоліком більшості з них є **низька ефективність уловлення дрібнодисперсного пилу**. Тому, останнім часом, враховуючи підвищені вимоги щодо екологічної безпеки, відомі конструкції циклонів рідко застосовують як самостійні пристрої для очищення повітря. Адже, дрібнодисперсний пил – найбільша проблема незадовільних умов праці при шліфуванні.

3.5 Переваги і недоліки циклонів

На основі аналізу відомих конструкцій сепараторів та практичного досвіду експлуатації циклонів виявлено чинники, які впливають на процес уловлення пилу в циклонах.

До них відносять: фізико-хімічні та морфометричні параметри пилу, розміри апарата, конструктивне вирішення апарата та окремих його вузлів, а також режими очищення потоку повітря у циклоні.

Питома вага та фракційний склад пилу значною мірою визначають ступінь ефективності роботи циклонів: чим крупніші і важчі частинки пилу, тим ефективніше вони вловлюються в циклоні [14]. Зі зростанням початкової концентрації пилу ефективність сепарації зростає. Вологість пилу значно впливає на ефективність очищення: вологі частинки швидше коагулюють у пилові агрегати, внаслідок чого збільшується їхня маса. Тому зі зростанням вологості їх ефективність зростає [12].

Швидкість входу пилогазового потоку через вхідний патрубок суттєво впливає на ефективність очищення газів. Для кожної конструкції циклонів існують оптимальні діапазони швидкостей входу. Величина оптимальної швидкості потоку повітря у вхідному патрубку залежить також і від фракційного складу пилу і переважно коливається в межах 15...25 м/с. При швидкостях у вхідному патрубку вищих за 20 м/с, спостерігається незначне зростання ефективності, а далі ефективність різко спадає [7]. Суттєво, що зі збільшенням швидкості подачі пилоповітряної суміші гідравлічний опір циклона зростає за квадратичним законом, а відтак, збільшуються витрати енергії на сепарацію.

Абсолютні розміри циклона, незалежно від його конструктивних особливостей, суттєво впливають на ступінь очищення [12, 14]. Вивчення ступеня очищення в геометрично подібних циклонах різних розмірів показує, що краще очищення газів досягається в найменшому з них. Із зменшенням діаметра циклона зменшується ширина вхідного патрубку, й, відповідно, відстань, яку частинки пилу повинні подолати, щоб досягнути стінки циклона. Крім того, зі зменшенням діаметра циклона збільшується кутова швидкість руху газового потоку в сепараційній зоні (вхідна швидкість газів в циклоні під час зміни його розмірів залишається постійною). Відповідно, зростають сили, які змушують частинки рухатись в радіальному напрямку.

Експериментальні дослідження показують, що зменшення відношення діаметра вихлопної труби до діаметра циліндричної частини циклона веде до незначного зростання ступеня очищення при одночасному різкому зростанні коефіцієнта гідравлічного опору.

Зменшення кута розкриття конуса незначно збільшує ступінь очищення: для циклона з кутом біля вершини конуса 60° і 30° ступінь очищення відповідно складає 74 і 78 % .

Із збільшенням висоти циліндричної частини циклона ступінь очищення незначно зростає [7]. Дослідження показали, що оптимальна висота циліндричної частини корпусу циклона складає 1,6 діаметра і

дорівнює висоті його конусної частини. В порівнянні з циклонами з конічним корпусом, циклон, корпус якого має циліндричну частину, володіє меншим гідравлічним опором. Застосування таких циклонів в промисловості дає економічний ефект за рахунок зменшення витрат електроенергії, що в даний час є дуже актуальним, тому основною характеристикою циклонів є відношення ефективності їх роботи до енерговитрат.

Необхідно відзначити взаємний зв'язок окремих конструктивних елементів циклона на ступінь очищення. Так, наприклад, при значній висоті циліндричної частини корпуса величина кута розкриття конуса менше впливає на ступінь очищення, ніж коли висота циліндричної частини корпуса невелика. В різних конструкціях циклонних апаратів зміна співвідношення окремих деталей має різний вплив на ступінь очищення [8].

Внаслідок інтенсивного обертання повітряного потоку в циклоні статичний тиск зменшується від периферії до центру апарата, та ж картина спостерігається у бункері.

Підсмоктування повітря в будь-якій точці бункера різко погіршує ступінь очищення [7, 16]. За таких обставин в бункері виникає вторинний рух повітря назустріч пилу, що осідає, і частина вловленого пилу виноситься висхідним вихором у вихлопну трубу. Підсмоктування близько 10-15 % об'єму газів, що очищуються, зводить до нуля ефективність роботи апарата. Перевірка герметичності всієї системи є обов'язковою умовою при монтажі і підготовці установки до роботи. Ця вимога експериментально доведена результатами випробувань двох циклонів, приєднаних до одного бункера [4, 29, 31]. Для всіх одиночних циклонів бункери виконуються циліндричної форми, причому діаметри бункерів приймаються відносно діаметра апарата в співвідношенні $1,5D$, $1,1-1,2D$, відповідно для циліндричних і конічних циклонів. В деревообробці за умови невисоких швидкостей та при встановленні апарата на нагнітання, можливо забезпечити уникнення небезпеки підсмоктування за рахунок виникнення підвищеного тиску [2].

Вторинні потоки мають великий вплив на ефективність циклонів [12]

через те, що верхня частина вихору є найкоротшим шляхом для виносу пилу у вихлопну трубу. Для послаблення впливу цього потоку збільшують глибину занурення вихлопної труби [12]. Дослідження показали, що із збільшенням глибини її занурення дійсно спостерігається підвищення ефективності, пов'язане із зменшенням виносу пилу, який не встиг за умови меншого занурення перейти із шарів повітря, яке опускається вздовж вихлопної труби вторинною течією, у більш віддалені шари. З подальшим зануренням ефективність знову падає.

Більш детальні дослідження [12] показали, що для кожної схем циклонів існує оптимальна глибина занурення вихлопної труби. Нижче вихлопної труби від основної маси потоку, що опускається, поступово відокремлюються внутрішні шари, і весь об'єм повітря переходить із низхідного потоку у висхідний. За сприятливих умов ці шари очищені від пилу, а концентрація пилу в пристінних шарах, що опускаються, зростає. Якщо вихлопна труба занурена глибоко, висота ділянки, на якій проходить перетік повітря з низхідного потоку у висхідний, зменшується, швидкості перетіку зростають, відповідно збільшується захоплення осажденного пилу і ККД зменшується.

Порушення потоку, що обертається у вихлопній трубі, призводить до зниження його обертів в центральній частині корпуса, тому застосування на вході у вихлопну трубу пристроїв для розсікання потоку значно знижує ефективність пилоуловлення [10]. Ефективною є конусоподібна форма вихлопної труби, але це збільшує гідравлічний опір циклона [12].

Значний вплив на ефективність має стік повітря до центра циклона, який спостерігається по всій його висоті і особливо в конусній частині [12, 35]. Радіальні доцентрові складові швидкості перешкоджають сепараційному руху частинок до периферії, визначаючи своєю величиною розміри частинок, які будуть винесені ними у вихлопну трубу циклона.

Збільшення висоти конусної частини сприяє більшій рівномірності розподілу швидкості стоку [6]. Значний вплив на ефективність циклонів має

радіальний стік в самому нижньому перерізі циклона - на поверхні вже осадженого пилю в бункері. Донна течія, яка тут виникає, розмиває відкладений пил і перемішує його до осі. Збурений пил підхоплюється осьовим потоком і через вихлопну трубу виноситься з циклона.

Проаналізовані нами переваги циклонів подані в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Переваги циклонів

1	надійність функціонування за температур газів до 500 °С без будь-яких конструктивних змін;
2	висока стійкість при уловленні абразивних матеріалів;
3	відсутність побічних продуктів (наприклад шламу), які вимагають додаткової утилізації;
4	значна пропускна здатність;
5	простота конструкції; "
6	підвищення запиленості газів не приводить до зниження фракційної ефективності очищення;
7	прості в експлуатації та не вимагають додаткових трудозатрат на обслуговування;
8	відсутність рухомих частин.

Основні недоліки циклонів:

- їх ефективність є недостатньою при уловленні дрібнодисперсного деревного пилю.
- Зважаючи на щоденне зростання екологічних вимог до викидів промислових підприємств, необхідно впроваджувати технології, які б забезпечували нормативи щодо пилових викидів в атмосферу.
- Ця проблема сьогодні вирішується за рахунок встановлення кількох ступенів очищення — поєднання циклонів та рукавних фільтрів
- така система характеризується значним гідравлічним опором і суттєво впливає на показники витрат енергії на знепилення.

3.6 Обґрунтування напрямків вдосконалення циклонів

На основі аналізу позитивних та негативних факторів, які мають вплив на роботу апаратів сухого знепилення, шляхом вдосконалення конструкції існуючих апаратів обрано поєднання двох ступенів очищення відцентрового та інерційного в одному корпусі, що дозволить підвищити ефективність уловлення, зменшуючи енерговитрати та металоємність конструкції. Подібні спроби були зроблені у конструкції циклона Ц (рис. 3.6). Основна причина, через яку згадані циклони не набули широкого практичного застосування, полягає у забиванні пластинкового сепаратора пилом. Крім того є ще ряд конструкційних недоліків. В конструкції циклона Ц загальна довжина вихлопної труби є значною, а як наслідок збільшення довжини вихлопної труби - зростання гідравлічного опору апарата. Пластинковий сепаратор має значно меншу довжину в порівнянні з глухою частиною вихлопної труби, що збільшує швидкість руху повітря поблизу такого відокремлювача. Конструкція пластинкового сепаратора передбачає використання прямих сепараційних пластинок, тому на краю кожної з них буде виникати завихрення потоку (рис. 3.7), що буде зменшувати ефективну ширину простору між пластинами сепаратора, внаслідок чого буде знижуватися ефективність сепаратора та зростати його гідравлічний опір [8].

Зважаючи на вищесказане, в даній роботі зроблена спроба розроблення на базі циклона нової конструкції пиловловлювача, в якому поєднувалися б відцентровий та інерційний принципи. Беручи до уваги високу ефективність жалюзійних відокремлювачів та враховуючи конструкційні недоліки відомих моделей циклонів, у новій конструкції апарата передбачається заміна вихлопної труби на жалюзійний відокремлювач, жалюзі якого виконані з деяким радіусом згину за ходом руху потоку. Для підвищення ефективності апарата нижню частину жалюзійного відокремлювача планується закрити днищем.

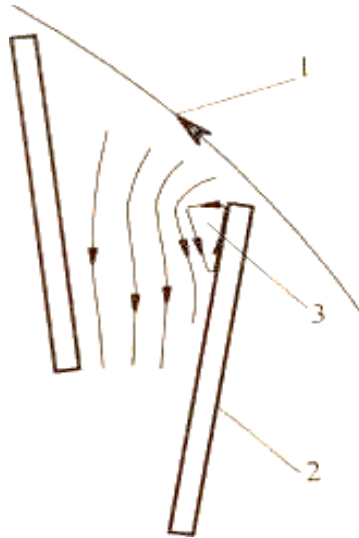


Рис. 3.7 Схема руху повітряного потоку в пластинковому сепараторі циклона: 1 - напрям руху повітряного потоку в сепараційній зоні; 2 - пластинки сепаратора; 3 - зона завихрення потоку

Передбачається, що застосування жалюзійного відокремлювача дасть змогу зменшити вплив радіального стоку та градієнта статичного тиску повітря в робочій зоні. На основі проведеного аналізу конструкцій циклонів за основу для проведення досліджень обрана конструкція зі спіральним вхідним патрубком та збільшеною конусною частиною. Найбільш близькою до проєктованої є конструкція циклона СК-ЦН-40.

3.7 Висновки з розділу

1 - використовувані на сьогоднішній день циклони мають ряд позитивних характеристик, проте важливий недолік – практично повне невловлювання дрібнодисперсного пилу

2 - вирішення проблеми пошук нової конструкції пиловловлювача з вдосконаленою конструкцією циклона

3 - перспективним вбачаємо шлях поєднання в одному корпусі кількох типів пиловловлювачів

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА

4.1. Методика проведення дослідження ефективності пиловловлювача

Пиловловлювач досліджували на стандартному експериментальному стенді, прийнятому як обов'язковий при проведенні порівняльних досліджень пиловловлювачів [14]. Загальний вигляд стенда представлений на рис. 4.1.

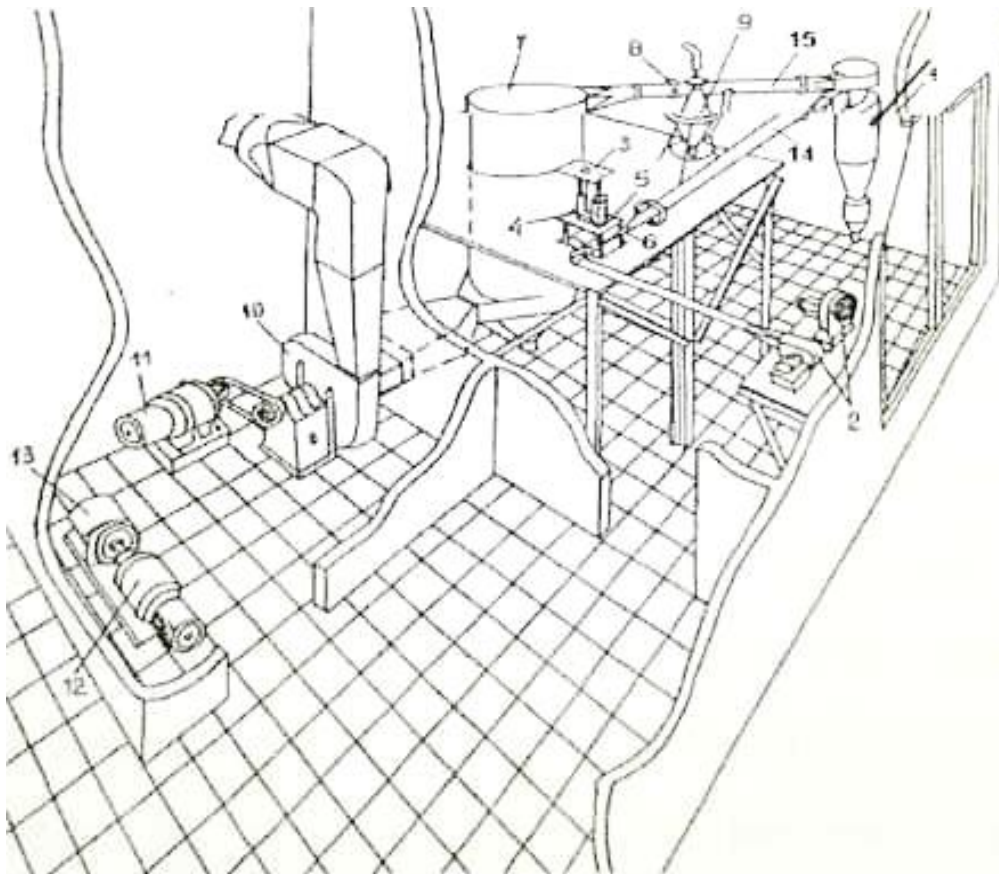


Рис. 4.1. Загальний вигляд експериментального стенда:

1 - пиловловлювач; 2, 10 - вентилятор; 3 - пилоподавач; 4 - змішувач; 5 - ежектор; 6 - колектор; 7 - рукавний фільтр; 8 - шайба; 9 – прилад зовнішньої фільтрації; 11, 13 - двигун; 12 - генератор; 14, 15 – шибери

Експериментальний стенд складається з досліджуваного апарата 1, вентилятора 2 для деагломерації пилу, пилоподавача 3 зі змішувачем 4, ежектора 5 і колектора 6, а також вентилятора 10 для виведення очищеного в апараті 1 повітря через рукавний фільтр 7 назовні. Перед рукавним фільтром

встановлена вимірювальна шайба 8 з приладом зовнішньої фільтрації 9.

Вентилятор 10 має клинопасовий привід від електродвигуна постійного струму 11 потужністю 3,5 кВт. Для живлення двигуна 11 встановлений генератор постійного струму 12 з двигуном змінного струму 13 потужністю 4,0 кВт. Така схема установки дозволяє плавно регулювати число обертів колеса вентилятора від 0 до 50 с⁻¹. Відцентровий вентилятор забезпечує витрати повітря до 3000 м³/год. З боку нагнітання вентилятора 10 встановлені глушники шуму.

Для живлення повітряного ежектора 5 встановлено відцентровий вентилятор 2 (ЦВ-2) з числом обертів 50 об/с і електродвигуном потужністю 1,8 кВт.

Перед досліджуванним апаратом і після нього встановлені, відповідно, малий 14 і великий 15 шибери.

4.2. Послідовність проведення досліджень з визначення ефективності пиловловлювачів

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик і стандартів, які застосовуються при дослідженні фізико-механічних і морфометричних якостей, дисперсного та фракційного складу механічних і домішок, оцінці ефективності роботи пиловловлювачів, експлуатаційно-технічній оцінці апаратів [3, 6, 9, 10]. Для більш детального вивчення процесу очищення до загально прийнятих методик були зроблені доповнення, які описані в цьому розділі.

Дослідження з вивчення фізико-механічних якостей пилу, моделювання К процесу очищення, вивчення технологічних і конструктивних параметрів пиловловлювачів проводилися у лабораторних умовах з врахуванням особливостей апаратів.

Дослідження на експериментальному стенді (рис. 4.2) проводились відповідно до [5, 6].

Метеорологічні умови в приміщенні, де проводились дослідження, вимірювались приладами:

- температура - ртутним термометром;
- відносна вологість - аспіраційним психрометром;
- тиск - барометром.

Перед кожною серією дослідів проводились:

- тарування вимірювальних приладів безпосередньо на стенді без підключення пиловловлювача, за допомогою трубок Піто-Прандтля в комплексі з мікроманометром ММН-240 на прямому відрізку трубопровода, який дорівнює 5 діаметрам трубопровода до трубки, та двом діаметрам — після трубки;

- перевірка стенда на герметичність;
- очищення пилоподавача, пиловловлювача, трубопроводів і вентилятора від пилу постукуванням палицею з гумовим наконечником.

4.3 Відбору проб пилу для визначення запиленості газового потоку

Відбір проб пилу здійснювали методом зовнішньої фільтрації [6].
Схема вимірювання наведена на рис 4.2.

Для визначення запиленості методом зовнішньої фільтрації як вловлювач пилу застосовували патрони з фільтрувального паперу 9. Для запобігання конденсації вологи патрон обладнувався теплоізоляцією. Фільтри з'єднували з пилозабірною трубкою через гумовий корок 10 з отвором.

Перед початком дослідження паперові фільтри витримували протягом однієї доби на повітрі. Після запилення фільтри витримували у ваговій кімнаті протягом однієї доби і зважували.

Підготований паперовий фільтр надягали на фільтротримач і вставляли в середину патрона. Після під'єднання патрона до пилозабірної трубки

установку перевіряли на герметичність.

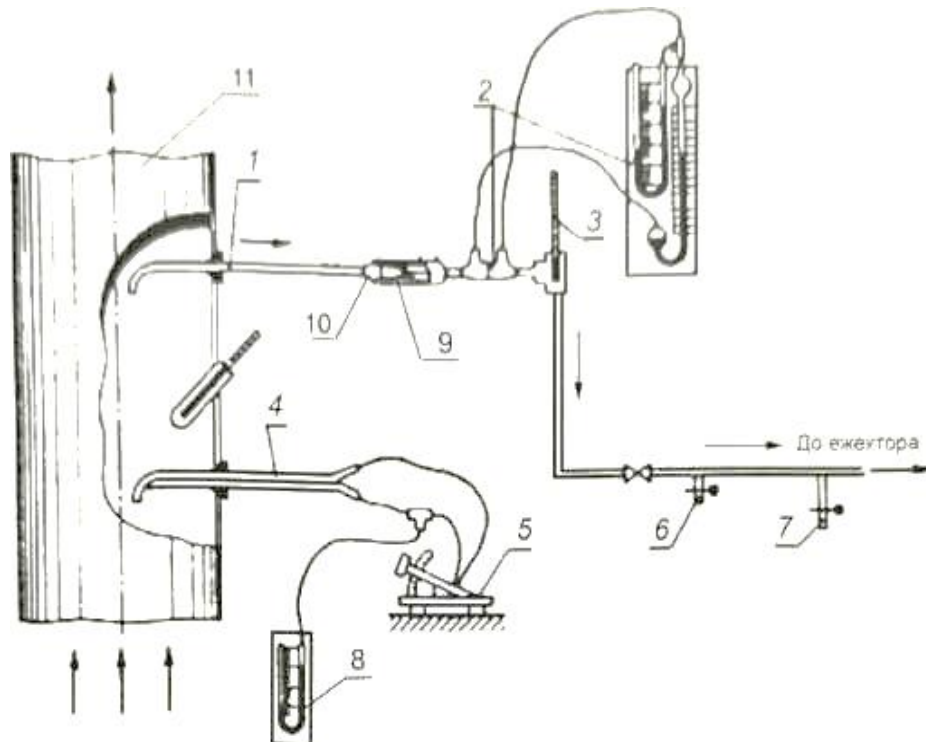


Рис. 4.2. Схема встановлення апаратури для відбору проб пилу методом зовнішньої фільтрації:

1 - забірна трубка; 3 - реометр (витратомір; 3 - термометр; 4 - трубка Піто-Прандтля; 5 - мікроманометр;; 6 - підсмоктувач повітря; 7 - скидач конденсату; 8 - U-подібний манометр; 9 - патрон з фільтрувального паперу; 10 - гумова пробка; 11- корпус апарата

При незначних коливаннях швидкості газового потоку в часі (до 15 %), незначній концентрації частинок пилу в газі медіанним діаметром, меншим за 1×10^{-6} м, застосовували просту пилозабірну трубку, яка не має пристроїв для вимірювання статичного тиску газового потоку. Ізокінетичність відбору проби забезпечували вибором відповідного вхідного перерізу кінцевика і регулюванням витрат досліджуваного газу.

Вимірювання проводили у такій послідовності. Змонтовану установку перевіряли на герметичність шляхом встановлення по реометру витрат 10-20 л/хв, щільно закривши вхідний отвір пилозабірної трубки. В цьому випадку при герметичності установки (до вимірювальної діафрагми) витрати повітря

знижувались до нуля.

Перед проведенням вимірювань попередньо перевіряли поле швидкостей повітря в контрольному перерізі.

Відбирали проби в точках при фіксованих витратах газу, що забезпечує умови ізокінетичності у вхідному патрубку пилозабірної пристрою.

При відборі проби на запиленість пилозабірну трубку вводили в газохід так, щоб вхідний отвір кінцевика знаходився в заданій точці вимірювального перерізу і був спрямований вздовж потоку повітря. Після прогрівання пилозабірної пристрою в газоході протягом 15 хвилин за допомогою намотаної на них електроспіралі до температури, що виключає конденсацію водяної пари при відборі проби, трубку повертали вхідним отвором назустріч повітряному потоку.

Час відбору проби встановлювали залежно від запиленості повітря, продуктивності компресора та типу пиловловлювача.

4.3. Результати проведення досліджень експериментального пилу

Питому поверхню пилу визначали приладом ПСХ - 2 [5], результати наведені в табл. 4.1.

Дисперсний склад пилу визначали у два етапи. На першому етапі ситовим методом [5, 6] виділяли та класифікували частинки пилу медіанним діаметром більшим за $5 \cdot 10^5$ м. З пилогазової суміші відбирали пробу, відбір якої регламентується з дотриманням ізокінетичності, тобто за умови рівності швидкості потоку у трубопроводі і в гирлі кінцевика забірної трубки методом зовнішньої фільтрації (рис. 4.4). Перед початком відбору проби визначали величину статичного тиску (розрідження) перед вимірювальним пристроєм і переконувались, що повітродувка забезпечує необхідне розрідження.

Кінцевик і забірні трубки були обернені точно проти руху пилогазової суміші.

Питома поверхня експериментального пилу

Медіанний діаметр пилу, 10^{-6} , м	S - питома поверхня, м ² /кг
8	650
32	330
150	280

Зважуючи фільтр до і після досліду, розраховували приріст ваги пилу, тобто концентрацію пилу у пилоповітряному потоці.

Маси залишків по ситах у кожному окремому випадку додавали і визначали вміст частинок пилу, розмір яких більший за 1×10^{-5} м.

Наважка пилу з питомою поверхнею 280 м²/кг була проаналізована ручним ситовим методом; при цьому отримали фракцію з медіанним діаметром частинок у межах $0,063 \times 10^{-3}$ м та $0,059 \times 10^{-3}$ м.

Другий етап полягав в аналізі дисперсного складу частинок, розмір яких менший за 5×10^{-5} м, седиментаційним методом [9].

Суть цього методу полягає у відборі піпеткою наважки пилу через певний час з визначеної глибини і визначенні в цих наважках вмісту частинок різного діаметру.

Глибину відбору наважок пилу для виділення різних фракцій частинок визначали за формулою Стокса.

Визначивши швидкість падіння для частинок пилу різного розміру і задавши глибину відбору наважок, визначали час відбору наважки.

За результатами аналізу побудували графіки розподілу пилу за розмірами, тобто дисперсний склад пилу (рис. 4.3).

Був проаналізований дисперсний склад природного кварцового піску КП-3, який має медіанний діаметр 5×10^{-6} м, а щоб отримати необхідні для подальших досліджень пиловловлювачів фракції пилу, він був подрібнений

на вібротліні типу М-10 при вазі матеріалу 5 кг, вазі сталевих куль 15 кг наступним чином:

- для отримання фракції з медіанним діаметром $32 \cdot 10^{-6}$ м час розмелювання складав 1 годину 10 хвилин;

- для отримання фракцій з медіанним діаметром $8 \cdot 10^{-6}$ м час розмелювання складав 4 години 25 хвилин.

Проби з питомою поверхнею 330 та 650 м²/кг досліджувалися седиментаційним методом, і дисперсний склад експериментального пилу кварцового піску КП - 3 з медіанним діаметром (8, 32, 50) $\times 10^{-6}$ м. Результати дослідження наведені на рис 4.3.

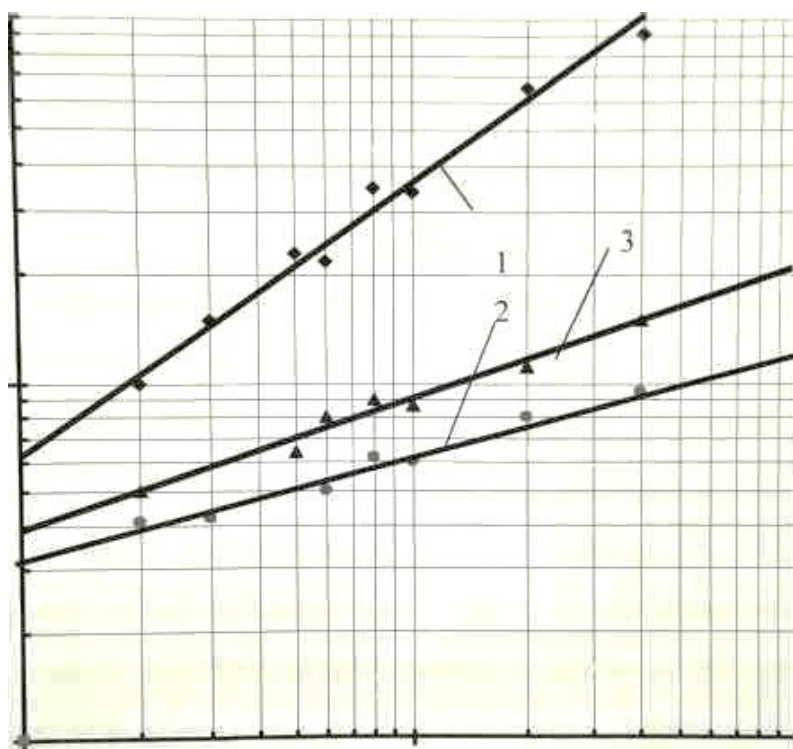


Рис. 4.3. Дисперсний склад експериментального пилу з медіанним діаметром: 1 - 8×10^{-6} м, 2 - 32×10^{-6} м, 3 - 50×10^{-6} м

Ефективність пиловловлювання досліджуваного варіанту становить 87% і основна перевага – вловлювання дрібнодисперсного пилу

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Теоретичні передумови

На багатьох промислових підприємствах, в тому числі й на деревообробних підприємствах, широко застосовують автотранспортні засоби, бензомоторні пили, трактори, бульдозери та інше обладнання, що працює на двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ). Дане обладнання є одним з найбільш поширених джерел забруднення атмосфери шкідливими речовинами, що викидаються з відпрацьованими газами (ВГ), картерними газами та паливними випаровуваннями. При цьому 95..99 % шкідливих викидів припадає на ВГ, що являє собою аерозоль, склад якого є досить складним [13].

Елементарний склад автомобільного палива, а також палива бензомоторних пил, бульдозерів та іншого аналогічного обладнання – це вуглець, водень, у невеликій кількості кисень, азот і сірка. Атмосферне повітря, що є окислювачем такого палива, складається в основному із азоту (79 %) та кисню (біля 21 %). При ідеальному спалюванні стехіометричної суміші вуглеводневого палива з повітрям у продуктах згоряння повинні бути присутні лише N_2 , CO_2 і H_2O . Однак, у реальних умовах відпрацьовані гази (ВГ) вміщують в собі, крім вищезгаданих газів, продукти неповного згоряння (оксид вуглецю, вуглеводні, альдегіди, тверді частинки вуглецю, пероксидні сполуки, водень і надлишковий кисень), продукти термічних реакцій взаємодії азоту з киснем (оксиди азоту), а також неорганічні сполуки тих або інших речовин, що присутні в паливі (сірчистий ангідрид, сполуки свинцю та ін.).

Всього у відпрацьованих газах виявлено біля 280 компонентів [13]. За своїм хімічним складом і властивостями, характеру дії на організм людини шкідливі речовини, що містяться у відпрацьованих газах двигунів

внутрішнього згоряння (автотранспортних засобів, бензомоторних пил, тракторів, бульдозерів та ін.), поділяють на дві групи: нетоксичні та токсичні. До нетоксичних речовин відносять: азот, кисень, водяну пару та вуглекислий газ. До складу токсичних речовин входять: оксид вуглецю CO, оксиди азоту NO_x, багаточислена група вуглеводнів C_nH_m, що включає в себе парафін, олефіни, ароматичні вуглеводні, альдегіди R·CHO, сажу та ін. При згорянні сірчастого палива утворюються неорганічні гази SO₂ і H₂S. Особливу групу токсичних речовин складають канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) – бензопірин. У випадку спалювання етилового бензину утворюються токсичні сполуки свинцю.

Якщо порівнювати склад відпрацьованих газів основних типів двигунів – бензинового двигуна з іскровим запаленням і дизеля із запаленням від стиснення, то видно, що між ними є суттєва різниця в концентрації продуктів неповного згоряння, особливо оксиду вуглецю, вуглеводнів і сажі. Основними токсичними компонентами відпрацьованих газів бензинових двигунів є CO, C_nH_m, NO_x та сполуки свинцю, а дизелів - NO_x і сажа.

Концентрація токсичних викидів перш за все залежить від конструкції двигуна, зокрема від паливної апаратури.

Експериментально встановлено, що дизельні двигуни порівняно з бензиновими є менш токсичними, особливо це виявлено в режимі міського руху автотранспорту з невеликими швидкостями та на холостому ходу.

Нормованими компонентами відпрацьованих газів двигунів автомобілів, тракторів, бензомоторних пил та іншого обладнання є оксид вуглецю, оксиди азоту та вуглеводні, що характеризуються найбільшою токсичністю.

5.2. Прилади, пристрої та матеріали що використовуються при виконанні роботи

- 1) Газоаналізатори 121ФА-01 і 123ФА-01;
- 2) Тахометр;

3) Матеріал: ємність з вихлопними газами автомобіля з бензиновим двигуном; ємність з вихлопними газами бензомоторної пили

5.2.1. Конструкція та принцип роботи газоаналізаторів 121ФА-01 і 123ФА-01

Газоаналізатор 121ФА-01 застосовується для визначення вмісту оксиду вуглецю CO у відпрацьованих (вихлопних) газах, а газоаналізатор 123ФА-01 – для визначення вмісту в цих газах вуглеводнів. Визначають ці два компоненти одночасно. Прилади заміряють об'ємні частки CO і об'ємні частки вуглеводнів у газовій пробі.

Принцип роботи аналізаторів заснований на абсорбційному методі аналізу з використанням інтерференційних фільтрів в інфрачервоній області спектру.

В основу принципу покладений оптично-абсорбційний метод, заснований на вимірюванні поглинання інфрачервоної (ІЧ) енергії випромінювання досліджуванним компонентом. Ступінь поглинання ІЧ енергії випромінювання залежить від концентрації досліджуваного компонента у газовій суміші. Кожному газу властива своя область довжин поглинання.

Потік монохроматичного інфрачервоного випромінювання пропускається по черзі через канали з досліджуваною газовою сумішшю і без неї. На приймачі ІЧ випромінювання реєструється сигнал, що дає інформацію про концентрацію компонента.

Газ із вихлопної труби автомобіля (бензомоторної пили, чи іншого транспортного засобу) засмоктується в трубопровід, де попередньо охолоджується, а потім поступає у фільтр для очищення від пилу. В результаті охолодження газу утворюється конденсат, який також поступає у фільтр.

Висушений та очищений від пилу газ поступає у вимірювальний

перетворювач. Тут концентрація досліджуваного компонента перетворюється в електричний сигнал. Оцінка результатів замірів здійснюється візуально за шкалою стрілочного приладу.

Діапазон замірів об'ємної частки вуглеводнів у підготовленій газовій пробі, млн.⁻¹ : діапазон 1 – від 0 до 2000, діапазон 2 – від 0 до 5000.

Діапазон вимірювань CO у підготовленій пробі: від 0 до 5% і від 0 до 10%. Час прогрівання газоаналізатора – не більше 20 хв.

Вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів визначають під час роботи двигуна для двох частот обертання колінвала, рекомендованих заводом-виготовлювачем автотранспортного засобу: мінімальний (n_{\min}) і підвищений ($n_{\text{підв}}$) у діапазоні $2000 \text{ хв}^{-1} \dots 0,8n_{\text{підв}}$.

Вміст CO і C_nH_m повинен бути в межах значень, установлених підприємством-виготовлювачем, але не вище наведених у табл. 5.1 значень гранично допустимого вмісту (ГДВ).

Таблиця 5.1

Значення гранично допустимого вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у вихлопних газах автомобіля

Частота обертання колінвала	ГДВ CO в об'ємних частках, %	ГДВ вуглеводнів для двигунів з числом циліндрів	
		4	більше 4
n_{\min}	1,5	1200	9000
$n_{\text{підв}}$	2,0	600	1000

Під час контрольних перевірок автомобілів допускається вміст CO на частоті n_{\min} до 3% (об'ємна частка вуглеводнів виражається у частинах на мільйон гексану (млн.⁻¹)).

Тахометр застосовується для вимірювання частоти обертання колінвала. Шкала тахометра має два діапазони: 0 – 1000 хв^{-1} і 0 – 10000 хв^{-1} , забезпечуючи вимірювання з похибкою не більше 2,5 %.

Перед замірами двигун повинен бути прогрітий до температури, що вказується в інструкції з експлуатації автотранспортного засобу або іншого виду обладнання.

Результати замірів записати в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Результати контролю викидів шкідливих речовин з вихлопних труб ДВЗ автотранспортних засобів та іншого обладнання

Найменування обладнання (ДВЗ)	Покази тахометра		Концентрація, мг/м ³		Гранично допустимий вміст	
	n _{min}	n _{підв}	СО	С _n Н _m	СО, %	С _n Н _m , мЛН. ⁻¹
1	2600	3000	1,7	0,04	0,75	0,053
2	3800	3000	1,9	0,08	0,75	0,053

Рекомендуємо вжити спеціальні заходи для зниження показників забруднень, бо картина є негативною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проблема надмірного пиловиділення – найбільша проблема щодо умов праці при шліфуванні

2. В роботі розроблена і реалізована методика дослідження запыленості на ділянці шліфування в навчально-виробничій майстерні. Результати замірів показали трикратне перевищення допустимої концентрації

3. Проаналізована траєкторія руху частинок пилу та проведено фракційний аналіз пилу процесу шліфування

4. Екологічний вплив на довкілля при шліфуванні визначається якістю очищення пилу перед викидом в атмосферу. Якісний підбір циклона – вирішальна задача екологічності виробництва

5. В роботі проаналізовані основні види пиловловлювачів, які використовуються в деревообробці. Визначені їх переваги і недоліки.

6. Незадовільне вловлювання дрібнодисперсного пилу – основний недолік пиловловлювачів.

7. Проведене дослідження ефективності пиловловлювача, встановленого над шліфувальним верстатом в навчально-виробничій майстерні (Конструкція пиловловлювач розроблена на кафедрі ТЛ, С та ДБВ)

8. Ефективність пиловловлювання досліджуваного варіанту становить 87% і основна перевага – вловлювання дрібнодисперсного пилу

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Апостолюк С.О., Апостолюк А.С., Джигирей В.С. та ін. Охорона навколишнього середовища в деревообробній промисловості.-К.: Основа, 2003,-174 с.
2. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Геврик Е.О. та ін. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Безпека життєдіяльності”-Львів, Укр ДЛТУ,1994.-98 с.
3. Апостолюк С.О., Мацюк Р.І. та ін. Охорона навколишнього середо-вища в лісопромисловому комплексі. Львів, ПТВФ “Афіша” 2001, - 200 с.
4. В.С.Джигирей, Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Львів, ПТВФ “Афі-ша”, 2000. - 271 с.
5. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. *Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27 грудня 2001 р. № 528 [2, С. 265].*
6. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М., Яцюк Р.А., Сторожук В.М., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник Київ: «Знання», 2016. - 311 с.
7. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
8. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
9. Жидецький В.Ц, Джигирей В.С., Сторожук В.С. та ін, Практикум із охорони праці. – Львів: Афіша, 2000, - 349 с.
10. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: підручник / В. Ц. Жидецький. - вид., перероб. і допов. - К.: Знання, 2010. 373 с.

11. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: Навч. посібник. – Львів. ПТВФ “Афіша”, 2000. – 341 с.
12. Інструкція про застосування переліку професійних захворювань. *Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України, Академії медичних наук України і Міністерства праці і соціальної політики України від 29 грудня 2000 р. № 374/68/338* [2, С. 335].
13. Носовський Т.А. Основи промислової екології. Київ. 1996, 80 с.
14. Перелік професійних захворювань. *Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2000 р. № 1662* [2, С. 337].
15. Перелік робіт з підвищеною небезпекою. *Затверджено Наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 р. №15* [2, С. 307].
16. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці. *Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13 грудня 2004р. № 614* [2, С. 314].
17. Про єдину державну систему показників обліку умов і безпеки праці. *Наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 31 березня 1994 р. № 27* [2, С. 256].
18. Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві. *Наказ МНС України № 398 від 27.06.2006 р.*
19. Сомар Г. В., Сторожук В.М., Соколовський І.А., Козар В.С. Розрахунки в охороні праці. Методичні рекомендації. Львів.: НЛТУ України, 2017. – 79с.
20. Сторожук В.М. Виробничі шуми: природа і шляхи зниження. – К.: “Основа”, 2003, - 384 с

21. Сторожук В.М., Соколовський І.А., Сомар Г.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів технічних спеціальностей. Частина І. Львів, НЛТУУ, 2021 - 567 с.
22. Сторожук В.М., Соколовський І.А., Сомар Г.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів технічних спеціальностей. Частина ІІ. Львів, НЛТУУ, 2021 - 62 с.