

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему **«Дослідження розподілення пилу в повітрі робочої зони при
виробництві дерев'яних конструкцій»**

Здобувача Ярмольчука В.П.

2 курсу, ТЗС-567 групи

Керівник доцент Мадані М.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2024 р., протокол № _____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса – 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
к-т біол. наук, доц.

_____ **О.Л. Гаркович**

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ **Ярмольчука Віктора Павловича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження розподілення пилу в повітрі робочої зони при виробництві дерев'яних конструкцій».
Затверджена наказом ОНТУ від «28» березня 2024 року, наказ № 139-03
2. Термін здачі здобувачем роботи 01.12.24.
3. Вихідні дані роботи визначення розподілення пилу, що утворюється у виробництві дерев'яних конструкцій.
4. Перелік питань, які потрібно розробити здійснити аналіз технологічних процесів деревообробки; провести аналіз методів та засобів знепилювання повітря робочої зони при виробництві будівельних конструкцій та виробів з деревини; дослідити процеси розповсюдження та осідання пилу у деревообробних цехах; розробити рішення щодо зниження запилення повітряного середовища підприємства при виробництві дерев'яних конструкцій; охарактеризувати заходи щодо охорони праці в науково-дослідній лабораторії та на деревообробному підприємстві; провести оцінку захисту персоналу деревообробного підприємства «Песа» в надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Таблиці та схеми, що відображають хід виконання випускної кваліфікаційної роботи.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Мадані М.М., доцент	28.03	9. 10
2	Мадані М.М., доцент	28.03	18.10
3	Мадані М.М., доцент	28.03	14.11
4	Мадані М.М., доцент	28.03	21.11
5	Мадані М.М., доцент	28.03	29.11

7. Дата видачі завдання 29.01.2024 р.

Керівник Марія МАДАНИ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання Віктор ЯРМОЛЬЧУК
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та вибір напрямку досліджень	5.10.24	
2.	Аналіз механічних властивостей деревини	7.10.24	
3.	Оцінка запиленості повітря на робочих місцях	12.10. 24	
4.	Дослідження розподілення пилу у повітрі робочої зони	14.10.24	
5.	Дослідження розповсюдження пилу по висоті приміщення	5.11.24	
6.	Дослідження процесів осідання пилу	9.11.24	
7.	Розробка рішення щодо зниження запилення повітряного середовища підприємства	14.11.24	
8.	Формулювання висновків та рекомендацій	29.11.24	
9.	Оформлення презентаційних матеріалів	6.12.24	

Здобувач-дипломник Віктор ЯРМОЛЬЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Марія МАДАНИ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Віктор ЯРМОЛЬЧУК
(прізвище та ініціали) (підпис)

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи: стор. – 82, рис. – 28, табл. – 12, формули - 7, література – 35.

Перелік ключових слів: деревний пил, повітря робочої зони, пилоосідання, пилоочищення, системи аспірації.

Тема: Дослідження розподілення пилу в повітрі робочої зони при виробництві дерев'яних конструкцій.

Об'єкт дослідження: пил, що утворюється при обробці деревини різних порід.

Предмет дослідження: оцінка впливу пилових викидів деревообробних підприємств на забруднення робочої зони під час виконання різних технологічних операцій із обробки деревини різних порід.

Мета досліджень: мінімізація шкідливого впливу пиловиділень на здоров'я працівників за допомогою забезпечення надійності систем аспірації на основі результатів дослідження процесів поширення, осідання та уловлювання пилу, що утворюється у виробництві дерев'яних будівельних конструкцій.

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

Розділ 1. Наведено аналіз технологічних процесів на деревообробних підприємствах; проаналізовано методи та засоби знепилювання повітря робочої зони при виробництві будівельних конструкцій та виробів з деревини; обґрунтовано та вибрано напрям досліджень.

Розділ 2. Охарактеризовано об'єкти дослідження; проведено аналіз механічних властивостей деревини; наведено результати експериментальних досліджень процесів розповсюдження та осідання пилу у деревообробних цехах. Наведено висновки до другого розділу.

Розділ 3. Розроблено рішення щодо зниження запилення повітряного середовища підприємства при виробництві дерев'яних конструкцій. Наведено висновки до третього розділу.

Розділ 4. Охарактеризовано заходи щодо охорони праці в науково-дослідній лабораторії та на деревообробному підприємстві «Песа».

Розділ 5. Проведено оцінку захисту персоналу деревообробного підприємства «Песа» в надзвичайних ситуаціях.

ЗМІСТ

Вступ	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ	6
1.1 Аналіз технологічних процесів на деревообробних підприємствах	6
1.2 Аналіз методів та засобів знепилювання повітря робочої зони при виробництві будівельних конструкцій та виробів з деревини	6
1.3 Обґрунтування та вибір напрямку досліджень	7
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕПИЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЕВООБРОБКИ	31
2.1 Характеристика об'єктів обстеження	31
2.2 Аналіз механічних властивостей деревини	32
2.3 Експериментальні дослідження процесів розповсюдження пилу у деревообробних цехах	34
2.3.1 Оцінка запиленості повітря на робочих місцях	36
2.3.2 Дослідження розподілення пилу у повітрі робочої зони	37
2.3.3 Дослідження розповсюдження пилу по висоті приміщення	
2.3.4 Дослідження процесів осідання пилу	
2.3.5 Результати обстеження систем аспірації	
2.4 Висновки до другого розділу	
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЗАПАЛИНОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІДПРИЄМСТВА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ	45
3.1 Рішення щодо забезпечення надійності систем аспірації	45
3.2 Експериментальна оцінка ступеня зниження пилових викидів	45
3.3 Висновки до третього розділу	46
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
4.1 Охорона праці в науково-дослідних лабораторіях	62
4.2 Заходи із забезпечення безпечних умов праці в науково-дослідних лабораторіях.....	63
4.3 Охорона праці на деревообробних підприємствах.....	65
РОЗДІЛ 5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	69
5.1 Цивільний захист на деревообробних підприємствах.....	69
5.2 Оцінка захисту персоналу підприємства «Песа» в надзвичайних ситуаціях.....	73
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

ВСТУП

Актуальність дослідження. За ступенем негативного впливу на працівників деревний пил віднесений до мало небезпечних речовин (IV клас), характеризується абразивними властивостями, відноситься до аерозолів переважно фіброгенної дії та у виробничих умовах може викликати алергічні реакції. Постійний контакт з деревним пилом призводить до різних захворювань органів дихання, шкіри та очей, а також до розвитку пневмоконіозу та пилового бронхіту.

Проведені раніше дослідження, пов'язані з вирішенням проблеми зниження запиленості повітряного середовища на аналізованих підприємствах, більшою мірою були спрямовані на вирішення питань, пов'язаних із зниженням пилових викидів в атмосферне повітря, і в меншій – на вирішення проблеми знепилення робочої зони. При цьому недостатньо вивчені процеси поширення та осідання пилу, що утворюється у виробництві дерев'яних будівельних конструкцій. Тому дослідження, спрямовані на вивчення перерахованих факторів, що визначають формування пилової обстановки на підприємстві, є актуальними.

Мета дослідження – мінімізація шкідливого впливу пиловиділень на здоров'я працівників за допомогою забезпечення надійності систем аспірації на основі результатів дослідження процесів поширення, осідання та уловлювання пилу, що утворюється у виробництві дерев'яних будівельних конструкцій.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішувалися такі завдання:

- аналіз технологічних процесів виробництва будівельних конструкцій з деревини, як джерел виділення забруднюючих речовин у повітря робочої зони;
- аналіз методів та засобів знепилення повітря робочої зони при виробництві будівельних матеріалів та виробів з деревини;
- експериментальні дослідження процесів поширення та осідання деревного пилу у виробничих приміщеннях за різних способів організації

знепилювання повітря робочої зони під час виробництва будівельних матеріалів та виробів з деревини.

Методи дослідження включали: аналітичне узагальнення відомих наукових та технічних результатів, експериментальні дослідження в лабораторних та промислових умовах, обробку експериментальних даних методами математичної статистики та кореляційного аналізу з застосуванням комп'ютерних програм.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз технологічних процесів на деревообробних підприємствах

Процес виготовлення виробів на сучасному деревообробному підприємстві складається із безпосередньої обробки матеріалу (наприклад, сушіння деревини, механічної обробки деталей, склеювання, складання тощо) і супутніх їй процесів транспортування та зберігання матеріалів на складах, контролю якості, обліку виробленої продукції, управління виробництвом тощо [1–5].

Технологія виробів з деревини є науковою та практичною діяльністю у найбільш раціональних та ефективних способах виготовлення виробів з деревних матеріалів. Технологічний процес включає не тільки механічну обробку деревини різанням, пресуванням, згинанням, з'єднання деталей, а й фізичні процеси нагрівання та сушіння матеріалів, хімічні явища при склеюванні та обробці.

Процеси сушіння та обробки деревини різко відрізняються від процесів механічної обробки. Вироби з деревних матеріалів зазвичай відрізняються складною конструкцією та складаються з великої кількості різноманітних деталей, форма та розміри яких задані кресленням виробу. У виробках деталі можуть бути цільними та складовими (клеєними). Цілісні деталі виробляють із масивної деревини, а складові або клеєні – зі складових частин [1–5]. Склеюють із шпону або вирізають із клеєної фанери, столярної плити тощо. Кожна деталь відрізняється своїми характерними ознаками, має власний технологічний процес виготовлення. Технологічний процес виробництва всього виробу – це сукупність технологічних процесів виготовлення його деталей, складання їх у виріб та, якщо необхідно, обробки зібраного виробу до повної готовності.

Технологічний процес виготовлення кожної деталі та виробу може бути розділений на ряд етапів - стадій, що відрізняються один від одного характером

обробки (наприклад, згинання, різання, склеювання тощо) або відмінністю мети, яка ставиться на даному етапі (розкрій, механічна обробка та ін.).

Технологічний процес виготовлення виробів з деревини може бути поділений на типові стадії, у тій чи іншій послідовності, що зустрічаються майже на кожному підприємстві [1–5].

Сировиною для всіх виробів служать деревні матеріали у вигляді дощок, деревинно-стружкових, деревноволокнистих або столярних плит, фанери та облицювальних матеріалів.

Методи обробки деревних матеріалів більшою мірою визначаються їх властивостями. Використовувати у виробництві деревину необхідно за певної вологості [6, 7].

Сушіння або досушування деревини та матеріалів перед запуском їх у обробку – одна з перших стадій технологічного процесу будь-якого підприємства, що виготовляє вироби із деревини [1, 8, 9].

Механічна обробка деревних матеріалів на верстатах зазвичай починається з розкрою, поділу дощок, фанери, столярних плит та інших матеріалів на відрізки певних розмірів, з яких шляхом фрезерування та інших операцій можуть бути отримані необхідні деталі. Такі відрізки після розкрою називають чорновими заготовками деталей. Дисперсний склад пилу, що утворюється при основних процесах механічної обробки деревини наведено у таблиці 1.1

При розкрої деревних матеріалів на заготівлі необхідно добиватися найбільш раціонального використання сировини, тобто отримання найбільшої кількості заготовок, які за якістю відповідають встановленим вимогам, які регламентуються допустимими дефектами деревних матеріалів [1, 10].

Таблиця 1.1 – Дисперсний склад пилу, що утворюється при основних процесах механічної обробки деревини за [1]

Технологічний процес	Розміри частинок, мкм				
	200-100	100-75	75-53	53-40	40
	Вміст, %				
Пиляння	16	68	10	3	3
Фрезерування	40	53	4,5	2	0,5
Свердління	46	45,5	4,5	2,5	1,5
Стругання	52	43	3	1,2	0,8
Шліфування	21	28	17,5	12	21,5

Розкроювання деревних матеріалів на заготівля також типова стадія технологічного процесу.

Послідовність перших стадій технологічного процесу (сушіння та розкрою) залежить від конструкції виробів і може бути різною. Можливе спочатку сушіння деревних матеріалів, а потім розкрий їх і, навпаки, спочатку розкрий, а потім сушіння заготовок. Насправді знаходять застосування і той, і інший спосіб. Заготівля зазвичай проходить у дві стадії механічної обробки. На першій стадії заготівлі проводять обробку з чотирьох сторін і надають правильної геометричної форми і точних розмірів. Цю стадію обробки називають механічною обробкою чорнових заготовок. Внаслідок її виконання виходять чистові заготовки [6, 7, 11, 12].

Друга стадія обробки заготовок включає формування шипів і вушок, свердління отворів, вибірку гнізд, шліфування тощо. Цю стадію називають механічною обробкою чистових заготовок. В результаті її виконання отримують готові деталі у заданій відповідно до креслень формі.

Така послідовність перетворення заготовок на деталі необхідна тому, що тільки на заготовках з обробленими поверхнями та заготовках, що мають правильну форму та точні розміри, можуть бути точно сформовані шипи, висвердлені отвори, гнізда тощо. Наведені дві стадії перетворення заготовок на готові деталі характерні лише для деталей із цільної деревини.

Складові (клеєні) або фанеровані деталі проходять ще одну стадію - склеювання та облицьовування. У такому випадку спочатку виконують склеювання та облицьовування, а потім остаточну механічну обробку заготовок [7, 11, 12].

Процес складання виробів із готових деталей також можна розділити на ряд стадій. Перша з них – складання деталей у складальні одиниці (рамки, щити, коробки тощо). Такі складальні одиниці, перш ніж збирати у вироби, обробляють на верстатах для зняття провісів, вивіряння розмірів і, якщо потрібно, свердління гнізд, відбірки профілів тощо.

Послідовність подальших стадій технологічного процесу залежить від конструктивних рішень і може бути різним.

Можливе спочатку збирання підготовлених одиниць у виріб, а потім оздоблення зібраного виробу, і навпаки, спочатку оздоблення складальних одиниць та деталей, а потім складання їх у вироби або упаковка в розібраному вигляді [1, 6].

Технологічною операцією називається закінчена частина технологічного процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці під час виготовлення однієї й тієї продукції.

Наприклад, стадія розкрою дощок на заготовки зазвичай складається з операцій розпилювання дощок упоперек (торцювання) та отриманих відрізків вздовж. Кожну з цих операцій виконують на різних верстатах та зазвичай різні робітники. Іноді до операцій поперечного та поздовжнього розпилювання додається самостійна операція попередньої розмітки дошки [8, 9].

Особливо великі коливання ступеня дробності операцій спостерігаються в технологічних процесах складання. У дрібних виробництвах все збирання деталей у вироби доручають одному робітнику (чи бригаді робітників). У цих випадках усі вироби збирають на одному робочому місці, планують та враховують як одну операцію. Такий прийом називають укрупненням операції [13, 14].

Ту ж роботу у великосерійних та масових виробництвах зазвичай поділяють на самостійні операції, які виконуються окремими робітниками на різних робочих місцях. На сучасних підприємствах технологічна операція здійснюється за допомогою технологічної системи, що включає технологічну машину, пристосування, інструмент з несучими елементами, заготовку, які підготовлені до виконання технологічної операції [5, 15].

Аналізуючи технологічні операції, бачимо, що вони складаються з робочих прийомів, що повторюються при обробці кожної нової заготовки, наприклад, взяття заготовки зі штабеля, переміщення її до верстата, закріплення в верстаті, включення подачі верстата і т.д. прийоми можуть виконуватися підсобними робітниками та розглядатися як допоміжні операції.

Комплекс технологічних операцій з механічної обробки заготовок після склеювання та облицювання умовно називають вторинною, або остаточною, механічною обробкою, оскільки обробляються заготовки, що пройшли первинну обробку та калібрування. Необхідність такої обробки обумовлюється тим, що при склеюванні та облицюванні зустрічаються відносні зрушення частин, що склеюються. А чистові заготовки вимагають ще обробки для отримання відповідної деталі, що відповідає вимогам конструкторської документації за формою та якістю.

Вторинна механічна деревообробка складається з двох частин: остаточної обробки заготовок, що забезпечує форму, та підготовку поверхні до обробки, що формує якість. Оскільки виріб з деревини формується із брусків та щитових деталей, що мають специфічні особливості механічної обробки. До стадії остаточної механічної обробки відносяться технологічні операції з формування шипів, фрезерування профілів, вибірки гнізд та свердління отворів.

На всіх етапах технологічного процесу виробництва дев'ятих конструкцій відбувається виділення забруднюючих речовин, перелік яких наведено у таблиці 1.2 [1, 4, 6, 7, 11, 12].

Таблиця 1.2 – Виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони на окремих етапах технологічного процесу виробництва фанери, [1]

Ділянка виробництва фанери	Забруднююча речовина			
	пил	фенол	формальдегід	аміак
Ділянка обробки фанерної сировини	+	-	-	-
Ділянка луцення чураків	+	-	-	-
Ділянка сортування шпону	+	-	-	-
Ділянка ремонту шпону	+	-	-	-
Ділянка обрізки листкової фанери	+	-	-	-
Ділянка сортування фанери	+	-	-	-
Ділянка упаковки фанери	+	-	-	-
Ділянка виробництва деревних шаруватих пластиків	+	+	+	-
Ділянка склеювання шпону	-	+	+	+
Ділянка приготування смол	-	+	+	+

Відповідно до [39] пил деревний має IV клас небезпеки з $ГДК_{рз} = 6 \text{ мг/м}^3$, але віднесений до аерозолів переважно фіброгенної дії, який, крім того, може спричинити алергію у виробничих умовах. Ступінь шкідливого впливу деревного пилу на організм працюючих здебільшого залежить від його дисперсності та породи дерев [5, 15].

Формальдегід має II клас небезпеки з $ГДК_{рз} = 0,5 \text{ мг/м}^3$ і відноситься до речовин з гостроспрямованим механізмом дії, здатним викликати алергічні захворювання у виробничих умовах і вимагає спеціального захисту шкіри та очей, а також автоматичного контролю за вмістом у повітрі [13, 14].

Фенол також має II клас небезпеки з $ГДК_{рз} = 0,3 \text{ мг/м}^3$, і його присутність у повітрі робочої зони вимагає спеціального захисту шкіри та очей [14].

Постійний контакт з деревним пилом призводить до різних захворювань органів дихання, шкіри та очей, а також до розвитку пневмоконіозу та пилового бронхіту [15].

1.2 Аналіз методів та засобів знепилювання повітря робочої зони при виробництві будівельних конструкцій та виробів з деревини

Для вирішення завдання забезпечення необхідних нормативів за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони застосовується вентиляція, як одна з засобів колективного захисту працюючих від шкідливих виробничих факторів: для підтримки концентрації шкідливих парів на рівні не вище $\Gamma ДК_{рз}$ - загальнообмінна припливно-витяжна; для знепилювання повітря робочої зони – локалізуюча (місцева витяжна) системи аспірації.

Для уловлювання деревного пилу, стружки і тирси, що утворюються під час механічної обробки матеріалів, деревообробні верстати, що встановлюються на механічній ділянці, обладнуються місцевими відсмоктувачами (приймачами), які, як правило, вбудовані в конструкцію верстата і одночасно є огороженням для його ріжучих частин [1, 5]. Варіанти приєднання відсмоктувачів до пиловловлюючих агрегатів (ПВА) показані на рисунку 1.1.

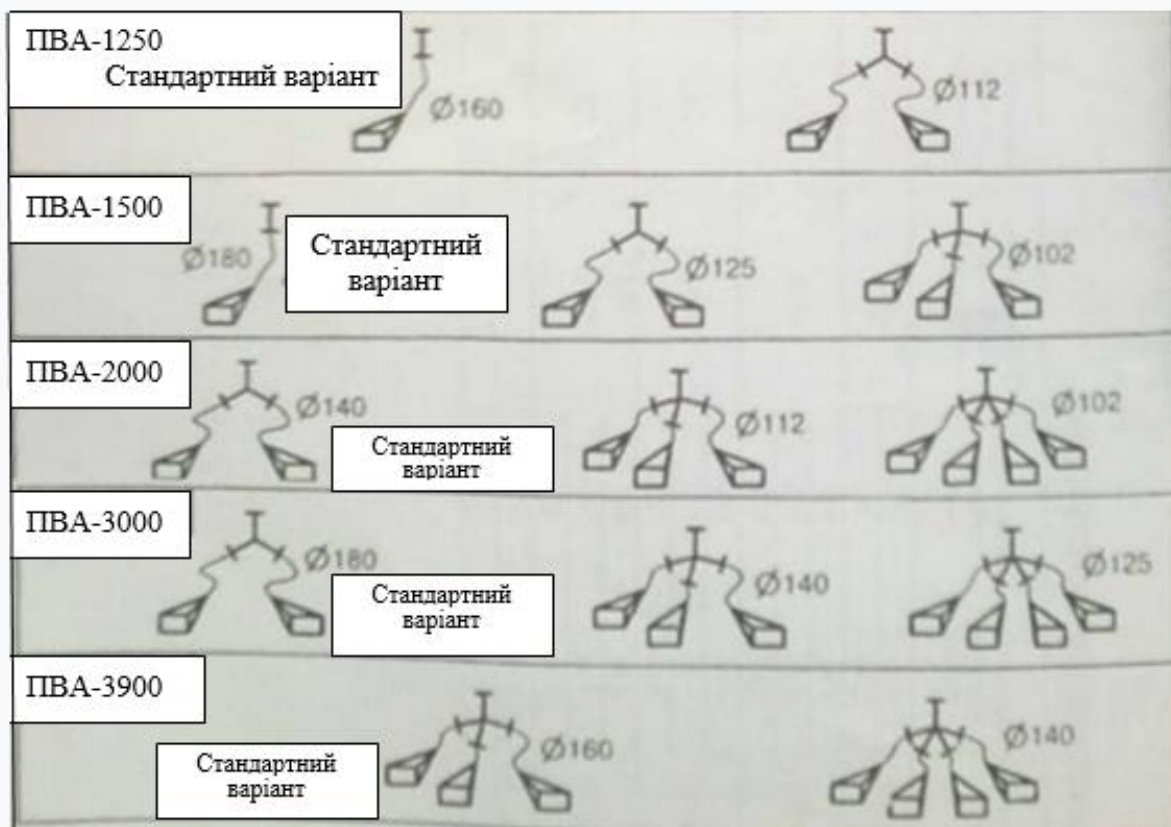


Рис. 1.1 – Варіанти приєднання місцевих відсмоктувачів до ПВА

Уловлювання твердих домішок здійснюється за рахунок дії повітряного потоку та за рахунок використання швидкості руху твердих частинок, що їм надає ріжучий інструмент [1, 6]. Об'єм видаленого через приймачі повітря повинен забезпечувати уловлювання та передачу пилу до відсмоктуючого повітропроводу, а також стійке транспортування частинок у зваженому стані по повітропроводу [7]. Головна умова при виборі об'єму повітря, що відсмоктується – ефективне знепилювання процесів обробки деревини. Тому об'єми повітря, що видаляються від різних верстатів, визначаються не за умови забезпечення оптимальної концентрації частинок у повітряному потоці, а за результатами експериментального обстеження місцевих відсмоктувачів, що забезпечують ефективне знепилення [6, 7].

Як правило, у ріжучих головок токарних та фрезерних верстатів, відсутня можливість влаштування приймачів. Тому в місцях розміщення цього обладнання, а також на тих ділянках виробничих приміщень, де можливе скупчення стружок та тирси, передбачається встановлення підлогових відсмоктувачів безперервної або періодичної дії [1].

На заточній ділянці уловлювання пилу, здійснюється за допомогою місцевих відсмоктувачів. Об'єм повітря, що видаляється ними, визначається за умови $2 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 мм діаметра заточувального круга [1,7].

Пилоприймачі різних верстатів мережею повітроводів об'єднуються в системи аспірації, які поділяються на розгалужені та колекторні.

До перших (рис. 1.2) [1, 5, 6, 7] належать системи зі змінним діаметром магістрального повітроводу, який зростає по мірі приєднання до нього відгалужень від окремих верстатів.

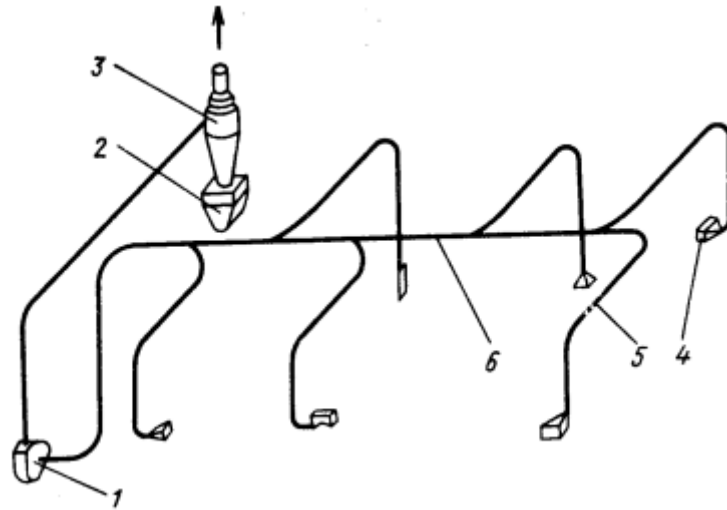


Рис. 1.2 – Схема компонування розгалуженої системи:

1 – вентилятор; 2 – бункер; 3 – циклон; 4 - місцевий відсмоктувач; 5 – відгалуження від верстата; 6 – збірний магістральний повітропровід.

По довжині магістрального повітропроводу суттєво змінюється статичний тиск, у зв'язку з чим застосування таких систем не допускає зміни числа верстатів чи місця їх розміщення у виробничому приміщенні. У такому випадку може статися зниження об'єму і відповідно швидкості повітря, що відсмоктується від верстата, до рівня нижче транспортуючого, що, у свою чергу, призведе до зростання запилення повітря на робочих місцях.

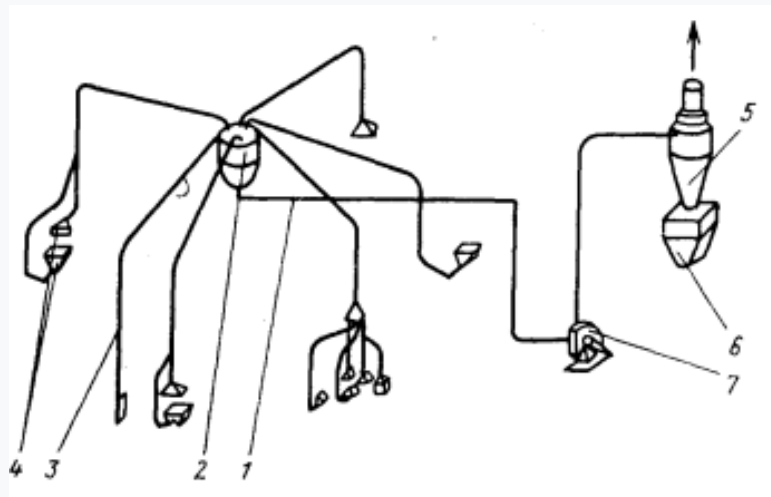


Рис. 1.3 – Схема колекторної системи:

1 – збірний повітропровід; 2 – барабанный колектор; 3 – відгалуження від верстата; 4 - місцевий відсмоктувач; 5 – циклон; 6 – бункер; 7 – вентилятор.

У колекторних системах (рис. 1.3) магістральний повітропровід замінюється на колектор (барабанний, вертикальний, горизонтальний, конусний), який є камерою практично постійного статичного тиску [1, 3, 4, 11, 12]. За такого рішення створюються однакові аеродинамічні умови для всіх відгалужень від верстатів. Тому такі системи можуть працювати стійко незалежно від зміни числа верстатів чи зміни їх розташування.

1.3 Обґрунтування та вибір напрямку досліджень

Деревний віднесений до IV класу небезпеки, тобто вважається малонебезпечним [13, 14]. Разом з тим, слід зазначити, що цей пил – аерозоль переважно фіброгенної дії, який в виробничих умовах може викликати алергічні реакції, а також призводить до різних захворювань органів дихання, шкіри та очей, до розвитку пневмоконіозу та пилового бронхіту. Невипадково деякі дослідники вважають, що слід переглянути питання про віднесення деревного пилу до класу малонебезпечних речовин та питання про нормативний вміст у повітрі робочої зони, встановленому ще в 30-ті роки ХХ століття [16-18].

Задля забезпечення нормованих умов праці як засіб колективного захисту працюючих застосовується вентиляція: для розбавлення газів – загальнообмінна, для знепилення повітря робочої зони – системи аспірації, які можуть бути централізовані чи децентралізовані.

Вирішенням питань, пов'язаних зі зниженням запиленості повітряної середовища на підприємствах деревообробної промисловості, зокрема на підприємствах з виробництва деревних будівельних матеріалів, займалися багато дослідників – Балтук В.А., Мадані М.М., Козій І.С., Дадак Ю.Р., Ратушняк Г.С., Шушляков О.В. та інші [2, 4, 15, 19, 20].

Однак у зв'язку з «малою небезпекою» деревного пилу ці дослідження в більшою мірою були спрямовані на вирішення питань, пов'язаних із зниженням

пилових викидів в атмосферне повітря, і меншою мірою – на вирішення проблем знепилення повітря робочої зони.

Відзначається багатьма дослідниками, що висока запиленість повітря на робочих місцях верстатників у виробництві дерев'яних будівельних конструкцій та виробів в першу чергу обумовлена неефективною та нестійкою роботою аспіраційних систем. Досвід експлуатації таких установок показує, що в процесі роботи на внутрішніх поверхнях горизонтальних повітроводів утворюються відкладення пилю. Внаслідок цього знижується об'єм повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами від обладнання, внаслідок чого відбувається вибивання пилю в повітря робочої зони. Також знижується об'єм переміщеної по системі пилоповітряної суміші та, відповідно, транспортуюча здатність повітря, що призводить до інтенсифікації процесів відкладення пилю і може спричинити відмову системи аспірації.

З урахуванням цього як напрямок дослідження було обрано вивчення процесів поширення, осідання та уловлювання пилю, що утворюється при механічній обробці деревини різних порід.

Деревний пил має абразивні властивості, і, крім того, разом з ним на очищення надходять абразивні частки, що утворюються при роботі ріжучого інструменту, шліфувальних кругів, а також при заточенні різальних інструментів, що може призвести до абразивного зносу апаратів пилеочищення і, отже, до настання відмови.

В даний час, особливо в невеликих цехах та майстернях, що виробляють будівельні конструкції з деревини, велике поширення набули децентралізовані системи аспірації, в яких очищення повітря від пилю з поверненням очищеного потоку в приміщення здійснюється в агрегатах різних конструкцій. Перевагою такого рішення є зниження витрат на обробку повітря, що подається в приміщення.

Разом з тим, слід зазначити такі суттєві недоліки. По-перше – обмежений об'єм оброблюваного повітря (якщо верстат має кілька

відсмоктувачів, то практично у кожного верстата має працювати індивідуальний агрегат). По-друге – сам агрегат, що розташовується в безпосередньої близькості від обладнання, займає корисну площу приміщення та може стати причиною поранень; джерелом додаткового шуму на робочому місці через роботу вентилятора. По-третє – потрібна розгалужена мережа проводів для забезпечення агрегатів електроенергією. По-четверте – за даними розробників та виробників рециркуляційних агрегатів їх ефективність не перевищує 96 %, отже, у повітря робочої зони у безпосередній близькості від робочого місця надходить незловлений пиломатеріал переважно дрібних фракцій.

Крім того, неможлива уніфікація пилоочисного обладнання, оскільки для кожного виду пилу потрібна певна конструкція агрегату.

Слід також зазначити, що деревообробне виробництво за пожежонебезпечністю відноситься до категорії В (пожежонебезпечне) та за існуючими вимогами пилоочисне обладнання для таких виробництв має виноситися за межі виробничого приміщення та розташовуватися з відривом щонайменше 10 м від зовнішніх стін [21]. З цього погляду рециркуляційні агрегати, маючи пилонакопичувачі, можуть бути джерелами пожежі. З урахуванням викладеного вище перевагу слід віддавати централізованим системам аспірації.

1.4 Висновки до першого розділу

1. Проведений аналіз показав, що під час виробництва будівельних матеріалів з деревини у повітря робочої зони надходять різні забруднюючі речовини, до яких відносяться фенол, формальдегід, аміак та пиломатеріал від деревообробних та металообробних верстатів.

2. Аналіз відомих літературних та наукових джерел показав, що для знепилення повітряного середовища на аналізованих підприємствах застосовуються централізовані та децентралізовані системи аспірації.

3. Для очищення викидів в атмосферу у централізованих системах аспірації та пневмотранспорту використовуються переважно циклони, у тому числі циклонні апарати, в яких реалізуються вихрові ефекти.

4. Індивідуальні знепилюючі агрегати, що застосовуються при децентралізованій аспірації, мають низку істотних недоліків.

5. Обґрунтовано та обрано напрямок досліджень.

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕПИЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЕВООБРОБКИ

2.1. Характеристика об'єктів обстеження

Експериментальні дослідження з оцінки пилової обстановки в виробничих приміщеннях проводилися на деревообробному підприємстві «Песа», виробничі потужності якого знаходяться у с. Хатки Тернопільської області. Дане підприємство спеціалізується на випуску будівельних матеріалів, виробів та конструкцій з деревини.

Як приклад рис. 2.1 наведено план на відм. 0,000 м (рис. 2.1, а), план на відм. 2,500 м (рис. 2.1, б) та переріз (рис. 2.1, в) одного з обстежених деревообробних цехів.

Виробниче приміщення має висоту 4,5 м. На відм. 0,000 м розміщені склад, сушильна камера, побутові приміщення та технологічне обладнання: шліфувально-стрічковий верстат, циркуляційна пилка №1, рейсмусовий верстат, круглопилний верстат, циркуляційна пилка №2, свердлильно-довбіжний верстат №1, стругальний, свердлильно-довбальний верстат №2, фрезерний верстат. На відм. + 2,500 м розташовується майданчик, не зайнятий жодним обладнанням.

Для забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов у обстежених цехах влаштована припливно-витяжна вентиляція, запроектована відповідно до чинних норм та рекомендацій [1, 6, 13, 21].

Для видалення пилоподібних відходів, що утворюються при обробці деревини, безпосередньо від місць їх утворення призначені розгалужені або колекторні системи аспірації (п.п. 1.2), що включають себе: вбудовані в

корпуси верстатів пилостружкоприймачі; мережа повітроводів; вертикальний колектор-пилосбірник (у колекторних системах); пиловий вентилятор; циклон.

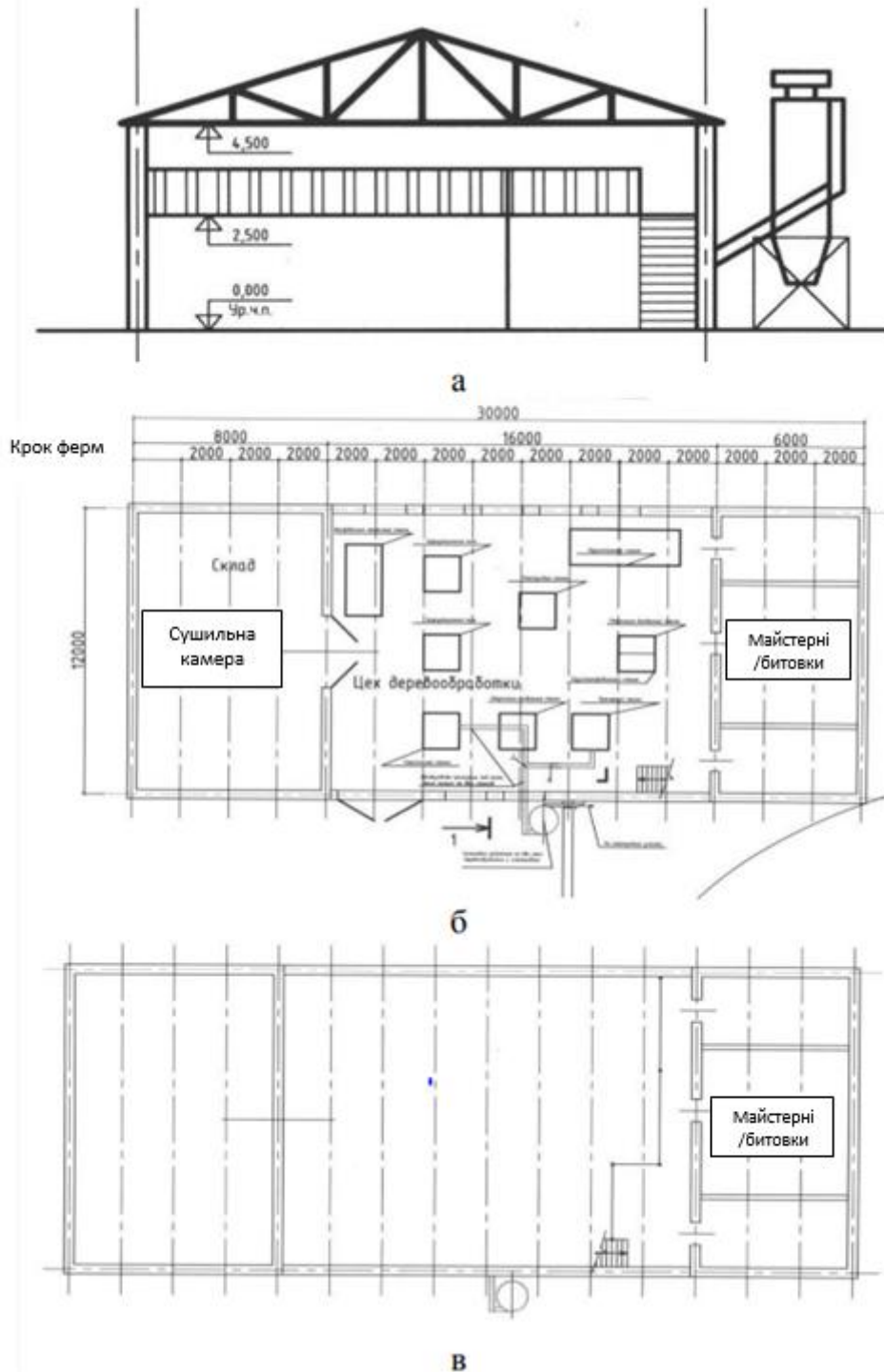


Рис. 2.1 – Плани та розріз одного з обстежуваних цехів:
а – розріз; б - план на відм. 0,000; в – план відм. + 2,500 м

У холодну пору року для компенсації об'єму повітря, що видаляється з цеху аспіраційними системами, здійснюється організоване притікання підігрітого повітря [2, 3, 9, 22, 13, 21]. При цьому подача припливного повітря у приміщення здійснюється або з висоти до 4 м від рівня підлоги через перфоровані повітроводи типу ВПК [1, 3, 6, 7, 21], або за «методом затоплення» безпосередньо в робочу зону з малими швидкостями з допомогою повітророзподільників, що мають перфоровані поверхні (наприклад, ВЕПш) [1, 3, 22]. Розрахунковий повітрообмін визначено за умови компенсації об'єму повітря, що видаляється з робочої зони системами місцевих відсмоктувачів [21].

У теплий період року організована подача повітря у виробничі приміщення не здійснюється, і зовнішнє повітря надходить у робочу зону через відкриті вікна, ворота та технологічні отвори [1, 3, 22].

Відповідно до вимог [13, 14, 21] вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання, вентиляції, для контролю за якістю виробничого середовища та профілактики несприятливої дії на здоров'я працюючих.

В обстежених цехах виготовляються вироби з сосни, ялиці, липи, буку, дуба та ясеня.

2.2 Аналіз механічних властивостей деревини

Як зазначалося у п.п. 1.1 інтенсивність пилоутворення та ступінь негативного впливу пилу, що утворюється, залежить від механічних властивостей оброблювальної деревини. До механічних властивостей деревини відносяться міцність, твердість, жорсткість, ударна в'язкість тощо [23, 24].

Міцність деревини, що характеризується межею міцності, - це здатність деревини чинити опір руйнуванню від механічних зусиль. Ця властивість матеріалу залежить від напрямку дії навантаження, породи дерева, густини, вологості та наявності вад [23, 24].

Основні види дії сил – розтяг, стиск, згин, зсув. З точки зору інтенсивності пилоутворення особливе значення має останній вид. При цьому розрізняють три види зсуву - сколювання вздовж волокон, сколювання упоперек волокон, перерізання [23, 24]. За наявними даними міцність при сколювання уздовж волокон становить 1/5 частину від міцності при стисканні вздовж волокон. У листяних порід, що мають широкі серцевинні промені (бук, дуб, граб), міцність на сколювання по тангенціальній площині на 10-30 % вище, ніж за радіальною [23, 24]. Межа міцності при сколюванні поперек волокон приблизно вдвічі менше межі міцності при сколювання уздовж волокон. Міцність деревини при перерізанні поперек волокон у чотири рази вище міцності при сколюванні [23, 24].

На міцність деревини істотно впливає тільки зв'язана волога, що міститься в клітинних оболонках. При збільшенні кількості зв'язаної вологи міцність деревини зменшується особливо при вологості 20-25%. Подальше підвищення вологості за межу гігроскопічності (30%) не впливає показники міцності деревини [23, 24].

Показники механічної міцності для деревних порід, оброблюваних на обстеженому підприємстві, при вологості 15%, наведено у таблиці 2.1 [23, 24].

Таблиця 2.1 – Показники механічної міцності деревини

Порода деревина	Механічна міцність деревини, МПа			
	на стискання вздовж волокон	на згин	сколювання	
			в радіальній площині	в тангенціальній площині
Хвойні деревні породи				
Сосна	43,9	79,3	6,9	7,3
Липа	51,1	97,3	8,3	7,2
Ялиця	33,7	51,9	4,7	5,3
Твердолистові деревні породи				
Дуб	52,0	93,5	8,5	10,4
Ясень	51,0	115	13,8	13,3
Бук	44,7	99,7	8,5	11

Твердість деревини - це її здатність чинити опір проходженню в неї твердіших тіл. Твердість залежить від густини деревини та неоднакова у всіх напрямках - у листяних порід твердість торцевої поверхні вище тангенціальної та радіальної на 30%, у хвойних – на 40% [23–25].

Твердість деревини також визначається такими факторами, як її вологість, вміст у річних шарах пізньої деревини, місця проростання та час заготівлі. Так, наприклад, при підвищенні вологості деревини на 1 % торцева твердість зменшується на 3 %, тангенціальна та радіальна - на 2%. У разі збільшення пізньої деревини підвищується густина та покращуються механічні властивості матеріалу. Сосни, які виростили на сухому місці, мають прямі високі стовбури та їх деревина твердіше, ніж деревина сосен, що ростуть на болотистих ґрунтах. Деревина, зрубанаго дерева в лютому, менша, ніж деревина дерева, зрубанаго в грудні [25].

В Україні та у європейських країнах твердість деревини прийнято оцінювати за шкалою Брінелля, США – за шкалою Янка [23–25].

Для визначення твердості деревини методом Брінелля використовують індентор, який вдавлюється в поверхню дослідного зразка з регламентованим зусиллям. Як індентор застосовується кулька з загартованої сталі з діаметром 10 мм. По закінченню 30 с вимірюється глибина та ширина вм'ятини, що утворилася. Твердість деревини по Брінеллю розраховується як відношення величини прикладеного навантаження до площі поверхні вм'ятини. Що цей показник вище, тим твердіше дерево [23–25].

Всі деревинні породи при 12-процентній вологості поділяються на три групи [23-25]:

1) м'які з торцевою твердістю 38,6 МПа і менше. До них відносяться сосна, ялина, ялиця, тополя, липа, осика, вільха;

2) тверді з торцевою твердістю від 386 до 825 МПа. До цієї групи входять береза, модрина, клен, ясен, бук, яблуня;

3) дуже тверді з торцевою твердістю понад 82,5 МПа – самшит, акація біла, кизил, граб.

За шкалою Брінелля твердість оброблюваної на підприємстві деревини складає: сосна – 2,49 кгс/мм², липа – 2,6 кгс/мм², дуб – 3,8 кгс/мм², бук – 3,6 кгс/мм², ясен – 4,0 кгс/мм² [25].

2.3 Експериментальні дослідження процесів розповсюдження пилу у деревообробних цехах

2.3.1 Оцінка запиленості повітря на робочих місцях

Експериментальні дослідження з оцінки вмісту пилу в повітрі в зоні дихання, тобто у просторі в радіусі до 50 см від обличчя працюючого [13, 14], проводилися на найбільш характерних робочих місцях. Виміри здійснювалися у холодний, перехідний та теплий періоди року. При цьому відбір проб

проводився за різних способів подачі припливного повітря у приміщення, характерних для деревообробного виробництва (п.п. 2.1).

Контроль метеорологічних параметрів при відборі проб здійснювався відповідно до вимог. Для вимірювання рухливості повітря на робочому місці застосовувався термоелектроанемометр ТАМ-1, для визначення температури та відносної вологості – термогігрометр Testo 608-H1.

Вміст шкідливої речовини переважно фіброгенної дії, до яких відноситься деревний пил, в даній конкретній точці характеризується сумарним часом відбору, що становить 30 хв [13, 14]. За вказаний період часу відбиралися три послідовні проби через рівні проміжки часу, що становлять 10 хв [13, 14]. Протягом однієї зміни в одній точці послідовно були відібрані по три проби за умови незмінності послідовності технологічних операцій, ступеня завантаження обладнання та породи оброблюваної деревини.

Відповідно до вимог [21] проби повітря на вміст пилу відбиралися на аналітичні аерозольні фільтри типу АФА, що розміщувались у відкритому аллонжі. Перелік приладів та матеріалів, що використовувались при оцінюванні рівня запиленості повітря у робочій зоні, наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік приладів та матеріалів, використаних при оцінюванні рівня запиленості повітря на робочих місцях

№	Назва	Призначення	Термін дії останньої повірки
1.	Електроаспіратор (модель 822)	відбір проб аерозолів	10.12.2023 р.
2.	Комплект гумових шлангів	для приєднання алонжа до приладів	-
3.	Ваги електронні ALC-80d4	зважування фільтрів	27.11.2023 р.
4.	Фільтри АФА-ВП-20	визначення запиленості повітря	-

Концентрація пилу визначалася за формулами, які враховують умови відбору та аналізу проб [13, 14]

$$C = a/V, \text{ мг/м}^3 \quad (2.1)$$

де a - маса пилу у відібраній пробі повітря, мг;

V - об'єм повітря, взятий для аналізу, та приведений до умов при температурі 293 °К (20 °С) та атмосферному тиску 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), м³ [39].

При аспіраційному методі відбору проб [13, 14]

$$V = 293VtP / 101,3 (273 + t), \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

де t - температура повітря на місці відбору проб, °С;

P - атмосферний тиск, кПа

Середні значення концентрації пилу на робочих місцях верстатників різних верстатів на ділянках механічної обробки деревини різних порід в різні періоди року при різних способах повітророзподілу, а також з урахуванням виду системи знепилюючої вентиляції наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Запиленість повітря на робочих місцях верстатників

Періоди року					
холодний та перехідний			теплий		
Подання припливного повітря					
організована подача			неорганізована подача		
подача повітря в робочу зону з висоти до 4 м		подача повітря безпосередньо в робочу зону			
Локалізуюча вентиляція					
централізована система аспірації	індивідуальний обезпилюючий агрегат	централізована система аспірації	індивідуальний обезпилюючий агрегат	централізована система аспірації	індивідуальний обезпилюючий агрегат
Концентрація пилу, частки від ГДК					
1	2	3	4	5	6
Круглопилінні верстати					
Сосна					
2,21-2,35	2,2-2,33	2,16-2,3	2,12-2,3	2,42-2,5	2,4-2,5
Ялиця					
2,15-2,28	2,15-2,26	2,08-2,23	2,08-2,21	2,35-2,41	2,38-2,4
Липа					
2,12-2,25	2,1-2,23	2,04-2,22	2,04-2,22	2,32-2,4	2,3-2,4
Бук					
2,05-2,16	2,0-2,16	2,01-2,12	2,0-2,1	2,3-2,34	2,3-2,34
Дуб					
2,0-2,12	2,0-2,1	1,96-2,05	1,96-2,0	2,19-2,23	2,15-2,23
Ясень					
1,98-2,1	1,98-2,0	1,92-1,95	1,9-1,95	2,15-2,2	2,15-2,1
Стругальні верстати					
Сосна					

1	2	3	4	5	6
1,42-1,5	1,42-1,5	1,4-1,5	1,4-1,43	1,48-1,57	1,48-1,54
Ялиця					
1,38-1,47	1,38-1,45	1,36-1,41	1,35-1,42	1,42-1,5	1,41-1,5
Липа					
1,34-1,45	1,36-1,42	1,31-1,36	1,3-1,36	1,38-1,48	1,38-1,45
Бук					
1,31-1,38	1,3-1,4	1,28-1,32	1,28-1,32	1,35-1,42	1,35-1,4
Дуб					
1,29-1,36	1,28-1,34	1,27-1,31	1,27-1,31	1,33-1,41	1,3-1,4
Ясень					
1,27-1,34	1,25-1,34	1,24-1,28	1,24-1,28	1,2-1,36	1,2-1,34
Фрезерні верстати					
Сосна					
1,42-1,5	1,4-1,5	1,35-1,45	1,32-1,45	1,5-1,6	1,48-1,6
Ялиця					
1,38-1,5	1,37-1,46	1,31-1,41	1,3-1,40	1,44-1,52	1,41-1,54
Липа					
1,38-1,44	1,34-1,42	1,26-1,38	1,23-1,34	1,39-1,46	1,39-1,51
Бук					
1,37-1,40	1,29-1,37	1,22-1,32	1,2-1,31	1,39-1,45	1,38-1,45
Дуб					
1,28-1,36	1,27-1,36	1,22-1,31	1,20-1,31	1,35-1,44	1,36-1,44
Ясень					
1,28-1,35	1,26-1,34	1,21-1,30	1,20-1,30	1,34-1,43	1,33-1,43
Шипорізні верстати					

1	2	3	4	5	6
Сосна					
1,43-1,54	1,42-1,52	1,40-1,50	1,40-1,46	1,45-1,60	1,48-1,58
Ялиця					
1,39-1,50	1,39-1,45	1,35-1,47	1,34-1,44	1,42-1,58	1,41-1,58
Липа					
1,35-1,40	1,34-1,42	1,26-1,36	1,23-1,34	1,40-1,46	1,39-1,51
Бук					
1,29-1,36	1,28-1,34	1,24-1,28	1,24-1,28	1,20-1,36	1,20-1,34
Ясень					
1,17-1,22	1,15-1,24	1,04-1,18	1,10-1,20	1,20-1,30	1,20-1,30
Стрічковопилінні верстати					
Сосна					
1,0-1,27	1,0-1,2	1,0-1,17	1,0-1,15	1,2-1,25	1,20-1,30
Ялиця					
1,0-1,2	1,0-1,16	1,0-1,12	1,0-1,1	1,1-1,24	1,1-1,2
Липа					
1,0-1,16	1,0-1,15	0,98-1,05	0,96-1,1	1,1-1,14	1,1-1,12
Бук					
1,0-1,12	1,0-1,1	0,95-1,0	0,95-1,04	1,1-1,13	1,1-1,12
Дуб					
1,0-1,1	1,0-1,08	0,95-1,0	0,95-1,04	1,08-1,11	1,07-1,10
Ясень					
1,0-1,05	1,0-1,04	0,90-0,95	0,90-0,93	1,03-1,06	1,0-1,08
Свердлильні та довбані верстати					
Сосна					

1	2	3	4	5	6
0,98-1,0	0,98-1,0	0,96-0,99	0,96-0,99	1,0-1,05	1,0-1,04
Ялиця					
0,96-0,99	0,96-0,98	0,94-0,99	0,95-0,99	0,97-0,99	0,97-1,02
Липа					
0,95-0,97	0,95-0,96	0,93-0,96	0,93-0,96	0,97-0,99	0,97-1,00
Бук					
0,91-0,93	0,90-0,92	0,89-0,91	0,88-0,90	0,92-0,96	0,91-0,94
Дуб					
0,89-0,90	0,88-0,90	0,87-0,89	0,86-0,90	0,91-0,95	0,90-0,94
Ясень					
0,88-0,89	0,88-0,89	0,86-0,88	0,86-0,87	0,89-0,94	0,89-0,92
Шліфувально-стрічкові верстати					
Сосна					
5,2-5,4	5,4-5,5	4,6-4,8	4,5-4,8	5,4-5,8	5,6-5,7
Ялиця					
5,24-5,42	5,18-5,34	4,43-4,83	4,38-4,78	5,53-5,68	5,60-5,73
Липа					
5,14-5,26	5,08-5,30	4,31-4,66	4,27-4,61	5,38-5,46	5,42-5,50
Бук					
4,9-5,1	5,01-5,13	4,27-4,44	4,18-4,43	5,00-5,35	5,20-5,23
Дуб					
4,74-4,44	4,10-4,47	4,15-4,30	4,10-4,33	4,88-5,20	5,0-5,10
Ясень					
4,70-4,80	4,80-4,83	4,10-4,30	4,00-4,20	4,80-5,10	5,0-5,10
Рейсмусові верстати					

1	2	3	4	5	6
Сосна					
1,1 – 1,3	1,1 – 1,3	1,0 – 1,1	1,0 – 1,15	1,2 – 1,35	1,2 – 1,3
Ялиця					
1,08 – 1,27	1,07 – 1,26	1,0 – 1,1	1,0 – 1,1	1,1 – 1,16	1,1 – 1,15
Липа					
1,07 – 1,26	1,06 – 1,25	0,96 – 1,05	0,96 – 1,1	1,1 – 1,14	1,1 – 1,12
Бук					
1,0 – 1,22	1,0 – 1,2	0,95 – 1,02	0,95 – 1,07	1,1 – 1,12	1,1 – 1,12
Дуб					
1,0 – 1,18	1,0 – 1,18	0,95 – 1,0	0,95 – 1,04	1,08 – 1,1	1,07 – 1,1
Ясень					
1,0 – 1,15	1,0 – 1,14	0,9 – 0,95	0,9 – 0,95	1,03 – 1,06	1,0 – 1,1

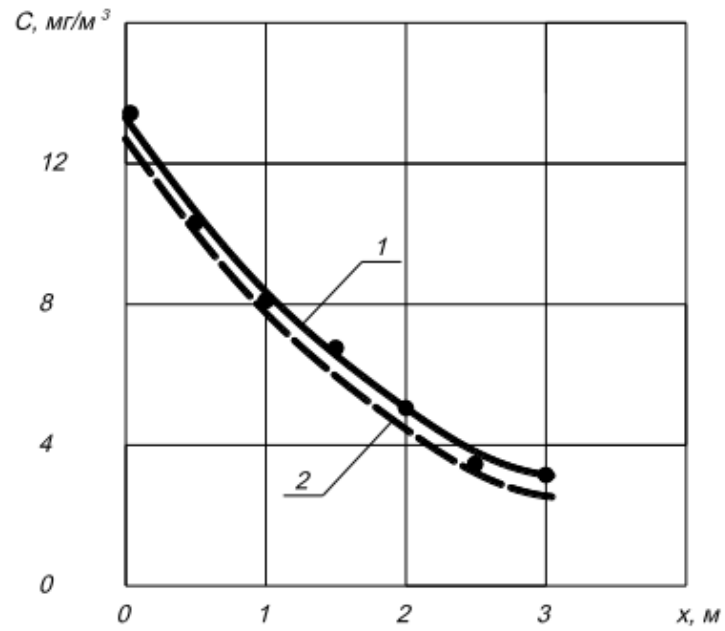
Отримані дані свідчать про те, що нормативна запиленість забезпечується тільки на робочих місцях у свердлильних верстатів. За концентрації пилю в зоні дихання працюючих найнесприятливіші умови відзначаються на робочих місцях верстатників шліфувально-стрічкових верстатів. У цих випадках концентрація пилю перевищує ГДК більш ніж у 5 разів. Такі результати свідчать про те, що всі відходи, що утворюються при шліфуванні, є пилом.

Також слід зазначити, що в холодний та перехідний періоди року запиленість повітряного середовища на робочих місцях знижується при подачі повітря безпосередньо в робочу зону порівняно з подачею повітря з висоти до 4 м. Разом з тим, концентрація пилю в зоні дихання працюючих у теплий період року підвищується порівняно з холодним та перехідним періодом, що можна пояснити тим, що в першому випадку зовнішнє повітря подається до приміщення без попередньої обробки.

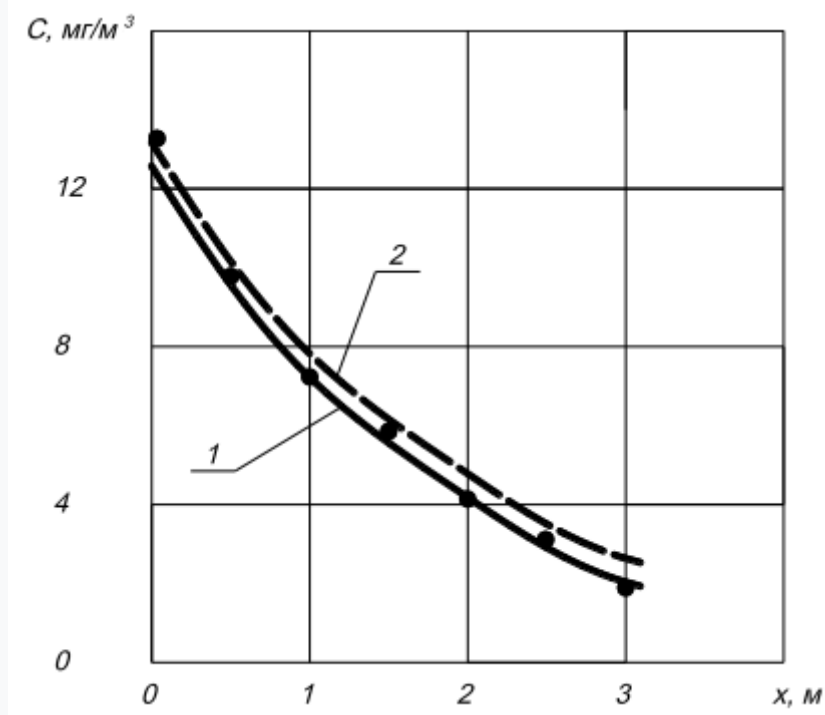
2.3.2 Дослідження розподілення пилю у повітрі робочої зони

При проведенні експериментальних досліджень розподілення пилю в повітрі робочої зони відбір проб для визначення концентрації пилю проводився на висоті 1,5 м від підлоги приміщення на різних відстанях від верстатів різного типу. Заміри здійснювалися в холодний, перехідний та теплий період року. При цьому відбір проб проводився за різних способів подачі припливного повітря до приміщення, характерних для деревообробного виробництва (п.п. 2.1). Протягом зміни в одній точці послідовно були відібрані по три проби за умови, що працює тільки один з обстежуваних верстатів при відключенні іншого обладнання.

Як приклад на рисунках 2.2 – 2.7 наведено графічні залежності, що характеризують зміну концентрації пилю у повітрі робочої зони на різних відстанях від круглопильного верстата під час обробки різних порід деревини.



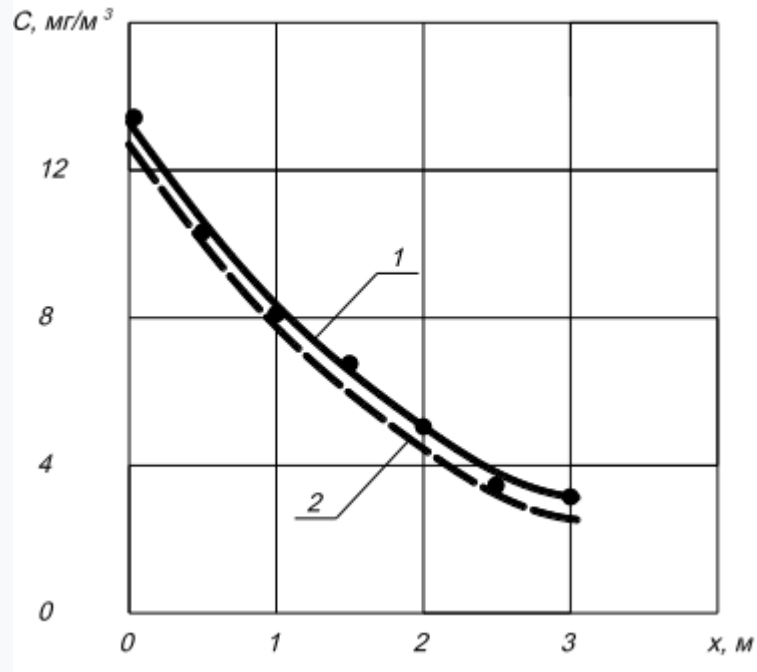
а



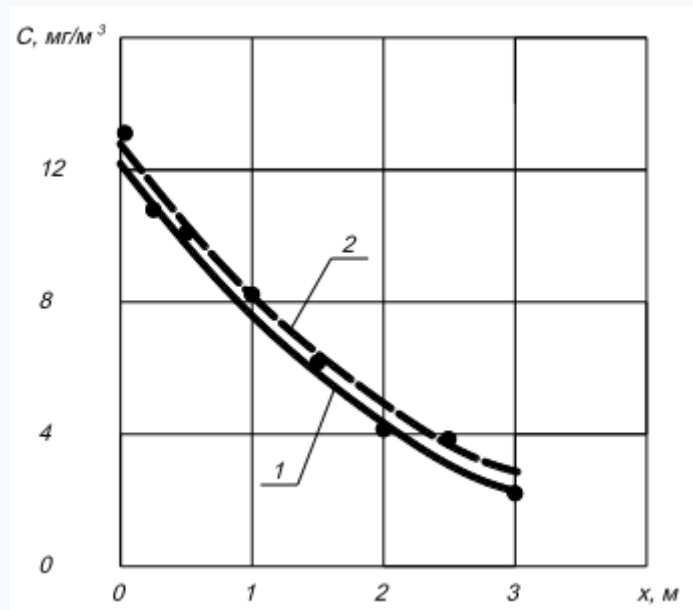
б

Рис. 2.2 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопилного верстата для пилу, що утворюється під час обробки сосни:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)



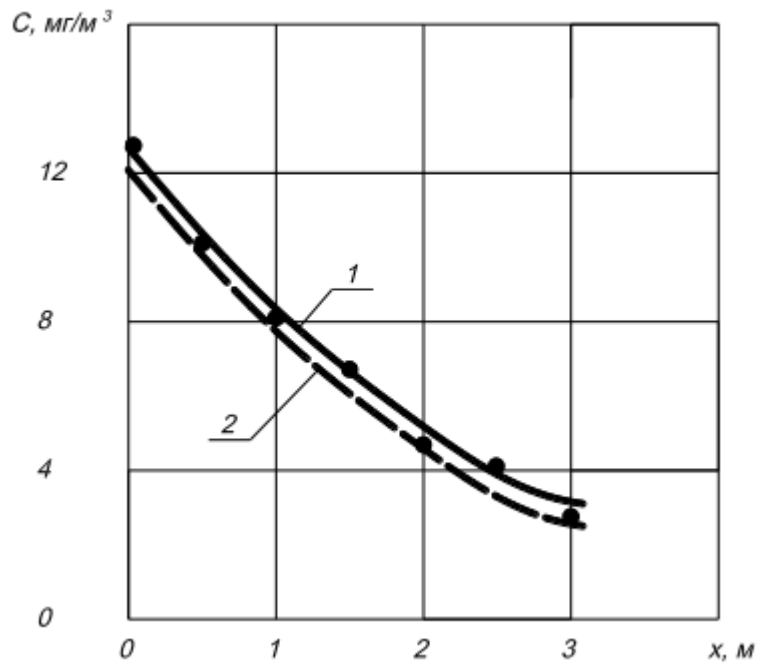
а



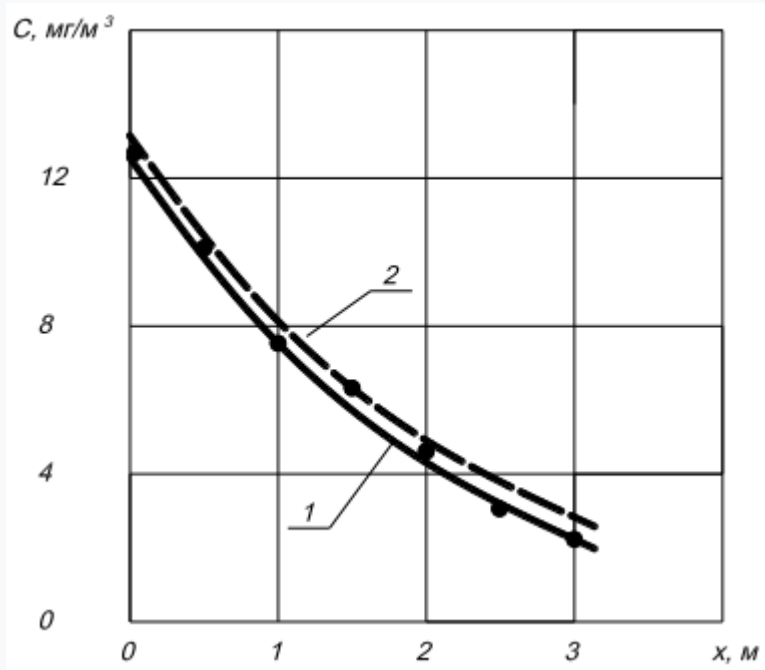
б

Рис. 2.3 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопилельного верстата для пилу, що утворюється під час обробки ялиці:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)



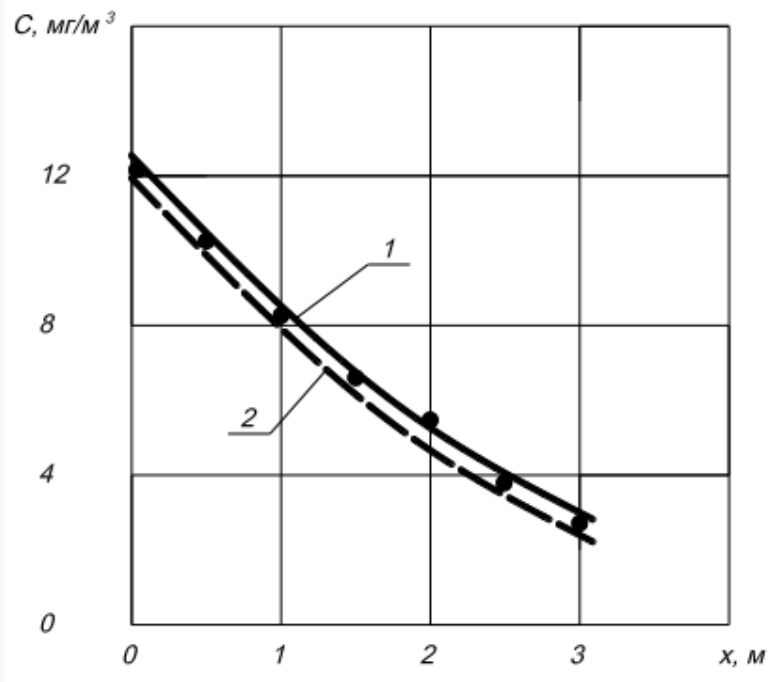
а



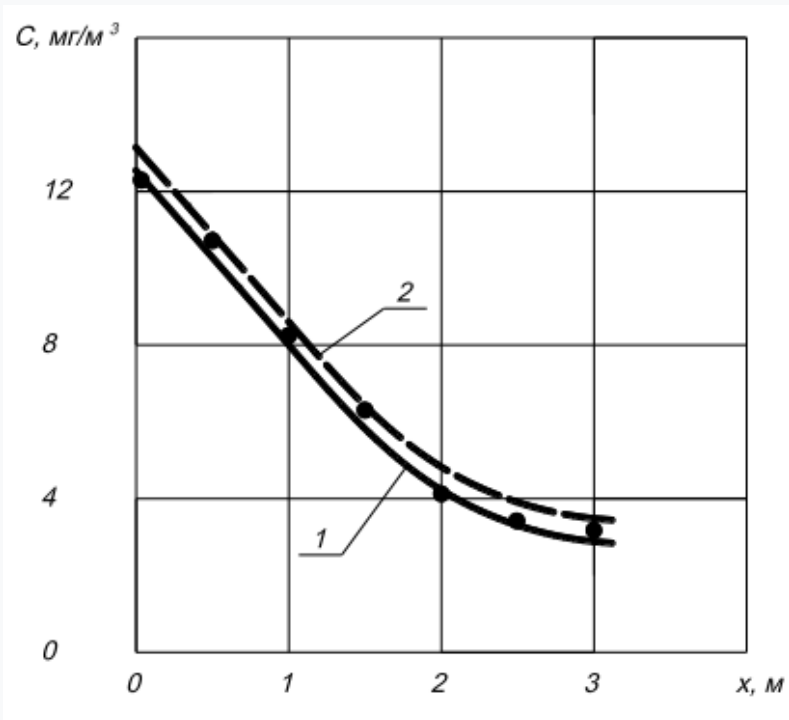
б

Рис. 2.4 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопильного верстата для пилу, що утворюється під час обробки липи:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)



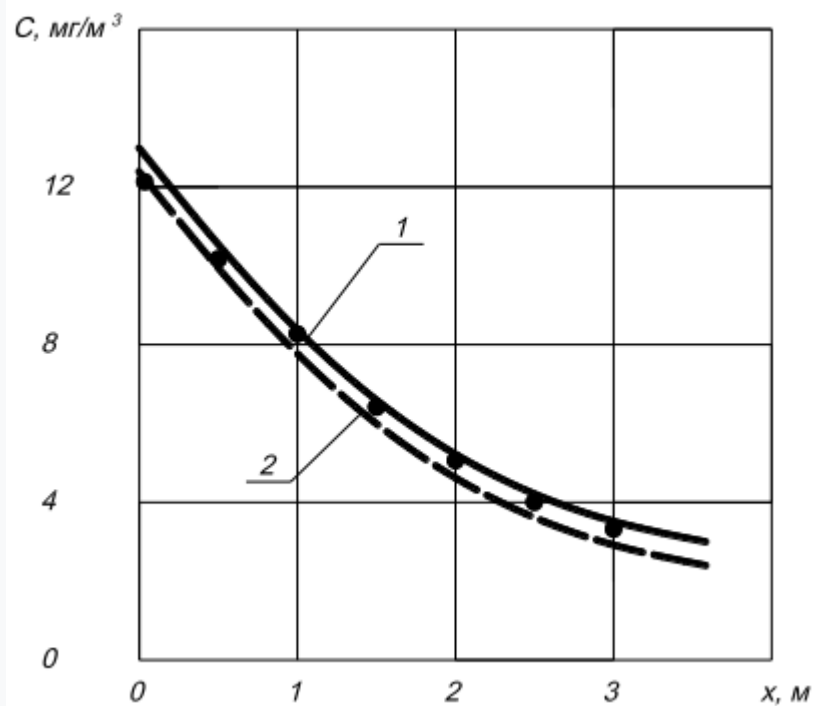
а



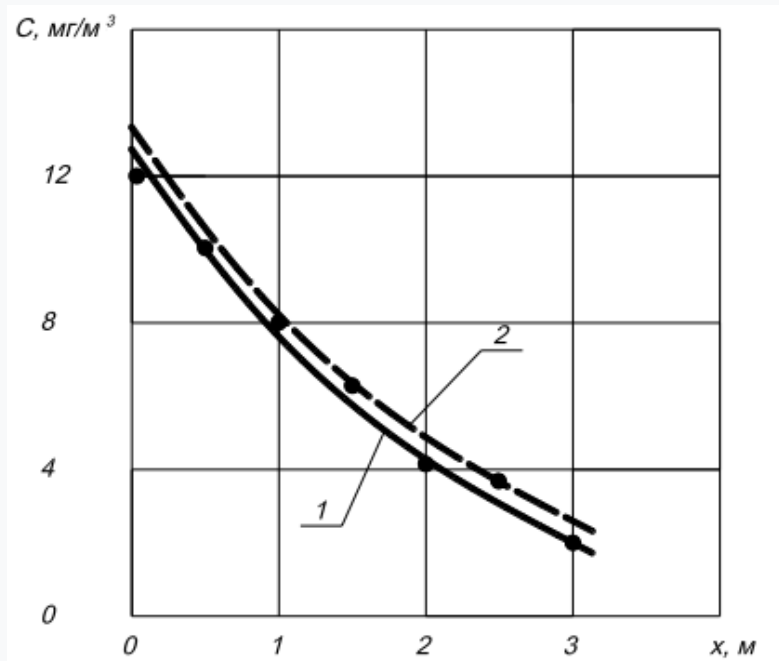
б

Рис. 2.5 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопильного верстата для пилу, що утворюється під час обробки буку:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)



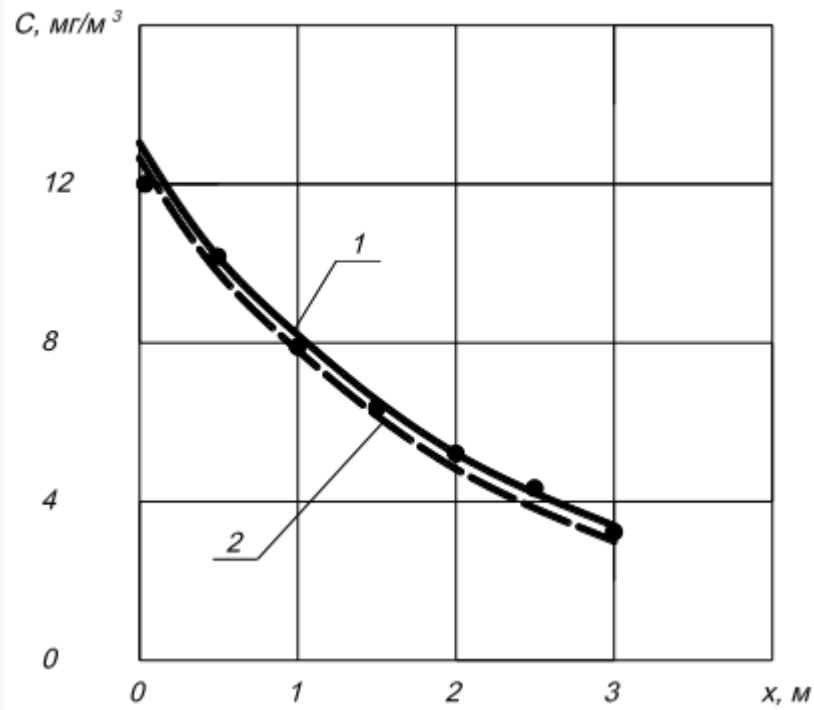
а



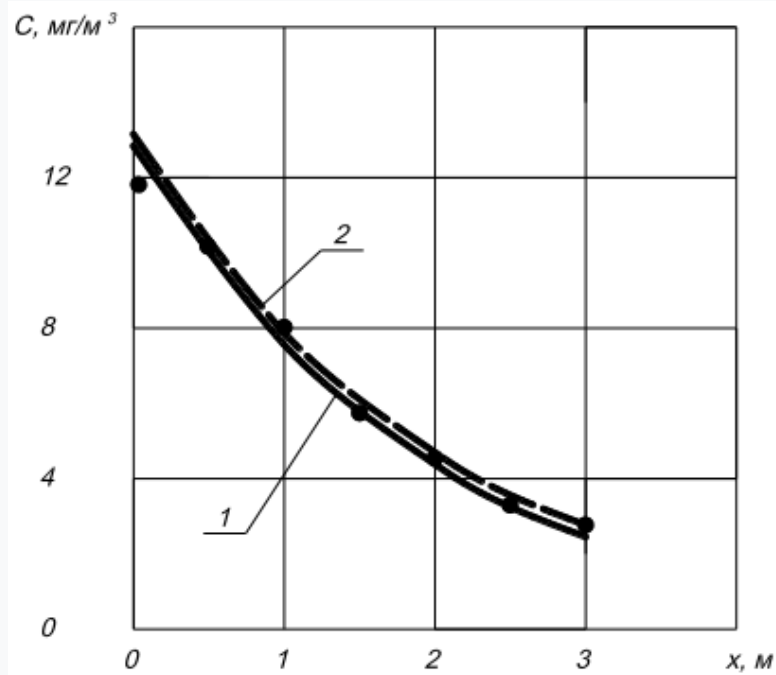
б

Рис. 2.6 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопилельного верстата для пилу, що утворюється під час обробки дубу:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)



а



б

Рис. 2.7 – Зміна концентрації пилу у повітрі робочої зони на висоті 1,5 м на різних відстанях від круглопилного верстата для пилу, що утворюється під час обробки ясеню:

а - при подачі повітря з висоти до 4-х м; б - під час подачі повітря безпосередньо в робочу зону. 1 – за виразом (2.3); 2 – за виразом (2.5)

Отримані дані свідчать, що незалежно від породи деревини та способу подачі повітря концентрація пилу в повітрі робочої зони з відстанню від верстата змінюється за експоненціальним законом. Результати обробки експериментальних даних показали, що це зміна апроксимується виразами, що мають вигляд:

при подачі повітря з висоти до 4-х м

$$Cx = 12,9 \exp(-0,457x) \quad (2.3)$$

при подачі повітря безпосередньо до робочої зони

$$Cx = 12,5 \exp(-0,544x) \quad (2.4)$$

де x - відстань від верстата до місця проведення вимірів, м.

З великим ступенем точності для прогнозування стану повітряного середовища в робочій зоні під час роботи круглопильного верстата можна скористатися середньою залежністю (рисунки 2.2 - 2.7)

$$Cx = 12,7 \exp(-0,501x) \quad (2.5)$$

Аналогічні залежності отримано і для інших верстатів, характерних для виробництва виробів із деревини.

Обробка експериментальних даних показала, що при роботі одного будь-якого верстата зміна концентрації пилу в повітрі робочої зони на рівні дихання працюючих залежно від відстані від верстата підпорядковується експоненційному закону та у загальному вигляді може бути виражено залежністю виду

$$Cx = C_{pm} \exp(-ax) \quad (2.6)$$

де C_{pm} - концентрація пилу в повітрі на робочому місці відповідного верстата, мг/м³.

Значення коефіцієнта a для різних верстатів визначено за результатами натурних експериментальних досліджень та наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Експериментальні значення коефіцієнта a в експоненційних залежностях, що характеризують зміну концентрації пилю в повітрі робочої зони з відстанню від різних верстатів

Назва станків	a
Круглопилільні	- 0,501
Строгальні	- 0,638
Фрезерні	- 0,624
Шипорізні	- 0,626
Стрічковопилільні	- 0,884
Свердлильні	- 0,936
Шліфувально-стрічкові	- 0,11
Рейсмусові	- 0,286

2.3.3 Дослідження розповсюдження пилю по висоті приміщення

Дослідження процесів розповсюдження пилю по висоті приміщення проводилися на діючому підприємстві «Песа», виробничі потужності якого знаходяться у с. Хатки Тернопільської області. Для цього об'єм приміщення розбивався на елементарні об'єми. Довжина та ширина елементарного об'єму відповідають кроку колон, висота – висоті приміщення. На рисунку 2.8 на прикладі цеху, план якого наведено на рисунку 2.1, показано таке розділення приміщення. Відбір проб здійснювався за аналогією до п.п. 2.3.1, 2.3.2 у точках, розташованих у різних частинах приміщення через кожних 0,5 м висоти. Схему розташування вимірних точок на фронтальній поверхні елементарного об'єму наведено на рисунку 2.10. На бічних поверхнях елементарного об'єму вимірні точки вибирались аналогічно.

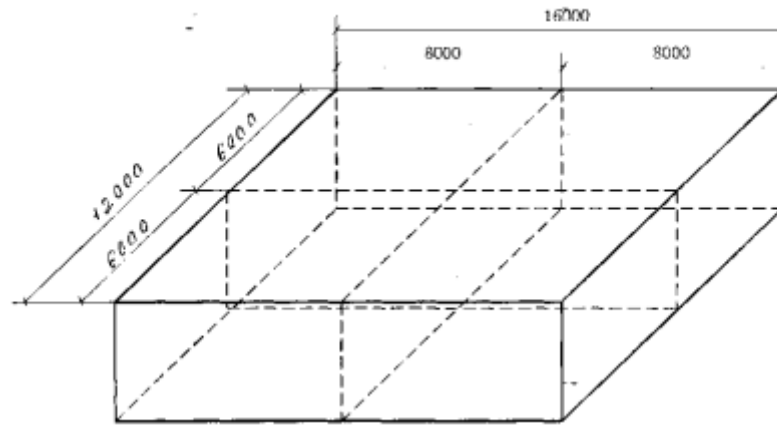


Рис. 2.8 - Схема поділу цеху на елементарні об'єми при дослідженнях розподілу концентрації пилю по висоті приміщення

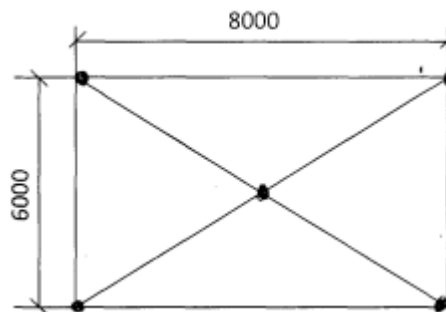


Рис. 2.9. Схема розміщення вимірних точок в елементарному об'ємі в плані

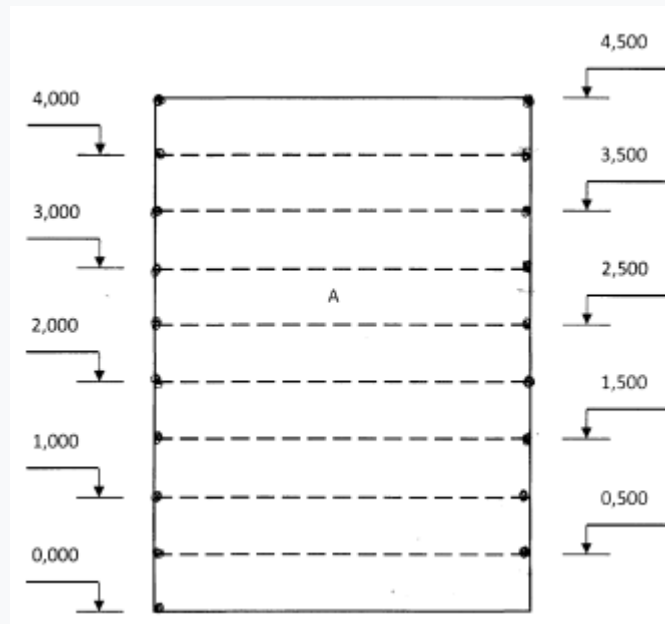


Рис. 2.10 – Схема розміщення вимірних точок на фронтальній поверхні елементарного об'єму

Дослідження проводилися при двох способах подачі свіжого повітря в приміщення, характерних для приміщень, що розглядаються – подача з висоти до 4-х м та подача безпосередньо в робочу зону.

Середні результати досліджень у вигляді графічних залежностей представлені на рис. 2.11 та 2.12. При цьому прийнято такі позначення: \bar{h} – висота замірного перерізу, віднесена до висоти приміщення; C_i – концентрація пилу в i -тому замірному перерізі, мг/м³; C – концентрація пилу в повітрі, що видаляється в атмосферу з верхньої зони приміщення, мг/м³.

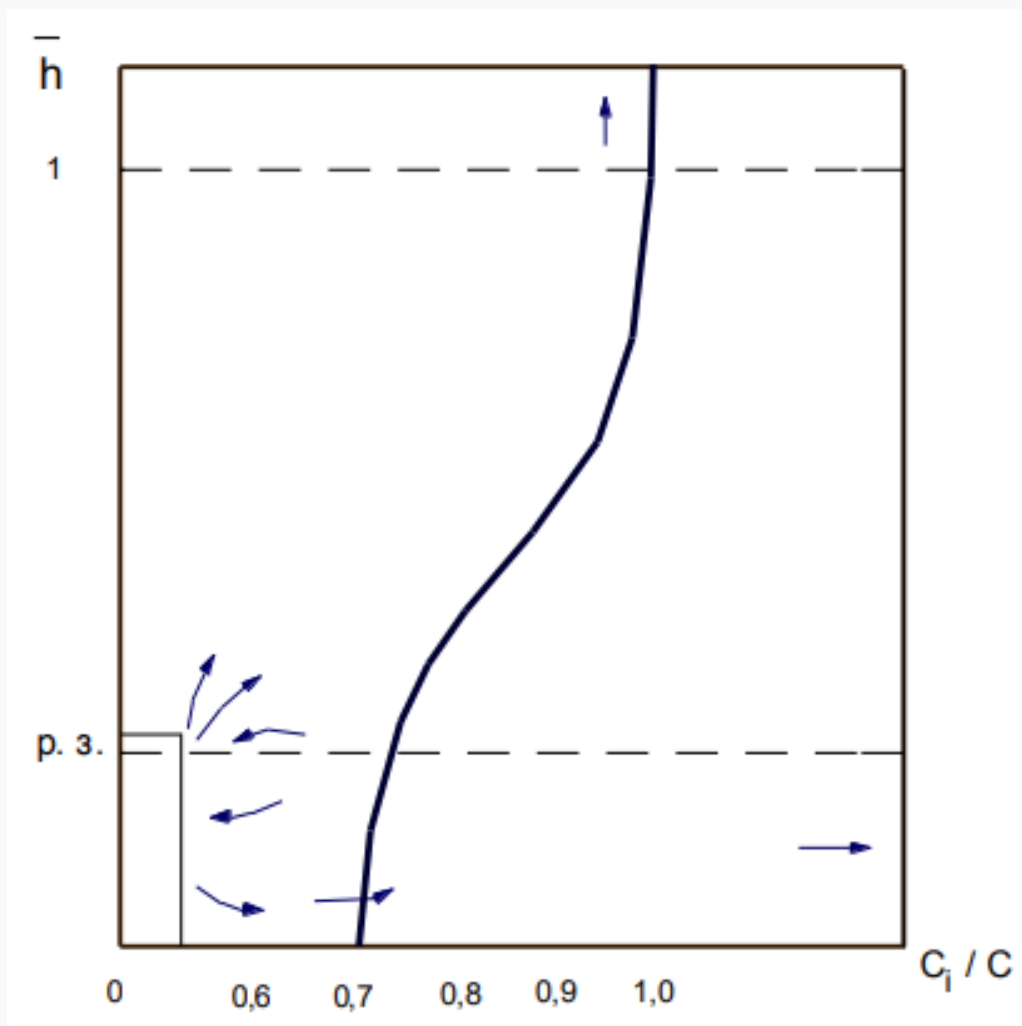


Рис. 2.11 – Зміна концентрації пилу за висотою цеху під час подачі повітря безпосередньо у робочу зону

У цьому випадку відбувається витіснення відпрацьованого повітря із робочої зони та виключається залучення до циркуляції забрудненого повітря з

верхньої зони приміщення. Водночас відзначається поступове зростання запиленості повітря за межами робочої зони, та в атмосферу загальнообмінними системами вентиляції викидається повітря з великим вмістом пилу, ніж у робочій зоні.

На рис. 2.12 показано зміну концентрації пилу за висотою цеху при подачі повітря до робочої зони з висоти до 4-х м.

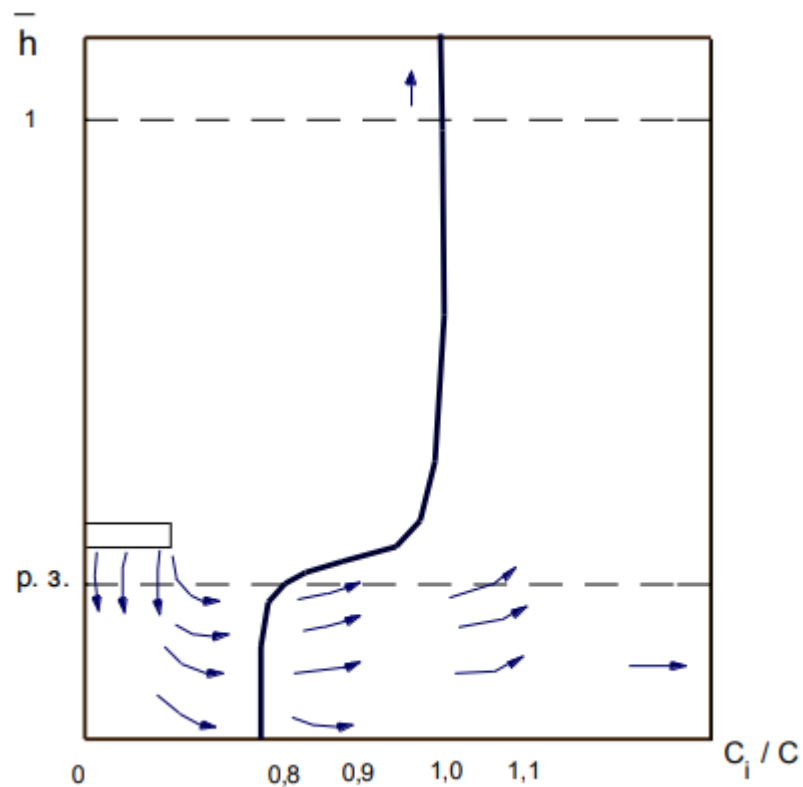


Рис. 2.12 – Зміна концентрації пилу за висотою цеху під час подачі повітря у робочу зону з висоти до 4-х м

Для цього випадку характерно різке зростання концентрації пилу на рівні розташування повітророздавального пристрою. Потім концентрація пилу по висоті цеху залишається практично постійною, але в атмосферу також викидається повітря з більшим вмістом пилу, ніж у робочій зоні.

2.3.4 Дослідження процесів осідання пилу

При експериментальних дослідженнях процесів осідання пилу, що утворюється при механічній обробці деревини, використовувалась методика, описана у роботах [10, 26, 27]. Відповідно до цієї методики визначалася щільність пилеосідання \bar{G}_0 на підлозі виробничого приміщення, тобто маса пилу, що осів на площі 1 м^2 , за одиницю часу.

Для проведення експериментальних досліджень використовувалися пастки, що мають тарілчасту форму з діаметром 170–200 мм, та виготовлені з листової сталі. Перед початком експериментів в пастках здійснювали спеціальну підготовку, яка проводилася в наступній послідовності: промивання водою; протирання етиловим ректифікованим спиртом; висушування у сушильній шафі; нанесення на внутрішню поверхню шару фіксатора; зважування; нанесення номера на нижню поверхню [10, 26, 27]. Під час проведення вимірювань пастки встановлювалися на чистих аркушах паперу в цеху відповідно до схем, показаних на рисунках 2.13–2.15 [10, 26, 27]. Виміри проводилися за умови, що працює лише один із обстежуваних верстатів при відключенні решти обладнання.

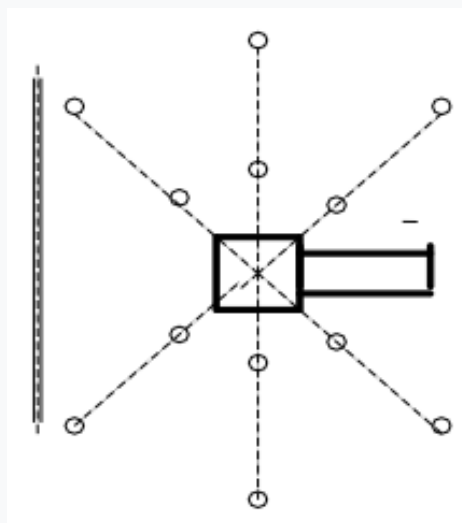


Рис. 2.13 – Приклад розташування пасток для пилу біля одного не стиснутого джерела пиловиділення

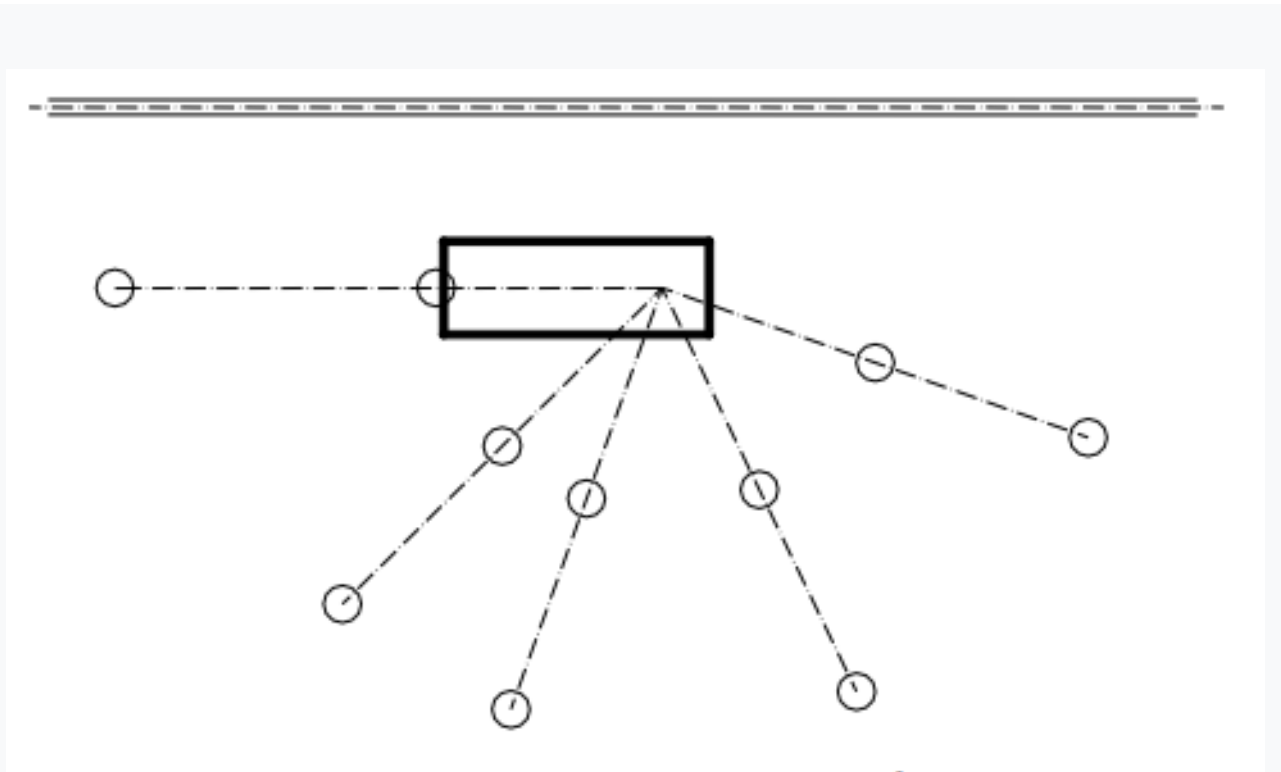


Рис. 2.14 – Розташування пасток для пилю біля одного джерела пиловиділення стисненого стіною

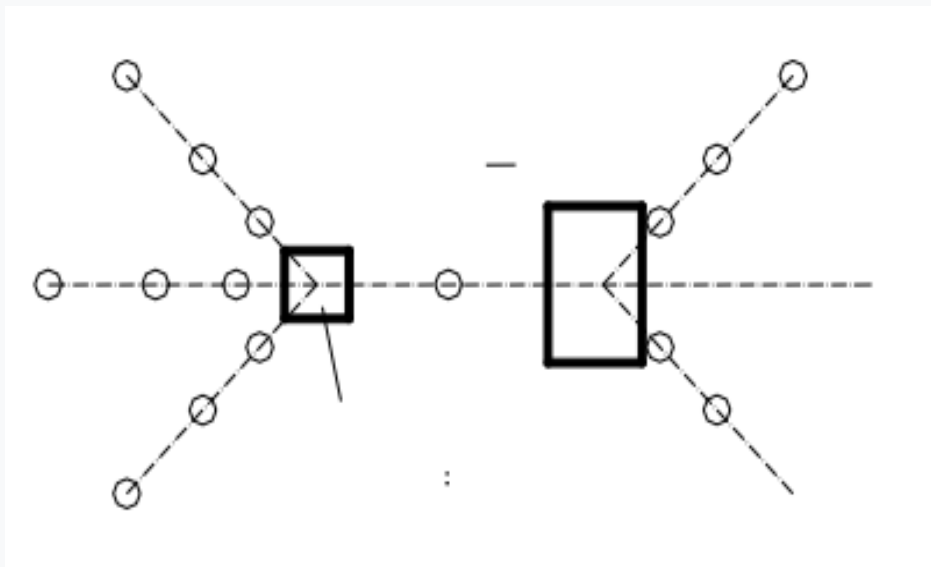


Рис. 2.15 – Приклад розташування пасток для пилю біля двох близько розташованих верстатів

Як приклад отриманих даних на рисунку 2.16 показано графічна залежність, побудована за середніми результатами для різних способів подачі повітря в приміщенні та для пилю різних деревних порід, що характеризує зміну щільності осідання пилю на підлозі виробничого приміщення на різних відстанях від свердлувального верстата. Аналогічна залежність для шліфувально-стрічкового верстата наведена на рисунку 2.17

Аналіз даних показав, що незалежно від породи деревини та способу подачі повітря зміна щільності пилоосідання з відстанню від верстата підпорядковується експоненційному закону. За результатами обробки експериментальних даних встановлено, що ця зміна апроксимується виразом виду

$$\bar{G} x = V \exp(-bx) \quad (2.7)$$

де V , b - постійні, що визначаються експериментально для кожного типу верстата.

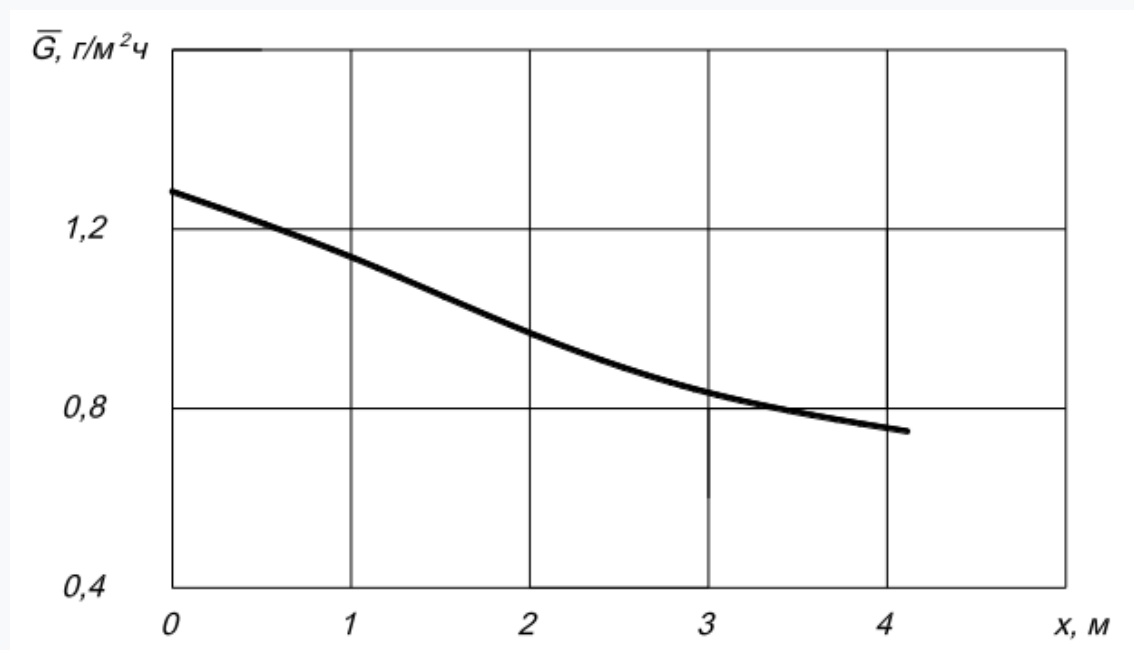


Рис. 2.16 – Середні значення щільності осідання пилю на підлозі виробничого приміщення на різних відстанях від свердлувального верстата

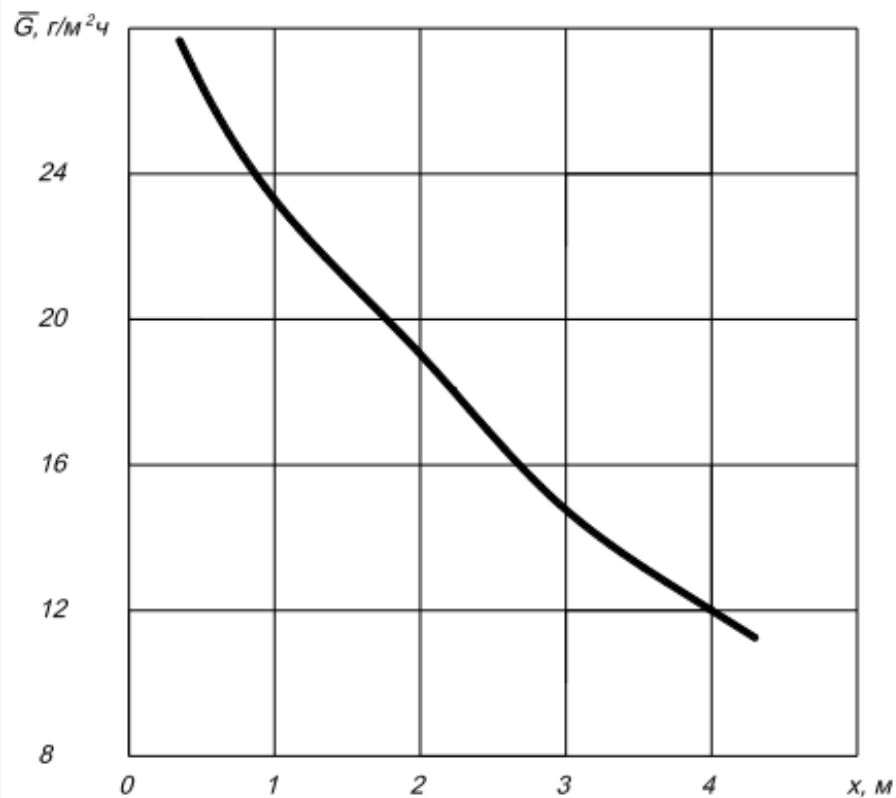


Рис. 2.17 – Середні значення щільності осідання пилу на підлозі виробничого приміщення на різних відстанях від шліфувально-стрічкового верстата

Значення коефіцієнтів B і b для різних верстатів визначені за результатів натурних експериментальних досліджень та наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Експериментальні значення коефіцієнтів в експоненційних залежностях, що характеризують зміну щільності осідання пилу на підлозі виробничого приміщення з відстанню від різних верстатів

Назва верстатів	B	b
1	2	3
Круглопилльні	13,58	- 0,078
Строгальні	9,18	- 0,22
Фрезерні	9,24	- 0,226

1	2	3
Шипорізні	9,08	- 0,226
Стрічковопиліні	7,94	- 0,038
Свердлильні	1,28	- 0,126
Шліфувально-стрічкові	29,6	- 0,11
Рейсмусові	8,08	0,04

2.3.5. Результати обстеження систем аспірації

При проведенні досліджень з оцінки пилової обстановки на підприємствах з виробництва дерев'яних будівельних конструкцій та виробів було проведено обстеження аспіраційних систем, призначених для знепилювання повітряного середовища виробничих приміщень. Обстеження проходило в кілька етапів і включало: аналіз проектних рішень; візуальне обстеження; визначення аеродинамічних характеристик та запиленості повітряних потоків; зіставлення розрахункових та фактичних значень об'ємів повітря, що відсмоктується від устаткування; перевірку наявності пилових відкладень у повітроводах під час проведення вимірів; визначення загальної ефективності роботи пиловловлюючих пристроїв. Крім того, за даними обстежуваного підприємства встановлювалося число прочисток системи протягом року та кількість відмов апаратів пилоочищення через їх забивання за цей період.

Як приклад отриманих даних, у таблиці 2.6 наведено результати двох із обстежених систем. Система В1 (рисунок 2.18) обслуговує стрічково-пиляльний, рейсмусовий та фрезерний карусельний верстат. Система В2 (рисунок 2.19) призначена для обслуговування фугувальних верстатів різних

марок. Обидві системи відносяться до розгалужених, які, як правило, використовуються в цехах або на ділянках з невеликою кількістю верстатів, або у виробничих приміщеннях, де встановлення колекторних систем неможливо через невелику висоту.

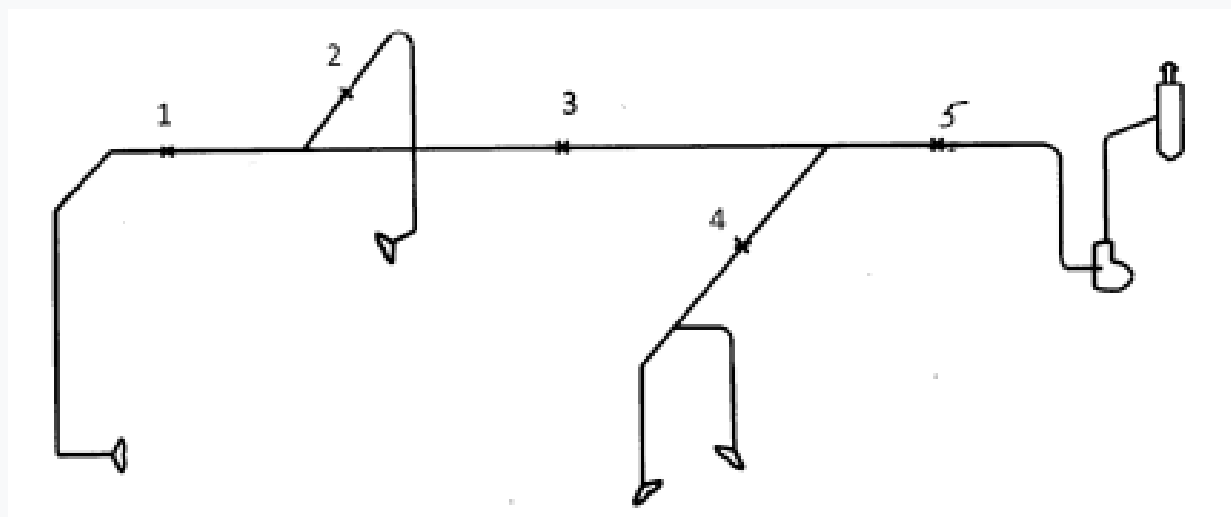


Рис. 2.18 – Схема обстеженої системи В1.

x – замірні перерізи

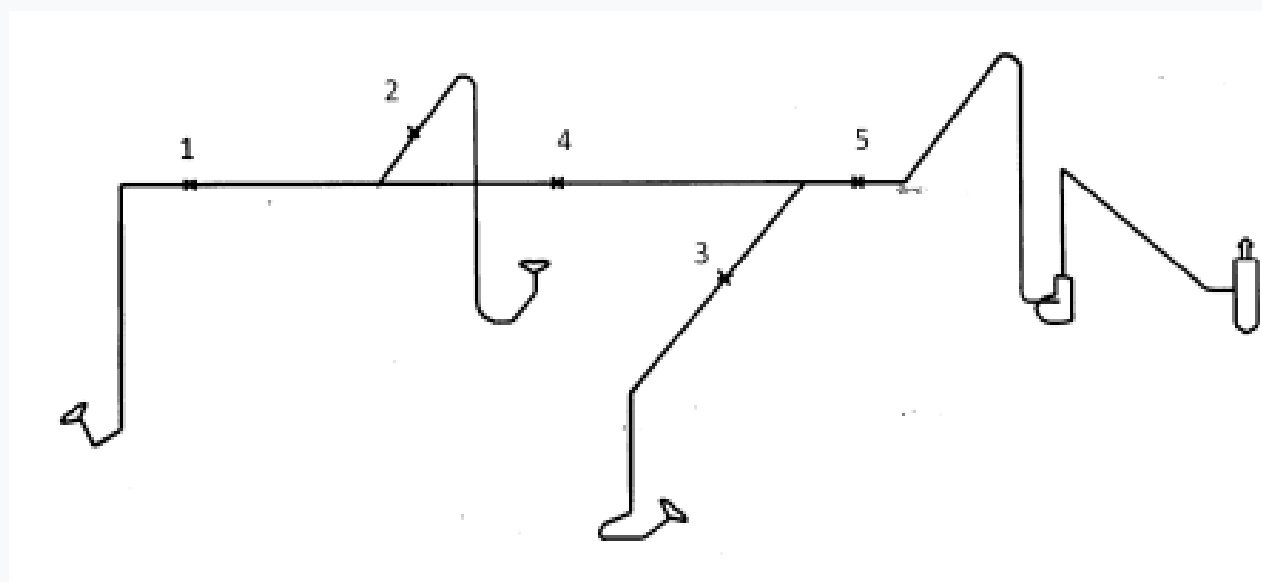


Рис. 2.19 – Схема обстеженої системи В2.

x – замірні перерізи

Таблиця 2.6 – Результати обстеження систем аспірації В1 та В2

Номер замірного перерізу	Витрата повітря, м ³ /рік		Розбіж ність, %	Наявність пилових відкладень	Число чисток в рік	Ефектив ність пиловло влення, %	Число відмов циклону на рік
	проектна	фактична					
1	2	3	4	5	6	7	8
Система В1. Циклон Ц-675					6	87,4	7
1	1300	1182	- 10	+			
2	1360	1276	- 6,6	+			
3	2660	2458	- 8,2	+			
4	1320	1096	- 20,4	+			
5	3980	3554	- 12	+			
Система В2. Циклон Ц-730					11	82,3	4
1	1080	996	- 8,4	+			
2	1680	1574	- 6,7	+			
3	1380	1262	- 9,4	+			
4	2760	2570	- 7,4	+			
5	4140	3832	- 7,9	+			

Отримані результати показали, що незалежно від частоти проведення очищення повітроводів аспіраційної системи, відзначається наявність відкладень пилю, а зниження об'ємів повітря, що видаляється системою від окремих одиниць обладнання може досягати більш ніж 20 % порівняно із проектними даними. Також слід зазначити низьку ефективність застосовуваних у системах аспірації циклонів та їх часті відмови.

2.4 Висновки до другого розділу

1. За результатами натурних досліджень з оцінки пилової обстановки на підприємствах з виробництва дерев'яних будівельних конструкцій та виробів встановлено, що запиленість повітря на робочих місцях перевищує встановлений норматив $ГДК_{рз}$ для пилу в середньому в 1,3-2,5 рази. При цьому найбільш несприятливі умови праці відзначаються на робочих місцях верстатників шліфувально-стрічкових верстатів, де концентрація пилу досягає значень до 5,7 $ГДК_{рз}$.

2. Встановлено, що у холодний та перехідний періоди року запиленість повітряного середовища на робочих місцях знижується при подачі повітря безпосередньо в робочу зону порівняно з подачею повітря з висоти до 4-х м.

3. На основі результатів експериментальних досліджень отримано залежності, що характеризують зміну концентрації пилу в зоні дихання працюючих залежно від відстані від джерела пиловиділень для верстатів різного типу.

4. За результатами натурних досліджень отримано дані про зміну запиленості повітря за висотою цеху залежно від способу роздачі повітря у приміщенні.

5. Встановлено експериментальні залежності, що характеризують щільність осідання пилу на підлозі виробничого приміщення залежно від відстані від верстатів різних типів.

6. Результати обстеження діючих систем аспірації показали невідповідність об'ємів повітря, що видаляється від аспірованого устаткування,

проектним значенням, що призводить до вибивання пилу у повітря робочої зони та обумовлює підвищену запиленість на робочих місцях верстатників.

7. Аналіз досвіду експлуатації та результатів власного обстеження систем аспірації показав, що причиною нестійкої їхньої роботи є наявність відкладень пилу на внутрішніх поверхнях горизонтальних повітроводів.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЗАПАЛИНОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІДПРИЄМСТВА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Рішення щодо забезпечення надійності систем аспірації

Для знепилення повітряного середовища виробничих приміщень застосовуються централізовані системи аспірації, ефективність та надійність роботи яких, як відомо, залежить від надійності встановлюваних у них апаратів пилеочищення. Проведений аналіз показав, що очищення викидів в атмосферу від пилу в цих системах здійснюється переважно у циклонах. Однак на підприємстві «Песа» (с. Хатки Тернопільської обл.), виділяється не тільки пил від обробки деревини, а й пил від механічної обробки металу, що має високі абразивні властивості, тобто у цьому випадку абразивний знос циклону може призвести до його відмови.

З іншого боку, у багатьох випадках на підприємстві у теплий період року на ділянки механічної обробки деревини організований приплив не здійснюється, і повітря надходить у приміщення через відкриті фрамуги вікон та ворота. Таким чином, запиленість атмосферного повітря на території підприємства матиме суттєвий вплив на концентрацію пилу у повітрі робочої зони. Зниження вмісту пилу в атмосферному повітрі також дозволить знизити витрати на організацію обробки повітря, що подається у виробничі приміщення під час здійснення організованого припливу.

Отже, ефективність апаратів пилеочищення в системах аспірації, що виносяться за межі цехів, опосередковано впливає на стан повітря робочої зони.

З огляду на це з метою забезпечення надійності роботи централізованих систем аспірації, зниження концентрації пилу в атмосферному повітрі території підприємства та з урахуванням отриманих даних про осідання та розподілення деревного пилу було запропоновано встановити на підприємстві

«Песа» апарати пилоочищення на основі пиловловлювача із зустрічними закрученими потоками ЗЗП (циклон ЗЗП).

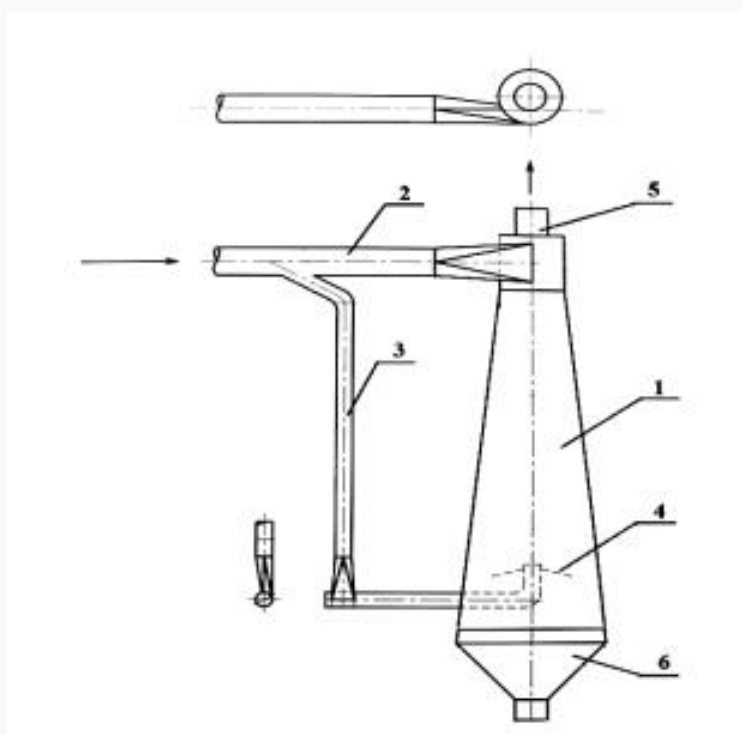


Рис. 3.1 – Схема пиловловлювача ЗЗП з конічною формою сепараційної камери:

1 – корпус; 2 – верхній тангенційний патрубок; 3 – нижній тангенційний патрубок; 4 – відбійна конічна шайба; 5 – осьовий патрубок; 6 – пиловий бункер

Пилоуловлювач складається з корпусу з конічною сепараційною формою камери, верхнього та нижнього тангенціальних патрубків введення очищеного газу, відбійної конусної шайби, осьового вихідного патрубку очищеного газу та пилового бункера. Для зниження абразивного зносу сепараційна камера пропонованого апарату ЗЗП виконано у формі зрізаного конуса (рис. 3.1) [4, 28, 29]. Всі елементи пиловловлювача виконані з листової сталі. Корпус з'єднується з осьовим вихідним патрубком та бункером за допомогою фланцевого з'єднання, що виключає підсмоктування повітря і вибивання пилу. З метою виключення захоплення та винесення осадженого

пилу в вихлопну трубу в нижній частині корпусу сепараційної камери встановлено відбійну конічну шайбу.

Пилоуловлювач працює наступним чином: газ, що очищається через верхній та нижній тангенціальні патрубки закручується і надходить у корпус сепараційної камери. Під дією інерційних сил відбувається відділення пилових частинок та їх осадження у пиловий бункер. Очищений газ видаляється через осьовий патрубок.

3.2 Експериментальна оцінка ступеня зниження пилових викидів

Для дослідження можливості застосування циклону ЗЗП з метою зниження запиленості повітря робочої зони та викидів в атмосферу була використана експериментальна установка, схема якої наведено на рисунку 3.2.

Основні елементи експериментальної установки: пиловловлювач ЗЗП з сепараційною камерою конічної форми, вузол приготування пилоповітряної суміші, вентилятор. Діаметр верхньої циліндричної частини апарату 200 мм, нижній діаметр сепараційної камери 320 мм, висота циліндричної частини 200 мм; висота конічної частини 500 мм.

Для регулювання витрати повітря, що подається на очищення, та співвідношення витрат пилоповітряної суміші у верхньому та нижньому вводах пиловловлювача використовуються шибери. Для проведення вимірів передбачені штуцери з кришками, що загвинчуються, на верхньому і нижньому повітроводах подачі повітря в апарат та на виході з нього.

Під час проведення експериментальних досліджень виміри проводилися по прийнятим методикам [7, 8, 27, 30]. Загальна витрата повітря в установці, співвідношення витрат пилогозової суміші у верхньому та нижньому вводах апарату пилоочищення, аеродинамічні характеристики визначалися за величиною тисків, що вимірюються в повітроводах за допомогою диференціального манометра testo 512 у поєднанні з трубкою Піто.

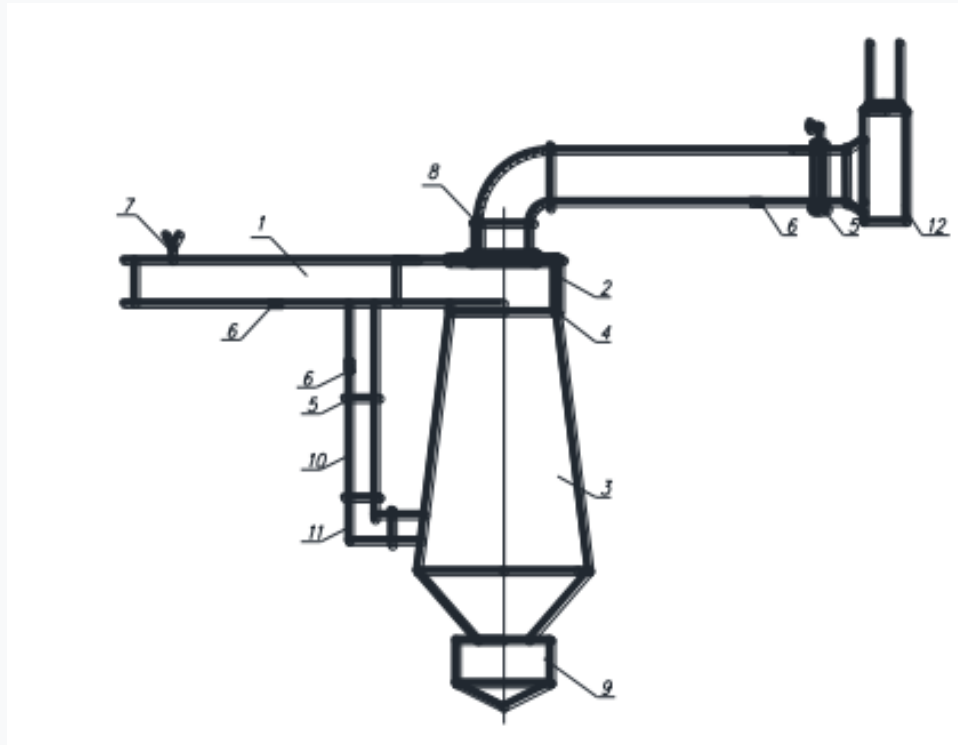


Рис. 3.2 – Схема експериментальної установки:

1 - вхідний повітропровід; 2 - верхнє тангенційне введення; 3 - сепараційна камера; 4 – фланцеве з'єднання; 5 - регулювальний шибер; 6 - вимірний штуцер; 7 - вузол приготування пилоповітряної суміші; 8 – патрубок очищеного газу; 9 – бункер уловленої пилу; 10 – вторинне введення потоку; 11 – тангенційний закручувач вторинного введення; 12 – вентилятор

Експериментальні дослідження проводилися у два етапи. На першому етапі експерименту досліджувалась залежність проскоку пилу в апараті від витрати повітря, що надходить на очищення, та концентрації пилу в повітряному потоці, що подається на очищення. При цьому витримувалося співвідношення витрат, що подаються на нижній і верхній вводи, що дорівнює 0,27, тобто підтримувалося таке значення цієї величини, за якої забезпечується найбільша ефективність апаратів ЗЗП із традиційною циліндричною формою сепараційної камери [26, 28, 31].

Результати експериментальних досліджень. Результати досліджень щодо оцінки ступеня зниження запиленості повітря, що надходить в атмосферне повітря із систем знепилюючої вентиляції, при використанні циклону ЗЗП наведено у таблиці 3.1, а також у вигляді графічних залежностей виду $\varepsilon = \varepsilon(L, c)$ на рисунку 3.3.

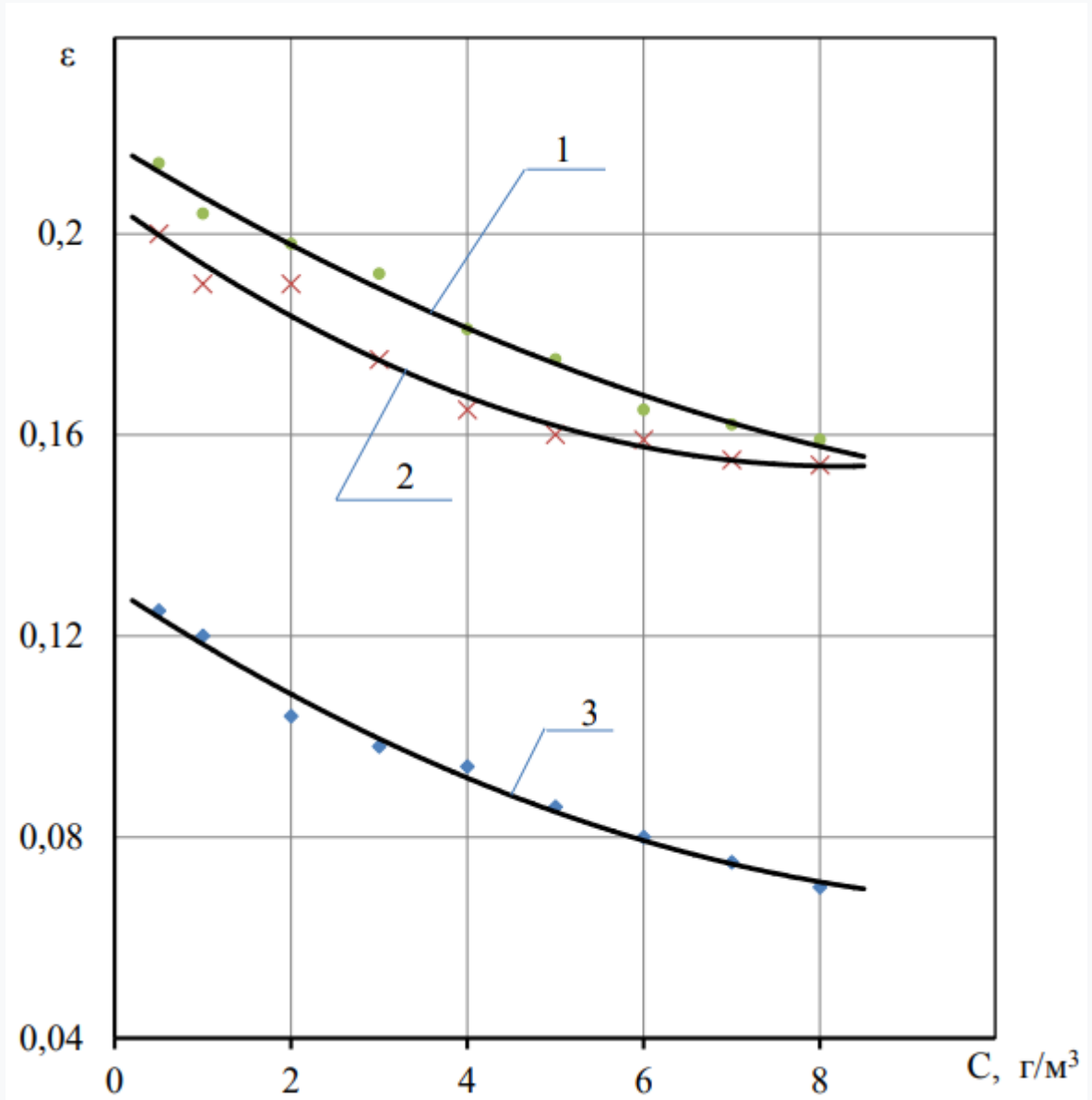


Рис. 3.3 – Зміна проскоку для апарату ЗЗП з конічною сепараційною камерою залежно від концентрації пилу при витраті повітря:
 1 – 400 м³/год; 2 – 500 м³/год; 3 – 600 м³/год

Таблиця 3.1 – Результати експериментальних досліджень

Витрата повітря, що подається в циклон, м ³ /год	Концентрація пилу у повітрі, що подається до циклону, г/м ³	Проскок ϵ
400	0,5	0,217
	1	208
	2	0,197
	3	0,192
	4	0,182
	5	0,174
	6	0,166
	7	0,161
500	0,5	0,199
	1	0,192
	2	0,189
	3	0,174
	4	0,166
	5	0,159
	6	0,159
	7	0,157
600	0,5	0,126
	1	0,121
	2	0,112
	3	0,108
	4	0,094
	5	0,086
	6	0,080
	7	0,075
	8	0,069

Отримані результати показали, що, як і для пиловловлювачів ЗЗП з циліндричною сепараційною камерою, у разі виконання камери у вигляді усіченого конуса ефективність очищення підвищується зі збільшенням витрати і запиленості повітряного потоку, що подається на очищення.

Аналіз результатів експерименту. На етапі експерименту визначалася залежність ступеня зниження пилових викидів від умовної швидкості та співвідношення витрат, що подаються на нижній і верхній вводи апарату. Отримані дані щодо визначення проскоку наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати експериментальної оцінки проскоку в апараті ЗЗП із сепараційною камерою конічної форми

Витрата повітря, що подається в циклон, м ³ /год	Значення визначальних факторів		Проскок ε
	\bar{V}_y	K_H	
400	3,0	0,10	0,069
		0,25	0,058
		0,40	0,059
500	4,5	0,10	0,058
		0,25	0,048
		0,40	0,049
600	6,0	0,10	0,058
		0,25	0,050
		0,40	0,052

На рисунках 3.4 – 3.6 представлені графічні залежності виду $\varepsilon = \varepsilon(\bar{V}_y, K_H)$ при різних значеннях витрати повітря, що подається на очищення в апарат, та співвідношення витрат повітря, що подається в апарат через нижній та верхній вводи.

\bar{V}_y - умовна швидкість в пиловловлювачі, що визначається за виразу $\bar{V}_y = L 3600(0,785D^2)$ (де D – діаметр циліндричної частини апарату);

$K_H = L_H/L_B$ - співвідношення витрат повітря, що подається в апарат через нижній та верхній вводи.

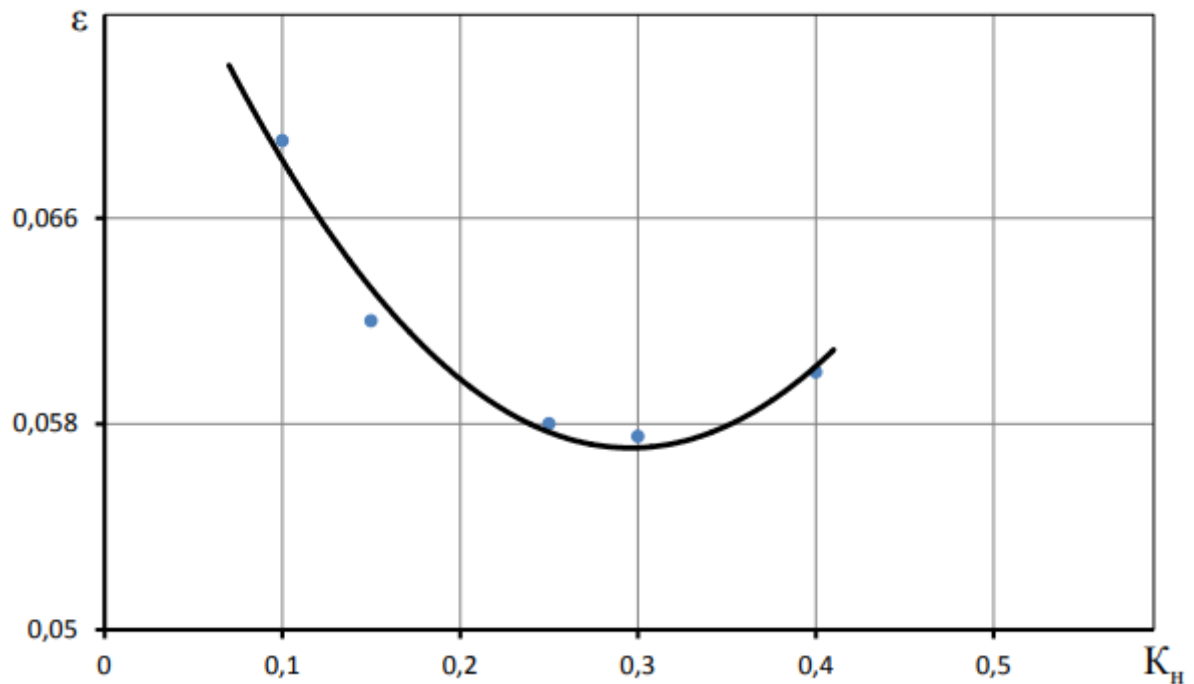


Рис. 3.4 – Залежність проскоку від K_H при $\bar{V}_y = 3$

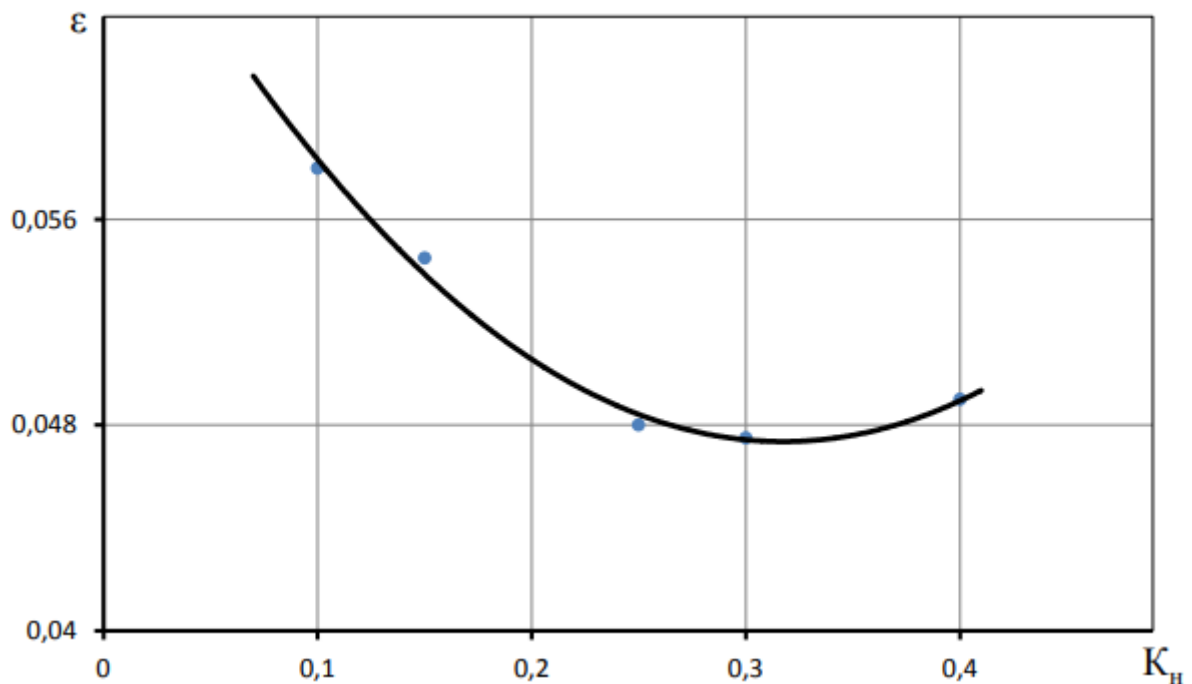


Рис. 3.5 – Залежність проскоку від K_H при $\bar{V}_y = 4,5$

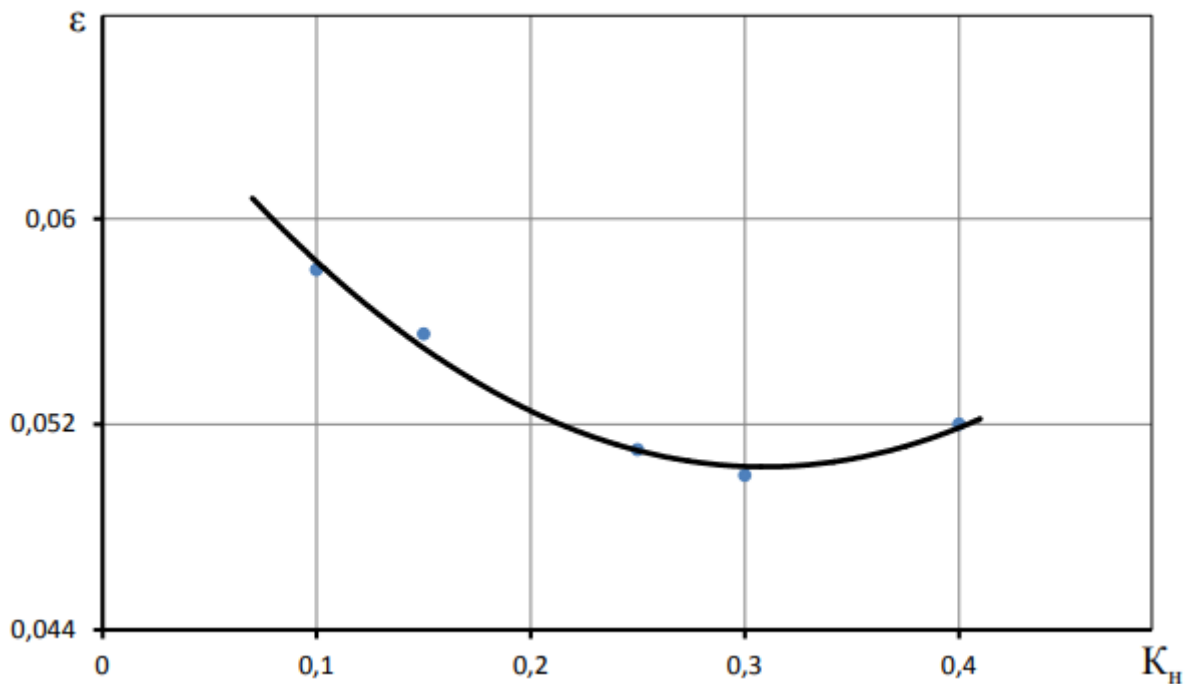


Рис. 3.6 – Залежність проскоку від K_n при $\bar{V}_y = 6$

Аналіз отриманих даних показав, що найменший проскок пилу в вихровому пиловловлювачі ЗЗП із сепараційною камерою конічної форми досягається при співвідношенні витрат, що подаються на нижній та верхній входи апарата в межах $0,28 \leq K_n \leq 0,35$, тоді як для апаратів ЗЗП з сепараційною камерою традиційної циліндричної форми цей діапазон складає 0,25-0,3. При зменшенні величини K_n до значень менше 0,28 і зі збільшенням K_n вище 0,35 величина проскоку зростає.

Запропонований для використання апарат із ЗЗП пройшов дослідно-промислові випробування на діючому деревообробному виробництві «Песа», виробничі потужності якого знаходяться у с. Хатки Тернопільської області. Отримані результати наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати дослідно-промислових досліджень апарату ЗЗП із конічною формою сепараційної камери

Назва апарату пилоочищення	Концентрація пилу в атмосферному повітрі, мг/м ³			Число відмов апарату в рік
	на рівні повітряозобору	на рівні фрамуг вікон	на рівні середини воріт	
Циклон Ц-950	2,6	2,03	2,96	5
Апарат із ЗЗП	0,95	0,7	0,88	-

3.3 Висновки до третього розділу

1. Для забезпечення надійності систем аспірації та зниження запиленості повітря у вентиляційних викидах в атмосферу запропоновано використовувати апарати пилоочищення з ЗЗП з конічною сепараційною камерою.

2. Отримано значення проскоку в апараті з ЗЗП.

3. Аналіз отриманих даних показав, що найменший проскок пилу в вихровому пиловловлювачі ЗЗП досягається при співвідношенні витрат, що подаються на нижній та верхній входи апарата в межах $0,28 \leq K_n \leq 0$.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці в науково-дослідних лабораторіях

Робота в науково-дослідній лабораторії характеризується наявністю ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів всіх чотирьох класифікаційних груп, встановлених НАПБ Б.03.002-2007. Порухення правил безпеки експлуатації і конструктивні недоліки обладнання нерідко призводять до травм, тому охорона здоров'я людей шляхом створення безпечних і сприятливих для людини умов праці, є основною задачею охорони праці в лабораторіях.

Актуальними заходами з охорони праці для лабораторій вважаються впровадження умов праці на всіх робочих місцях відповідно з діючими нормами, вилучення обладнання, робота на якому пов'язана з травмонебезпечними факторами, а також забезпечення здорових санітарно-гігієнічних умов, заміна старої, зношеної техніки і обладнання на нове, безпечне для життя і здоров'я робітника, за рахунок чого забезпечиться зниження і (або) ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань.

Охорона праці є дуже актуальною, оскільки передбачає:

- створення здорових і безпечних умов праці під час технологічних і виробничих процесів і операцій;
- своєчасне проведення заходів з техніки безпеки, виробничої санітарії, механізації і автоматизації важких, шкідливих і небезпечних робіт;
- забезпечення нормальних температурно-вологісних умов і чистоти повітря у приміщеннях, в яких знаходяться працівники і службовці;
- страхування людей від нещасних випадків і виробничого травматизму шляхом впровадження безпечного обладнання і покращення виробничих (робочих) умов;

- забезпечення навчання робітників безпечним методам праці, проведення систематичного інструктажу і пропагування безпечних прийомів праці;
- забезпечення робітників необхідним спецодягом і засобами індивідуального захисту;
- оптимізацію режимів праці і відпочинку, спрямованих на підтримку високої працездатності робітників, досягнення високої продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва.

4.2 Заходи із забезпечення безпечних умов праці в науково-дослідних лабораторіях

Розміщення лабораторного устаткування і його обслуговування. При розміщенні обладнання в лабораторному корпусі (2 поверхи) виконують наступні основні вимоги:

- однотипне обладнання розміщують на одному поверсі;
- забезпечують максимальну освітленість робочих місць;
- дотримуються вимог охорони праці, техніки безпеки і максимально використовують площу лабораторії;
- забезпечують мінімальну кількість комунікацій.

Усе лабораторне устаткування встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічних паспортів.

Передбачено наступні відстані між обладнанням, а також між обладнанням і стінами будівель:

- проходи, які пов'язані з виходами в суміжні приміщення, на сходи повинні бути не менше 1,0 м, а між обладнанням – не менше 0,8 м;
- для підйому на площадки повинні бути вбудовані стаціонарні сходи шириною не менше 0,7 м.

Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря. Допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в лабораторії регламентується ДСТУ Б А. 3.2-7:2009.

У приміщеннях, які опалюються, допускається в холодний і перехідний період року зниження температури повітря поза постійних робочих місць на 10°C. В холодний і перехідний періоди року в лабораторних приміщеннях допускається підвищення швидкості руху повітря до 0,7 м/с на постійних робочих місцях при одночасному підвищенні температури повітря на 2° С.

Не допускається установлювати нагрівачі, які ускладнюють систематичну очистку від пилу, наприклад, ребристі труби.

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря у лабораторії запропоновані наступні заходи :

– раціональне розміщення обладнання з дотриманням правил розташування обладнання з передбаченням відсмоктування повітряної суміші від обладнання з якого вони виділяються. Обладнання встановлюється таким чином, щоб не загороджувати вікна, тобто біля стін або в середині приміщення.

– раціональне опалення. Для підтримання температурних режимів робочої зони на рівні оптимальних в лабораторії використовують електроопалення.

У лабораторії в якості вентиляції застосовується місцева витяжна вентиляція, яка служить для видалення забруднюючих речовин у місцях їх утворення шляхом відсмоктування забрудненого повітря від обладнання, що герметизується. Повітря, що видаляється назовні повинно бути скомпенсованою припливними пристроями. Приточні системи повинні перешкоджати утворенню вакууму в приміщеннях при дотриманні норм запиленості, температури, вологості та швидкості повітря в робочій зоні.

– раціональний режим праці і відпочинку.

Захист від ураження електричним струмом. Заходи і засоби захисту від ураження електричним струмом починаються з визначення категорії приміщень з електронезбезпеки. Категорія і клас приміщення регламентуються НАПБ Б.03.002-2007.

Науково-дослідні лабораторії за електронезбезпекою відносяться до класу приміщення з підвищеною небезпекою.

Захист працюючих від ураження електричним струмом у проекті здійснюється наступними заходами:

- виконання електрообладнання і електричних мереж повинно відповідати виду діяльності, категоріям приміщень і зон з пожежної і вибухової небезпеки і умовам оточуючого середовища;

- в пожежовибухонебезпечних приміщеннях електропроводки, кабельні лінії і виконання електрообладнання за ступенем захисту оболонок повинні відповідати п. 7.3 і 7.4 [32];

- недоступність струмоведучих частин. Принцип недоступності струмоведучих частин забезпечується їх розташуванням на недоступній висоті та заведенням в металеві канали;

- захисне заземлення та захисне відключення. Всі струмопровідні елементи мають подвійну ізоляцію. Все обладнання в 380 В має заземлення, опір якого 4–10 Ом. Крім заземлення обов'язково використовують захисне відключення на випадок короткого замикання.

4.3 Охорона праці на деревообробних підприємствах

Основні вимоги щодо створення та організації безпечної праці у деревообробній промисловості визначені в Законі України «Про охорону праці» та Правилах охорони праці у деревообробній промисловості, затверджених

наказом Держнаглядохоронпраці України від 31.01.2005 р. № 20 (НПАОП 20.0-1.02-05).

Технологічні процеси (роботи) деревообробних виробництв мають бути організовані відповідно до вимог Правил пожежної безпеки. Усі види робіт мають здійснюватися на технологічному обладнанні та відповідно до його паспортних даних, згідно із затвердженими регламентами (інструкціями, технологічними картами тощо), в яких передбачені заходи, що запобігають дії на працівників шкідливих і небезпечних чинників [33].

Робочі місця, на яких можливе виділення токсичних, вибухопожежонебезпечних речовин, мають бути обладнані уловлювачами, укриттями з місцевими відсмоктувачами. Різальний інструмент деревообробних верстатів має бути підготовлений до роботи і експлуатуватися відповідно до вимог технологічних режимів підготовки інструментів.

Під час виникнення аварійної ситуації має бути передбачена автоматична світлова або звукова сигналізація, за сигналом якої працівники виконують приписні розпорядження.

Верстати, під час роботи на яких виділяються шкідливі речовини, мають працювати з увімкненою місцевою вентиляцією для їх видалення із зони різання.

Верстати мають приводитись у дію та обслуговуватись тільки тими особами, за якими вони закріплені. Пускати в дію верстати і працювати на них іншим особам забороняється. Ремонт верстатів має виконуватися спеціально призначеними особами [33].

Перед початком роботи на верстаті необхідно перевірити справність і наявність усіх огорожень і пристроїв, надійність закріплення різального інструменту, а також випробувати верстат на холостому ходу. Вимкнення верстата обов'язкове: у разі припинення подання струму; під час зміни робочого інструменту, закріплення або встановлення деталі, що обробляється,

зняті її з верстата, а також під час ремонту, чищення та змащення верстата, прибирання стружки.

Вироби, що оброблюються на верстатах, мають бути міцно і надійно закріплені. Працювати на несправних верстатах, а також на верстатах з несправним або погано закріпленим огороженням забороняється.

Матеріали та деталі біля робочих місць укладаються так, щоб досягти максимальної стійкості. Робоче місце верстатника і приміщення мають завжди утримуватися в чистоті і не захаращуватися виробами та матеріалами.

Верстатники під час виконання роботи мають користуватися засобами індивідуального захисту. Якщо на верстатах немає захисних щитків для захисту очей або вони несправні, робітники повинні працювати в захисних окулярах [33].

У разі залишення робочого місця (навіть короткочасно) верстатник повинен виключити верстат.

Маятникова пилка повинна мати плаваючі огороження, що закривають її зуби.

Фугувальні верстати мають бути обладнані огороженням ножового вала, що автоматично відкриває ножову щілину на ширину оброблюваної деталі. Під час обробки на фугувальному верстаті матеріалу довжиною до 400 мм, шириною до 50 мм або товщиною до 30 мм, а також під час допилювання необхідно застосовувати штовхачі, під час їх використання обидві руки верстатника мають перебувати на штовхачі. Забороняється зупиняти верстат шляхом натискання куском матеріалу на диск [33].

Круглопиляльні верстати повинні мати металевий кожух, що закриває диск пилки й автоматично підіймається під час подання матеріалу, а також розклинюючий ніж або диск, який перешкоджає зворотному виходу матеріалу. Товщина розклинюючого ножа має перевищувати ширину пропилу на 0,5 мм для пил діаметром до 600 мм та на 1–2 мм для пил діаметром більше 600 мм.

Забороняється працювати на круглопиляльному верстаті, якщо диск пилки має сколи, а також тріщини або зламаній зуб.

Починати обробку матеріалу на верстаті можна тільки після того, як вал з різальним інструментом набере максимальну швидкість обертання.

У випадку самочинної зупинки різального інструменту верстата, коли оброблювана заготовка перебуває під огородженням, необхідно виключити верстат і тільки після цього підняти огородження та усунути несправність [33].

РОЗДІЛ 5

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

5.1 Цивільний захист на деревообробних підприємствах

Цивільний захист на деревообробному підприємстві — це широкий перелік заходів, спрямованих на підготовку до захисту персоналу та різноманітних матеріальних цінностей. Завдяки певним діям можна запобігти надзвичайним ситуаціям (далі – НС), усунути їх наслідки та своєчасно надати допомогу, якої потребують постраждалі [34].

Цивільна оборона на підприємстві «Песа» створюється для організації та забезпечення безпеки працівників від наслідків НС військового, природного, техногенного та екологічного характерів. Для досягнення цих цілей суб'єкт господарювання має забезпечити відповідні заходи на підприємстві.

Головні завдання цивільного захисту підприємства «Песа»:

- введення заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, пожеж, вибухів та всіляких стихійних лих;
- своєчасне оповіщення персоналу про загрозу чи факт виникнення НС;
- надання психологічної, медичної та іншої допомоги постраждалим особам;
- створення умов, за яких відповідальні за ліквідацію НС особи зможуть перебувати у постійній готовності;
- проведення тренувань, пов'язаних із діяльністю у галузі ЦЗ;
- здійснення робіт з ліквідації наслідків НС та організації життєзабезпечення для працівників компанії;
- навчання працівників методам захисту при надзвичайних та інших несприятливих ситуаціях;
- створення, збереження, раціональне використання матеріальних ресурсів, якщо вони потрібні для запобігання аваріям та катастрофам;
- проведення оцінки ризиків виникнення НС.

Складові частини ЦЗ на підприємстві «Песа». Організація цивільного захисту на підприємстві має чотири ключові складники:

- захист людей та територій, якщо відбулася НС незалежно від її виду та масштабів поширення;
- проведення різних дій, спрямованих на запобігання НС на території підприємства;
- своєчасне реагування на ситуації, що виникають, і боротьба з їх наслідками;
- проведення різноманітних заходів, пов'язаних із цивільною обороною на підприємстві.

Режими ЦЗ на підприємстві «Песа». План цивільного захисту підприємства на особливий період передбачає, що відповідні органи можуть функціонувати в одному з декількох режимів. Вони змінюються залежно від масштабів поширення та інших особливостей конкретної НС.

Існують такі режими:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності;
- надзвичайної ситуації;
- надзвичайного становища (НС).

Останній встановлюється на тих же територіях, де запроваджується правовий режим НС.

Обов'язки підприємства «Песа» у сфері ЦЗ. Положення про організацію служб цивільного захисту на підприємстві потрібне всім компаніям незалежно від своїх форм власності й підпорядкування. Обов'язки підприємства перераховані у статті 20 Кодексу цивільного захисту (КЦЗ):

- забезпечення персоналу засобами як колективного, так й індивідуального захисту;
- розміщення інформації щодо безпеки персоналу та правил поведінки при НС;

- організація евакуації для працівників та майна підприємства;
- створення відповідальних формувань. Виконується відповідно до КЦЗ та інших законодавчих актів.

Документація з цивільного захисту на підприємстві «Песа». За розробку документації з цивільного захисту на підприємстві відповідає заступник голови ЦЗ, а їхнім затвердженням займається голова ЦЗ. На підприємстві «Песа» розроблені такі документи з ЦЗ:

- рішення про створення;
- план;
- протоколи засідання;
- положення;
- обов'язки керівника та робочої групи;
- аналітичні довідки щодо усунення наслідків НС.

Правове обґрунтування. Діяльність підприємства «Песа» у сфері забезпечення ЦЗ регламентується конституцією, КЦЗ та деякими іншими законами України. Правовою основою також є певні акти Кабінету міністрів України та безпосередньо президента країни.

Головним законодавчим документом, спрямованим на допомогу громадянам при НС, є КЦЗ України. Він був прийнятий у 2013 році, а у 2022 році отримав нову редакцію.

У статті 20 цього Кодексу зазначено, що штаб та служби ЦЗ на підприємстві мають:

- створити умови, за яких можна запобігти виникненню НС;
- навчити працівників правилам поведінки при НС;
- регулярно проводити різноманітні тематичні тренування;

Цією ж статтею визначається пакет документів щодо ЦЗ [34].

Система цивільної оборони на підприємстві «Песа» передбачає, що в межах підприємства завжди має бути:

- схеми для оповіщення, збирання, управління та зв'язку;

- детальний розклад термінових повідомлень;
- проекти наказів;
- телефонний довідник;
- робочі зошити представників комісії;
- різні звіти;
- журнали обліку.

Бажано, щоб основні документи, як зберігаються в компанії, розроблялися у декількох примірниках [34].

Організація цивільного захисту на підприємстві «Песа». Керівником підприємства підписує наказ про організацію цивільного захисту на підприємстві, тоді комісія має розпочати реалізацію плану. Мається на увазі:

- використання продовольства, медикаментів, засобів зв'язку, пального та інших резервів у випадку настання НС;
- проведення дій, спрямованих на підвищення безпеки персоналу на території компанії;
- планування різноманітних заходів у сфері ЦЗ.

Структура цивільної оборони на підприємстві «Песа». З метою своєчасного та оперативного реагування на НС, на підприємстві створенні відповідні керівні органи. Для цього керівник підписує відповідні розпорядження та накази щодо цивільної оборони на підприємстві.

До структури входять:

- постійні органи управління – начальник ЦЗ (цю роль виконує керівник підприємства «Песа»), чергові служби, диспетчери, а також відповідальний за питання НС;
- координаційні центри – комісії з питань НС;
- керівні штаби, відповідальні за усунення наслідків. Склад – співробітники, керівник та відповідні штаби цивільного захисту на підприємстві «Песа»;

– сили ЦЗ. Маються на увазі служби, які відповідають за усунення наслідків НС;

– органи, що несуть відповідальність за планування, забезпечення та проведення евакуації.

Заходи з цивільного захисту на підприємстві «Песа». План ЦЗ підприємства на особливий період організує голова комісії. Найчастіше маються на увазі такі заходи:

– виконання комплексу заходів, спрямованих на захист співробітників, будівель та інших об'єктів, у разі виникнення аварії;

– забезпечення працівників компанії захистом, який відповідає виду катастрофи, що сталася;

– створення матеріального резерву, спрямованого на запобігання аваріям та усунення їх наслідків.

5.2 Оцінка захисту персоналу підприємства «Песа» в надзвичайних ситуаціях

Під час воєнного стану основним завданням є збереження життя людей. Оскільки на підприємстві працюють робітники то існує ймовірність повітряної небезпеки та інших загроз зі сторони загарбника. Рішення задач з оцінки захисту персоналу підприємства «Песа» в надзвичайних ситуаціях є досить актуальним.

Проведемо **оцінку захисту персоналу підприємства в надзвичайних ситуаціях**, [35].

Оцінити, чи забезпечується надійний захист персоналу в наявній захисній споруді під час можливих аварій. Вихідні дані для розрахунку:

1. Чисельність персоналу підприємства «Песа» – 210 осіб.
2. Характеристика сховища:
 - а) площа приміщень для тих, хто укривається – 128 м²;
 - б) площа допоміжних приміщень – 36 м²;

в) висота приміщень – 2 м.

3. Кількість ФВК (фільтровентиляційний комплект) – 2 шт.

4. Аварійний запас води – 1650 л.

5. Максимальна запланована тривалість перебування людей у сховищі – 2 доби.

1. Оцінюємо місткість захисної споруди. Розраховуємо місткість сховища за площею (M_n):

$$M_n = S_{укр} / S_1 = 128 / 0,5 = 256 \text{ осіб}$$

де $S_{укр}$ - площа приміщення для тих, хто укривається, м²;

S_1 - норма площі на одну особу, м² ($S_1=0,5$ м² - якщо висота приміщення становить 2,15...2,9 м; $S_1=0,4$ м² - якщо висота приміщення становить понад 2,9 м.

Місткість сховища за об'ємом (M_o) визначаємо за формулою:

$$M_o = (S_{укр} + S_{доп} / V_1) * h = (128 + 36 / 1,5) * 2 = 218 \text{ осіб}$$

де $S_{доп}$ - сумарна площа допоміжних приміщень у зоні герметизації, м²;

h - висота приміщень, м;

V_1 - норма об'єму приміщення на одну особу ($V_1=1,5$ м³).

Місткість сховища визначаємо за меншим значенням M_n та M_o , відповідно в даному сховищі можуть укритись 218 осіб. Таким чином, сховище здатне укрити 210 осіб, які знаходяться на підприємстві «Песа».

2. Оцінюємо можливості системи забезпечення сховища повітрям.

Система забезпечення сховища повітрям працює, як правило, у двох режимах:

режим I - чиста вентиляція (зовнішнє повітря очищується від пилу, в тому числі і від радіоактивного, на сітчастих фільтрах, змащених веретенною олією);

режим II - фільтровентиляція (повітря додатково пропускається через фільтри-поглиначі для очищення від хімічних отруйних речовин, бактеріальних засобів і радіоактивного пилу).

У сховищах, розташованих у пожежонебезпечних районах, у зонах катастрофічного затоплення, на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах,

передбачається *режим III* - повна ізоляція або регенерація з подаванням кисню з балонів у сховище.

Реалізація зазначених режимів здійснюється за допомогою фільтровентиляційних комплектів (ФВК). Продуктивність одного фільтровентиляційного комплексу становить:

- в режимі I – 1200 м³/год.;
- в режимі II – 300 м³/год.
- в режимі I – один ФВК забезпечує повітрям 150 осіб.

Для режимів I та II встановлені норми подачі повітря на одну особу, м³/год.:

- в режимі I – 10 м³/год.;
- в режимі II – 2 м³/год.

Відповідно до вихідних даних, система подачі повітря повинна забезпечити всі три режими роботи.

В режимі I повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_I = n * \varphi / W_I = 2 * 1200 / 10 = 240 \text{ осіб.}$$

де n – кількість ФВК у сховищі;

φ – продуктивність одного ФВК в режимі I, м³/год.;

W_I – норма повітря на одну людину в режимі I, м³/год.

В режимі II повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_{II} = n * \varphi / W_I = 2 * 300 / 2 = 300 \text{ осіб.}$$

В режимі III повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_{III} = 150 * n = 150 * 200 = 300 \text{ осіб.}$$

Таким чином, в усіх режимах персонал забезпечений повітрям.

3. Оцінюємо достатність аварійного запасу води. У захисних спорудах передбачається здійснювати водозабезпечення від зовнішньої водопровідної мережі. На випадок виходу із ладу водопроводу в сховищах передбачається

режим аварійного запасу питної води з розрахунку 3 л на одну людину на добу, а для санітарно-гігієнічних потреб – 4 л на одну людину на весь розрахунковий період перебування. Як правило, запас води створюється на 3 доби.

Визначасмо, скільки осіб може бути забезпечено наявним аварійним запасом води:

$$N_B = B / B_1 * T_{\max} = 1650 / 3 * 2 = 275 \text{ осіб.}$$

де B – сумарний аварійний запас води, л;

B_1 – норма води на добу на одну особу (3 л/добу);

T_{\max} – максимальна запланована тривалість перебування людей у сховищі, дів.

Таким чином, зазначеного аварійного запасу води достатньо для забезпечення працюючого персоналу.

Результати розрахунків представляємо у вигляді табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Оцінка захисту персоналу «Песа» в надзвичайних ситуаціях

Чисельність персоналу	Місткість сховища		Постачання повітрям			Аварійний запас води
	M_n , осіб	M_o , осіб	N_I , осіб	N_{II} , осіб	N_{III} , осіб	
210	256	218	240	300	300	275

Отже, сховище на підприємстві «Песа» забезпечує надійний захист персоналу.

ВИСНОВКИ

За результатами роботи можна зробити такі основні висновки:

1. За результатами проведеного аналізу встановлено, що до шкідливих виробничих факторів, дія яких можлива на працюючих на технологічних процесах виробництва дерев'яних будівельних виробів та конструкцій, віднесено підвищену запиленість повітря робочої зони.

Також було встановлено, що основною причиною цього є нестійкість роботи аспіраційних систем внаслідок невідповідності фактичних та проектних об'ємів повітря, що відсмоктується від аспірованого обладнання, обумовленого утворенням пилових відкладень на внутрішніх поверхнях горизонтально прокладених повітроводів, а також внаслідок відмов апаратів пилоочищення внаслідок забивання або абразивного зношування.

2. На основі результатів натурних експериментальних досліджень процесів поширення та осідання пилу у виробничих приміщеннях:

– встановлено, що так само, як для пилу, що утворюється у виробництві інших будівельних матеріалів, незалежно від породи деревини, зміна запиленості повітря робочої зони та щільності пилоосідання в виробничих приміщеннях на різних відстанях від джерел пиловиділення підпорядковується експоненційному закону;

– отримані експериментальні залежності, що характеризують ці зміни залежно від виду виконуваної технологічної операції.

3. Для вирішення завдання усунення відмов систем аспірації внаслідок абразивного зносу апаратів пилоочищення та їх забивання з урахуванням властивостей деревного пилу запропоновано використовувати апарат із ЗЗП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бехта П.А. Технологія деревинних композиційних матеріалів. Вид. Основа. 2003. 335 с.
2. Батлук В.А., Василів Р.М., Стець Р.Є. Підвищення ефективності вловлення дрібнодисперсних фракцій пилу в системах очистки повітря від пилу деревообробних підприємств. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2012. № 4. С. 43–49.
3. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель[Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.
4. Мадані М.М. Зниження запиленості повітря робочої зони на деревообробних підприємствах. *Техногенно-екологічна безпека*. 2022. № 11. С. 68–73. <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2022.1.10>
5. 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.
6. Бехта П.А. Технологія деревинних плит і пластиків. Вид. Основа. 2004. 780 с.
7. Жуковський С.С. та ін. Вентиляція приміщень: навч. посібник. Львів : Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2007. 476 с.
8. Методичні вказівки для практичних робіт з дисципліни: «Очистка та рекуперація промислових викидів підприємств переробки рослинної сировини» для магістрів денної і заочної форми навчання, галузі знань 16 – «Хімічна та біоінженерія», спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Укл. Бугрим М.В. Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2016. 36 с.

9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Геоecологічне обґрунтування проектів природокористування» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Залеський І. І. Рівне: НУВГП, 2021. 40 с.

10. Мадані М.М., Гаркович О.Л. Техніка та технології очищення газових викидів. для студ. закладів вищої освіти. Одеса: ОНАХТ «Академия», 2018. 226 с.

11. Старик В. Використання відходів деревообробної промисловості у будівельній галузі. *Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання* : матеріали X студент. Наук.-техн. конф., м. Київ, 15-16 квіт. 2007. Київ, 2007. С. 166–166.

12. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : колективна монографія / [авт. кол. : Мадані М. М., Крутогорова І. О., Андрєєва Н. М. та ін.] / за ред. проф. Мальованого М. С. – Київ : Яроченко Я. В., 2022. 566 с. : рис., таблиці / Online-видання. DOI <https://doi.org/10.51500/7826-23-0>

13. «Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць» : затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.02.2005 №30.

14. Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва : ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [Чинний з 01.12.2007]. Київ: Держстандарт України, 2008. 16 с.

15. Козій І.С., Рой І.О., Яхненко О.М., Пономаренко Р.В., Щербак С.С. Математично-статистичне дослідження впливу дрібнодисперсних твердих забруднюючих речовин на здоров'я людини. *Техногенно-екологічна безпека*. 2021. № 10. С. 23–27.
16. 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.
17. Szewczynska M., Pozniak M. Assessment of occupational exposure to wood dust in the Polish furniture industry. *Medycyna Pracy*. 2017. № 68.1. P. 45–61.
18. Mrackova E. et al. Creation of wood dust during wood processing: Size analysis, dust separation, and occupational health. *BioResources*, 2016. №11.1. P. 209–222.
19. Ратушняк Г. С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. Вінниця : ВДТУ, 2002. 96 с.
20. Дадак Ю.Р., Ляшеник А.В. Чинники комплексного вирішення питання екологічної ефективності процесів знепилення на деревообробних підприємствах. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26.7. С. 277–284.
21. Правила охорони праці в деревообробній промисловості : НПАОП 20.0-1.02-05 [Чинний з 19.02.2013]. Київ: Держстандарт України, 2013. 12 с.
22. Джеджула, В. В. Д 40 Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 71 с.
23. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О. Будівельне матеріалознавство : підручник. К. : «Видавництво Ліра-К», 2012. 624 с.
24. Технічна освіта. Матеріалознавство (деревообробка) : офіц. сайт URL: <https://joiner.org.ua/materialoznavstvo-derevoobrobka> (дата звернення 29.05.2024).
25. Таблиця твердості і стабільності порід деревини : офіц. сайт URL: <https://parketcapital.com.ua/ua/tablica-tverdosti-i-stabilnosti-porod-drevesiny> (дата звернення 30.05.2024).

26. Козій І. С. Наукові основи системного підходу до зниження техногенного навантаження від промислових викидів на довкілля : дис. ...докт. техн. наук : 21.06.01. Суми, 2023. 343 с.

27. Мадані М. М. Техніка та технології очистки газових викидів : метод. рекомендації до практ. занять [Електронний ресурс] : спец. 101 "Екологія" галузі знань 10 "Природничі науки" та 183 "Технології захисту навколишнього середовища" галузі знань 18 "Виробництво та технології". Одеса : ОНТУ, 2022. 52 с.

28. Каспрук В.Б. Підвищення ефективності пиловловлювання в апаратах із зустрічними закрученими потоками : дис. ...канд. техн. наук : 05.05.13. Тернопіль, 1998. 165 с.

29. Тимошенко В. І., Книщенко Ю. В. Пневмотранспорт сипучих матеріалів з підвищеним тиском несучого газу. *Наука та інновації*, 2024. № 9. С. 5–17.

30. Мадані М. М. Техніка та технології очистки газових викидів : метод. вказівки до виконання лабораторних робіт [Електронний ресурс] : спец. 101 "Екологія" галузі знань 10 "Природничі науки" та 183 "Технології захисту навколишнього середовища" галузі знань 18 "Виробництво та технології". Одеса : ОНТУ, 2022. 19 с.

31. Куц В. П., Балабан С. М., Чиж В. М., Ханик Я. М. Спосіб очистки газів від тонковолокнистого пилу. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. Вип. 37. С. 281 – 284.

32. ПУЕ-2017 від 15.02.2017 №118. Правила улаштування електроустановок. Міністерство енергетики і вугільної промисловості України.

33. Управління Держпраці (охорона праці в деревообробній промисловості) : офіц. сайт. URL: <https://kr.dsp.gov.ua> (дата звернення 25.07.2024).

34. Цивільний захист на підприємстві : офіц. сайт URL: <https://profiteh.ua/tsyvilnyi-zakhyst-na-pidpriemstvi> (дата звернення 25.07.2024).

35. Методичні вказівки до виконання розділу «Цивільний захист» в дипломних проектах студентів усіх напрямків підготовки денної та заочної форм навчання/Автори О.А. Нетребський, І.А. Дюдіна, З.М. Сахарова. Одеса: ОНАХТ, 2012. 34 с.