

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут нафтогазової інженерії
Кафедра Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Смолій Олег Романович

УДК 677:504.06:628.511
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Оцінка впливу на довкілля текстильного виробництва з розробкою технології
очищення повітря робочих приміщень від пилу (на прикладі ТОВ «VLADI»
(назва роботи)

Технології захисту навколишнього середовища
(назва освітньої програми)

G2 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня Смолій О.Р.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Фомічова О.В., к.х.н, доцент
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ
2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
 Інститут нафтогазової інженерії
 Кафедра технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
 ОПІ Технології захисту навколишнього середовища

Затверджую
 Зав. кафедри ТЗБП
 Галина ГРИЦУЛЯК _____
 (ім'я та прізвище) (підпис)
 «__» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Смолій Олег Богданович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка впливу на довкілля текстильного виробництва з розробкою технології очищення повітря робочих приміщень від пилу (на прикладі ТОВ «VLADI»

керівник роботи:
Фомічова О.В., к.х.н., доцент
 (ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання керівника)

затверджені наказом університету від “__” _____ 20__ р. № ____

2 Термін здачі закінченої роботи “_08_” _____ 06_____ 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи: Виробнича діяльність текстильного підприємства ТОВ «VLADI», технологічні процеси виготовлення текстильних виробів, показники утворення пилових викидів, характеристики систем вентиляції та очищення повітря робочих зон, нормативні вимоги щодо охорони атмосферного повітря та безпеки праці.

4 Зміст пояснювальної записки

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТЕКСТИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

- 1.1 Особливості текстильного виробництва як джерела екологічного впливу
- 1.2 Основні джерела та види забруднення у текстильній промисловості
- 1.3 Вплив текстильного пилу на навколишнє середовище та здоров'я працівників
- 1.4 Сучасні технології очищення повітря від пилових викидів

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «VLADI» НА ДОВКІЛЛЯ

- 2.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ «VLADI»
- 2.2 Аналіз технологічного процесу текстильного виробництва

2.3 Оцінка впливу підприємства на довкілля

2.3.1 Оцінка впливу підприємства на атмосферне повітря

2.3.2 Вплив виробничої діяльності на водне середовище та ґрунти

2.3.3 Аналіз шумового та вібраційного вплив

2.4 Розрахунок викидів забруднюючих речовин та оцінка відповідності нормативним вимогам

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ РОБОЧИХ ЗОН ВІД ТЕКСТИЛЬНОГО ПИЛУ

3.1. Визначення необхідного ступеня очищення пилових викидів

3.2. Обґрунтування вибору системи очищення повітря

3.3. Проектування барботажного абсорбера у системі очищення повітря

3.4. Розрахунок та характеристика рукавного фільтра

3.5 Розрахунок максимальної приземної концентрації оксиду вуглецю після впровадження очисного обладнання

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Економічна ефективність впровадження системи очищення повітря

4.2. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори у текстильній промисловості

4.3. Заходи з охорони праці та безпеки працівників

ВИСНОВКИ

5 Орієнтовний перелік текстового та графічного матеріалу в презентації _____

Календарний план виконання бакалаврської роботи

№	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1	Вступ Розділ 1. Теоретичні основи оцінки впливу текстильного виробництва на довкілля	20.04.26	
2	Розділ 2. Оцінка впливу діяльності ТОВ «VLADI» на довкілля	27.04.26	
3	Розділ 3. Розробка технології очищення повітря робочих зон від текстильного пилу	04.05.26	
4	Розділ 4. Економічне обґрунтування та охорона праці	11.05.26	
5	Висновки Літературні джерела Додатки	29.05.26	

Студент _____ Олег Смолій
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ к.х.н., доцент Ольга ФОМІЧОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота присвячена оцінці впливу текстильного виробництва на довкілля та розробці технології очищення повітря робочих приміщень від пилу на прикладі ТОВ «VLADI».

Актуальність дослідження обумовлена значним антропогенним навантаженням текстильної промисловості на навколишнє середовище, зокрема викидами пилу, волокон та інших забруднюючих речовин у повітря робочої зони, що негативно впливають як на стан довкілля, так і на здоров'я працівників.

Основною метою роботи є аналіз екологічних аспектів діяльності підприємства та розробка ефективної системи очищення повітря виробничих приміщень від текстильного пилу.

У роботі представлено аналіз сучасних технологій текстильного виробництва, досліджено основні джерела утворення пилу та їх вплив на атмосферне повітря, умови праці та навколишнє середовище. Розглянуто сучасні методи очищення повітря, системи аспірації та вентиляції, а також технології пиловловлювання, що застосовуються на підприємствах текстильної галузі.

Новизна дослідження полягає у комплексному підході до вирішення проблеми пилового забруднення у текстильному виробництві шляхом поєднання сучасних технологій очищення повітря та оптимізації виробничих процесів. Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження запропонованих рішень на підприємствах текстильної промисловості для підвищення екологічної безпеки, зменшення шкідливого впливу на довкілля та покращення санітарно-гігієнічних умов праці.

Ключові слова: текстильне виробництво, екологічний вплив, очищення повітря, текстильний пил, аспіраційні системи, природоохоронні технології, вентиляція, забруднення атмосферного повітря, виробничі відходи, екологічна безпека.

ABSTRACT

The diploma thesis is devoted to the assessment of the environmental impact of textile production and the development of air purification technology for removing dust from workplace premises using the example of VLADI.

The relevance of the study is determined by the significant anthropogenic impact of the textile industry on the environment, particularly due to emissions of dust, fibers, and other pollutants into the air of the working area, which negatively affect both the environment and workers' health.

The main purpose of the thesis is to analyze the environmental aspects of the enterprise's activities and to develop an effective air purification system for removing textile dust from production facilities.

The thesis presents an analysis of modern textile production technologies, investigates the main sources of dust generation and their impact on atmospheric air, working conditions, and the environment. Modern air purification methods, aspiration and ventilation systems, as well as dust collection technologies used at textile industry enterprises are considered.

The scientific novelty of the study lies in a comprehensive approach to solving the problem of dust pollution in textile production through the combination of modern air purification technologies and optimization of production processes. The practical significance of the work consists in the possibility of implementing the proposed solutions at textile industry enterprises in order to improve environmental safety, reduce harmful environmental impact, and improve sanitary and hygienic working conditions.

Keywords: textile production, environmental impact, air purification, textile dust, aspiration systems, environmental protection technologies, ventilation, atmospheric air pollution, industrial waste, environmental safety.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТЕКСТИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ.....	9
1.1 Особливості текстильного виробництва як джерела екологічного впливу	Помилка! Закладку не визначено.
1.2 Основні джерела та види забруднення у текстильній промисловості	Помилка! Закладку не визначено.
1.3 Вплив текстильного пилу на навколишнє середовище та здоров'я працівників	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «VLADI» НА ДОВКІЛЛЯ	18
2.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ «VLADI».....	18
2.2 Аналіз технологічного процесу текстильного виробництва	19
2.3 Оцінка впливу підприємства на довкілля.....	223
2.3.1 Вплив підприємства на атмосферне повітря.....	23
2.3.2 Вплив виробничої діяльності на водне середовище та ґрунти.....	226
2.3.3 Аналіз шумового та вібраційного впливу	28
2.4 Розрахунок викидів забруднюючих речовин та оцінка відповідності нормативним вимогам	29
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ РОБОЧИХ ЗОН ВІД ТЕКСТИЛЬНОГО ПИЛУ	36
3.1 Визначення необхідного ступеня очищення пилових викидів	43
3.2 Обґрунтування припливно-витяжної вентиляційної системи	38
3.3 Проектування барботажного абсорбера у системі очищення повітря	43
3.4 Розрахунок та характеристика рукавного фільтра.....	45
3.5 Розрахунок максимальної приземної концентрації оксиду вуглецю після впровадження очисного обладнання.....	47
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1 Економічна ефективність впровадження системи очищення повітря.....	50
4.2 Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори у текстильній промисловості.....	54
4.3 Заходи з охорони праці та безпеки працівників.....	56
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасна текстильна промисловість є важливою складовою економіки та забезпечує населення широким асортиментом продукції. Разом із тим діяльність текстильних підприємств супроводжується значним техногенним навантаженням на навколишнє середовище, зокрема викидами пилу, утворенням виробничих відходів, підвищеним рівнем шуму та споживанням енергетичних ресурсів. Особливо актуальною проблемою є забруднення повітря робочих зон текстильним пилом, який негативно впливає як на стан атмосферного повітря, так і на здоров'я працівників підприємства.

Текстильний пил утворюється під час переробки волокон, прядіння, ткацтва та інших технологічних операцій. Накопичення пилових частинок у виробничих приміщеннях призводить до погіршення умов праці, зростання ризику професійних захворювань органів дихання та зниження рівня екологічної безпеки виробництва. У зв'язку з цим особливого значення набуває оцінка впливу текстильного виробництва на довкілля та розробка ефективних технологій очищення повітря робочих зон.

Актуальність теми полягає у необхідності зниження негативного впливу текстильного виробництва на навколишнє середовище шляхом впровадження сучасних природоохоронних та вентиляційних систем. Використання ефективного пилогазоочисного обладнання дозволяє зменшити концентрацію пилу у виробничих приміщеннях, покращити умови праці персоналу та забезпечити дотримання екологічних і санітарно-гігієнічних нормативів.

Об'єктом дослідження є діяльність ТОВ «VLADI» – підприємства текстильної промисловості, що спеціалізується на виробництві текстильних виробів.

Предметом дослідження є вплив виробничої діяльності ТОВ «VLADI» на навколишнє середовище та технології очищення повітря робочих зон від текстильного пилу.

Метою роботи є оцінка впливу текстильного виробництва на довкілля та розробка ефективної технології очищення повітря робочих зон від пилу для зниження екологічного навантаження та покращення умов праці на підприємстві ТОВ «VLADI».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати особливості діяльності текстильного підприємства;*
- визначити основні джерела утворення пилу та інших забруднюючих речовин;*
- оцінити вплив виробництва на атмосферне повітря, водне середовище та ґрунти;*
- дослідити вплив пилового забруднення на умови праці персоналу;*
- провести розрахунок викидів забруднюючих речовин;*
- обґрунтувати вибір системи очищення повітря робочих зон;*
- розробити комплекс природоохоронних заходів щодо зниження рівня пилового забруднення;*
- оцінити ефективність запропонованих технічних рішень.*

У процесі виконання роботи використано наукові праці вітчизняних і зарубіжних авторів, нормативно-правові акти у сфері охорони навколишнього природного середовища та охорони праці, методичні матеріали, а також технічну документацію підприємства ТОВ «VLADI».

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТЕКСТИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Особливості текстильного виробництва як джерела екологічного впливу

Текстильна промисловість є однією з провідних галузей легкої промисловості, яка забезпечує населення широким асортиментом продукції побутового та промислового призначення. До текстильної продукції належать тканини, пряжа, трикотажні вироби, ковдри, пледи, декоративний текстиль та інші матеріали. Незважаючи на важливе економічне значення, діяльність текстильних підприємств супроводжується значним антропогенним навантаженням на навколишнє середовище та формує комплекс негативних екологічних впливів [1,2].

Особливістю текстильного виробництва є велика кількість технологічних процесів, під час яких відбувається механічна, термічна та хімічна обробка сировини. На кожному етапі виробництва утворюються різні види забруднень: пилові викиди, шум, вібрації, стічні води, теплові викиди та тверді відходи. Основними стадіями текстильного виробництва є підготовка сировини, прядіння, ткацтво, фарбування, сушіння та оздоблення готової продукції.

Першим етапом виробництва є підготовка сировини, яка включає очищення, сортування та змішування волокон. На цьому етапі у повітря робочої зони потрапляє значна кількість пилу та дрібних волокнистих частинок. Особливо інтенсивне запилення виробничих приміщень спостерігається під час роботи з натуральними волокнами, такими як вовна, бавовна та льон. Пил, який утворюється у процесі обробки волокон, може містити органічні домішки, мікроорганізми та залишки технологічних речовин [21,22].

Наступною стадією є процес прядіння, під час якого волокна перетворюються у пряжу. Робота прядильного обладнання супроводжується інтенсивним утворенням текстильного пилу та підвищеним рівнем шуму.

Дрібнодисперсні пилові частинки здатні тривалий час перебувати у повітрі виробничих приміщень та проникати до органів дихання працівників. У виробничих цехах текстильних підприємств концентрація пилу часто перевищує допустимі санітарно-гігієнічні нормативи, що негативно впливає на умови праці та стан здоров'я персоналу.

У ткацьких цехах основним джерелом екологічного впливу є ткацькі верстати, робота яких супроводжується шумом, вібрацією та утворенням волокнистого пилу. Під час механічної взаємодії ниток утворюються дрібні частинки волокон, які потрапляють у повітря робочої зони. Крім того, робота великої кількості механічного обладнання призводить до значного енергоспоживання та тепловиділення [5,6].

Важливим етапом текстильного виробництва є фарбування та оздоблення продукції. Саме ці процеси характеризуються найбільшим негативним впливом на водне середовище. У процесі фарбування використовуються різноманітні барвники, хімічні реагенти, поверхнево-активні речовини та допоміжні матеріали. Частина цих речовин потрапляє до стічних вод, що може призводити до забруднення поверхневих та підземних водних об'єктів. Стічні води текстильних підприємств характеризуються високим вмістом органічних речовин, завислих частинок та барвників.

Значною екологічною проблемою текстильної промисловості є утворення виробничих відходів. До них належать обрізки тканин, залишки волокон, пил, використані пакувальні матеріали та відходи допоміжних речовин. При неналежному поводженні виробничі відходи можуть накопичуватися на території підприємства та негативно впливати на стан ґрунтів і поверхневих вод.

Одним із найбільш поширених видів забруднення у текстильній промисловості є пилове забруднення. Волокнистий пил утворюється у процесі механічної обробки тканин, пряжі та волокон. Основними компонентами пилу можуть бути натуральні або синтетичні волокна, мінеральні домішки, частинки

барвників та залишки технологічних реагентів. Найбільш небезпечними є дрібнодисперсні частинки, які легко проникають у дихальні шляхи людини.

Тривалий вплив текстильного пилу на організм працівників може спричиняти професійні захворювання органів дихання, алергічні реакції, подразнення слизових оболонок та зниження працездатності. Особливо небезпечним є пил синтетичних волокон, який може містити токсичні речовини та мати канцерогенні властивості. Висока концентрація пилу у виробничих приміщеннях також підвищує ризик виникнення пожеж та вибухонебезпечних ситуацій [3,15].

Крім пилового забруднення, текстильне виробництво супроводжується шумовим навантаженням. Рівень шуму у ткацьких та прядильних цехах може перевищувати допустимі норми, що негативно впливає на нервову систему працівників та спричиняє швидку втому. Джерелами шуму є ткацькі верстати, вентиляційні установки, компресори та інше технологічне обладнання.

Суттєвий вплив текстильна промисловість здійснює і на атмосферне повітря. В атмосферу потрапляють пилові викиди, продукти згоряння палива, оксиди азоту, оксид вуглецю та леткі органічні сполуки. Забруднення атмосферного повітря може призводити до погіршення екологічного стану прилеглих територій та негативно впливати на здоров'я населення.

У сучасних умовах особливого значення набуває впровадження екологічно безпечних технологій у текстильній промисловості. До основних природоохоронних заходів належать використання ефективних систем вентиляції та очищення повітря, зменшення утворення відходів, повторне використання ресурсів, очищення стічних вод та впровадження енергоощадних технологій. Важливу роль відіграє використання сучасного пилогазоочисного обладнання, зокрема рукавних фільтрів, циклонів та абсорберів.

Таким чином, текстильне виробництво є складним технологічним процесом, який супроводжується значним впливом на навколишнє середовище. Основними екологічними проблемами галузі є пилове забруднення, утворення стічних вод, шумове навантаження та накопичення виробничих відходів. Для

забезпечення екологічної безпеки необхідним є впровадження сучасних природоохоронних технологій та систем очищення повітря робочих зон.

1.2 Основні джерела та види забруднення у текстильній промисловості

До основних джерел забруднення у текстильній промисловості належать вентиляційні викиди виробничих приміщень, технологічне обладнання, системи транспортування сировини, вузли механічної обробки тканин та місця накопичення виробничих відходів. Під час роботи текстильних підприємств у повітря робочих зон та атмосферне повітря потрапляють пилові частинки, оксиди азоту, оксид вуглецю, леткі органічні сполуки та інші забруднювальні речовини. Найбільший вплив на стан повітряного середовища здійснює текстильний пил, який утворюється практично на всіх стадіях виробництва [6,7].

Текстильний пил являє собою сукупність дрібнодисперсних волокнистих частинок органічного та синтетичного походження. Основними джерелами запилення є процеси очищення волокон, прядіння, ткацтва, чесання та транспортування текстильної сировини. Значна кількість пилу утворюється у прядильних та ткацьких цехах, де відбувається інтенсивна механічна обробка волокон і ниток. У процесі роботи обладнання частинки волокон відокремлюються та переходять у повітряний простір виробничих приміщень.

Особливо небезпечним є дрібнодисперсний пил, частинки якого мають незначні розміри та здатні тривалий час перебувати у завислому стані. Такий пил легко переноситься потоками повітря, накопичується у виробничих приміщеннях та потрапляє до органів дихання працівників. Дослідження показують, що у текстильній промисловості підвищений рівень пилового забруднення часто супроводжується погіршенням якості повітря робочої зони та перевищенням допустимих концентрацій пилу [29].

Волокнистий пил може містити частинки натуральних волокон, залишки барвників, мастильних матеріалів, мікроорганізми та хімічні домішки. У процесі фарбування та оздоблення тканин додатково утворюються леткі

органічні сполуки та хімічні аерозолі. При недостатній ефективності вентиляційних систем ці речовини накопичуються у виробничих приміщеннях і негативно впливають на умови праці [27,28].

Тривалий вплив текстильного пилу на працівників може призводити до виникнення професійних захворювань органів дихання. Найбільш поширеними наслідками є хронічний бронхіт, алергічні реакції, кашель, подразнення слизових оболонок, задишка та бісиноз. Особливо небезпечним є бавовняний пил, який вважається одним із основних факторів ризику для працівників текстильної галузі. У дослідженнях встановлено, що працівники текстильних підприємств значно частіше мають симптоми респіраторних захворювань порівняно з працівниками інших галузей промисловості [24,8].

Крім негативного впливу на здоров'я людини, пилові викиди текстильних підприємств погіршують екологічний стан прилеглих територій. Осідання пилу на поверхню ґрунтів та рослин призводить до їх забруднення та зміни фізико-хімічних властивостей. Волокнисті частинки можуть переноситися на значні відстані та потрапляти у поверхневі водні об'єкти. Забруднення атмосферного повітря також сприяє погіршенню санітарно-гігієнічних умов у районах розташування підприємств.

Додатковим фактором небезпеки є висока пожежо- та вибухонебезпечність текстильного пилу. У виробничих приміщеннях пил здатний накопичуватися на поверхнях обладнання, вентиляційних каналах та конструкціях будівель. За певних умов текстильний пил може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. Дослідження властивостей текстильного пилу підтверджують, що волокнисті пилові частинки мають здатність до займання та можуть бути причиною аварійних ситуацій на виробництві [23,24].

Для зменшення негативного впливу текстильного виробництва на довкілля та здоров'я працівників необхідним є впровадження сучасних природоохоронних заходів. Основними напрямками зниження пилового забруднення є використання припливно-витяжної вентиляції, локальних систем аспірації, рукавних фільтрів, циклонів та мокрих пиловловлювачів. Важливе

значення має регулярний контроль концентрації пилу у повітрі робочих зон та дотримання санітарно-гігієнічних нормативів.

1.3 Вплив текстильного пилу на навколишнє середовище та здоров'я працівників

Однією з найбільш актуальних екологічних проблем текстильної промисловості є утворення значної кількості текстильного пилу у виробничих приміщеннях та його потрапляння в атмосферне повітря. Пилове забруднення супроводжує практично всі етапи текстильного виробництва – від підготовки сировини до оздоблення готової продукції. Найбільша кількість пилу утворюється під час механічної обробки волокон, прядіння, ткацтва, сушіння та транспортування текстильних матеріалів.

Текстильний пил являє собою сукупність дрібнодисперсних частинок органічного або синтетичного походження, які утворюються внаслідок руйнування та стирання волокон. До складу пилу можуть входити частинки бавовни, вовни, льону, поліестеру, акрилу, залишки барвників, мастильних матеріалів, а також мікроорганізми та хімічні домішки. Особливо небезпечними є дрібнодисперсні частинки, здатні тривалий час перебувати у завислому стані та проникати у нижні відділи дихальної системи людини.

Основним негативним наслідком пилового забруднення є погіршення якості атмосферного повітря. Під час роботи вентиляційних систем частина пилу викидається в атмосферу та поширюється на прилеглі території. При недостатній ефективності систем очищення пилові частинки накопичуються у повітрі виробничої зони та можуть переноситися вітровими потоками за межі підприємства. Забруднення атмосферного повітря текстильним пилом сприяє погіршенню екологічного стану території, збільшенню запиленості та порушенню санітарно-гігієнічних умов проживання населення [3,10].

Осідання пилових частинок на поверхню ґрунту призводить до його забруднення та зміни фізико-хімічних властивостей. Волокнисті частинки

накопичуються у верхньому шарі ґрунту, погіршують його структуру та можуть впливати на процеси водообміну і газообміну. Крім того, пил здатний містити залишки хімічних реагентів та барвників, які можуть потрапляти у ґрунтові води та негативно впливати на рослинність. Забруднення ґрунтів поблизу текстильних підприємств є одним із факторів деградації навколишнього середовища [6,15].

Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори у текстильній промисловості зображені на рис. 1.1.

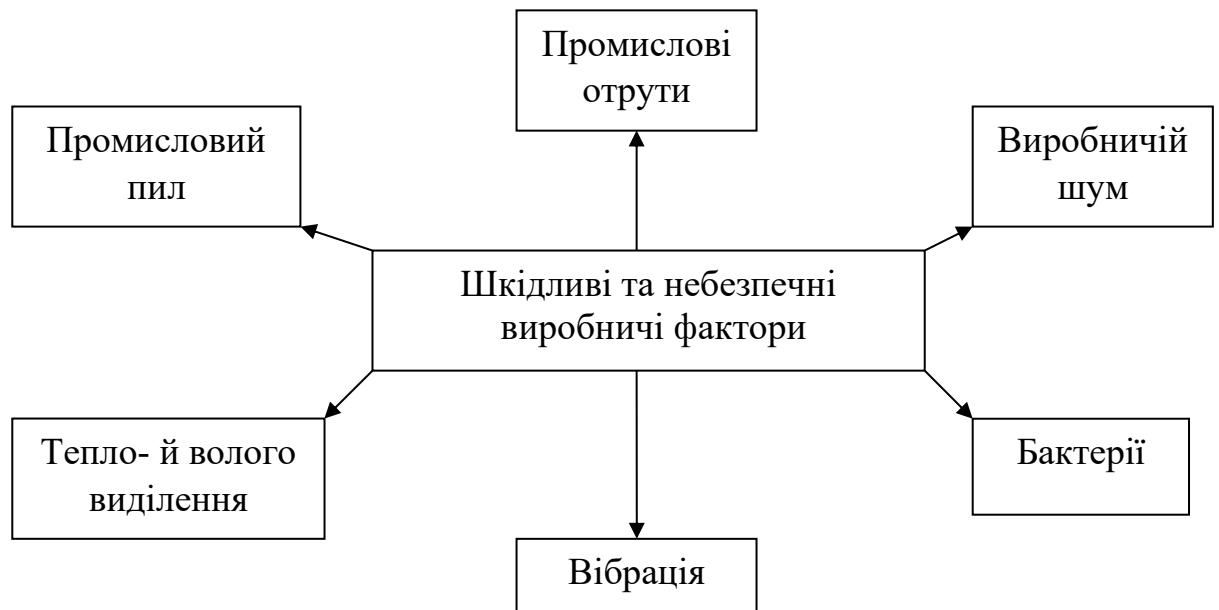


Рис. 1.1 – Шкідливі і небезпечні виробничі фактори текстильної промисловості

Пил. Сприяє виникненню запальних процесів очей, гнійничкових захворювань шкіри, а також надає шкідливий вплив на носоглотку і бронхи. Речовини, що знаходяться в пилу у початківців можуть викликати фабричну лихоманку, яка триває від 2-х до 3-х днів. Більш тривала робота в запилених умовах (10-15 років) може призвести до професійного захворювання легенів - бісіноз. Найбільш шкідливим компонентом пилу є вільний двоокис кремнію, який викликає захворювання силікоз.

Надмірне тепло і вологовиділення. Джерелами значного тепловиділення на підприємствах легкої промисловості є машини, верстати, виробничі установки і т.д. Джерелами значного вологовиділення являються такі процеси

як шліхтування, відбілювання, мокре прядіння. Поєднання з підвищеною вологістю (65-75 %) підвищує температуру, що затруднює процес терморегуляції в організмі людини, внаслідок чого погіршується самопочуття працівників і значно погіршується продуктивність праці.

Бактеріальна забрудненість сировини і повітря. У ряді цехів підприємств текстильної промисловості в повітрі робочих приміщень присутня бактеріальна флора, що містить велику кількість бактерій. У тканинах містяться спори грибків. Вони сприяють виникненню захворювань дихальних шляхів, а також гнійничкових захворювань шкіри і підшкірної клітковини.

Також, слід виділити наступні проблеми охорони праці в легкій промисловості та методи їх подолання (рис. 1.2.)



Рисунок 1.2 - Проблеми охорони праці в легкій промисловості та методи їх подолання

1. *Хімізація виробництва.* Синтетичні волокна містять незначну кількість низькомолекулярних сполук (мономери вихідної сировини, добавки, розчинники, пластифікатори, барвники і т.д.). Будучи активними вони представляють головну небезпеку для здоров'я людини.

2. *Електромагнітні поля.* Застосування безшовного шиття шляхом діелектричного нагрівання матеріалу з використанням струмів високої частоти призводить до утворення у виробничих приміщеннях електромагнітних полів високої частоти які несприятливо позначаються на самопочутті працівників (головний біль, підвищена стомлюваність, порушення сну, погіршення пам'яті, випадання волосся)

3. *Монотонність праці.* Праця окремих працівників (ткачів, прядильників і т.д.) є досить монотонною зважаючи на її одноманітності. Зростає нервово емоціональна і психологічна напруженість праці, та знижена рухова активність також вимагає свого рішення [18,19].

Для зниження негативного впливу текстильного пилу необхідним є впровадження сучасних природоохоронних та санітарно-гігієнічних заходів. Основними напрямками боротьби із запиленістю є використання припливно-втяжної вентиляції, локальних систем аспірації, рукавних фільтрів, циклонів та мокрих пиловловлювачів. Важливе значення має регулярний контроль концентрації пилу у повітрі робочих зон та проведення виробничого моніторингу.

Для захисту працівників необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, проводити медичні огляди та забезпечувати дотримання санітарно-гігієнічних норм. Комплексне впровадження природоохоронних заходів дозволяє зменшити рівень пилового забруднення, покращити умови праці та забезпечити екологічну безпеку текстильного виробництва.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «VLADI» НА ДОВКІЛЛЯ

2.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ «VLADI»

ТОВ «VLADI» – українське підприємство, яке займається виробництвом ковдр і вовняних пледів, виробництвом готових текстильних виробів, підготуванням та прядінням текстильних волокон, ткацьким виробництвом та оздобленням текстильних виробів.

Історія підприємства «VLADI» починається в 1933 році, коли в Харкові створюється промартіль «Текстиль-тканина». У 1960 році, на базі промартілі створюється «Харківська прядильно-ткацька фабрика». У 1978 році підприємство входить до складу Харківського шерстяно-виробничого об'єднання «Червона нитка» У 2002 році підприємство було приватизовано.

У травні 2003 року реєструється торгова марка «VLADI». В цьому ж році торгова марка отримує сертифікати відповідності міжнародному стандарту ISO 9001: 2000 та нормативним документам ДСТУ ISO 9001: 2000 [17].

У 2004 році до складу ТОВ «VLADI» увійшла Березівська суконна фабрика, що дозволило збільшити виробничу потужність підприємства, модернізувати і розширити асортимент продукції. Метою модернізації було досягнення найвищої якості за найкращою ціною. Пледи і ковдри виробляються ТОВ «VLADI» на італійському обладнанні і процес оновлення обладнання, розпочатий в 2006 році триває і на зараз.

На текстильному підприємстві є такі цехи: прядильний, ткацький, відділи: обробки, промивки та інші. Види діяльності на підприємстві:

- виробництво готових текстильних виробів, крім одягу;
- підготування та прядіння текстильних волокон;
- ткацьке виробництво та оздоблення текстильних виробів;
- виробництво нетканих текстильних матеріалів та виробів із них, крім одягу;

– неспеціалізована оптова торгівля та інші види роздрібної торгівлі поза магазинами.

В асортимент продукції компанії ТОВ «VLADI» входять: вовняні та напіввовняні, акрилові пледи; вовняні та напіввовняні стьобані ковдри; покривала; бюджетні ковдри і матраци; дитячі ковдри, покривала.

2.2 Аналіз технологічного процесу текстильного виробництва

Технологічний процес текстильного виробництва складається з комплексу послідовних операцій, спрямованих на підготовку основної та уточної пряжі до ткацтва і подальше формування тканини. Основними стадіями процесу є: перемотування, снування, шліхтування, прибирання та прив'язування ниток, зволоження або емульгування, запарювання пряжі та безпосередньо ткацтво.

У ткацькому виробництві для формування тканини використовують дві системи ниток: основну та уточну пряжу. Нитки, розташовані вздовж тканини, називаються основою, а поперечні нитки – утком. Перед початком ткацтва обидва види пряжі проходять спеціальну підготовку [17,21-24].

1. Перемотування пряжі. Першою стадією є перемотування пряжі. Метою процесу є отримання ниток більшої довжини на одній бобіні для забезпечення безперервної та продуктивної роботи снувальних машин. У процесі перемотування усуваються дефекти пряжі, підвищується якість ниток, а також частково видаляються пух, пил, рослинні домішки, непропряди та інші дефекти прядіння.

Операція здійснюється на мотальних машинах, де пряжа перемотується з мотків або прядильних пакувань на бобіни конічної чи циліндричної форми.

2. Снування. Наступною стадією є снування — процес намотування великої кількості основних ниток однакової довжини та з однаковим натягом на снувальний барабан. Кількість ниток може становити від 200 до 600.

Під час снування нитки піддаються розтягуванню, вигину та стиранню, тому вони повинні мати достатню міцність. У текстильному виробництві застосовують два способи снування:

- партійний;
- стрічковий.

Партійне снування переважно використовується у бавовняному та лляному виробництві, а стрічкове — у шовковому ткацтві. Процес здійснюється на снувальних машинах різних типів.

3. *Шліхтування.* Шліхтування полягає у просочуванні ниток основи спеціальним клейовим розчином — шліхтою. Після висушування на поверхні ниток утворюється еластична захисна плівка, яка зменшує розпушування волокон та підвищує стійкість ниток до стирання і механічних навантажень під час ткацтва.

Основною метою шліхтування є зменшення обривності ниток на ткацьких верстатах.

До складу шліхти можуть входити: крохмаль; казеїн; рослинні білки; целюлозні ефіри; гліцерин; мило; бавовняне масло; антисептичні речовини; змочувачі. Як антисептики можуть використовуватись мідний купорос і хлористий цинк. Процес виконується на шліхтувальних машинах барабанного або камерного типу.

4. *Пробирання та прив'язування ниток.* Після шліхтування виконується пробирання та прив'язування ниток. Ця операція необхідна для правильного формування переплетення тканини на ткацькому верстаті. Нитки проводяться через ламелі, очки ремізок і зуби берда. Процес може виконуватись ручним, напівмеханічним або механічним способом.

5. *Підготовка уточної пряжі.* Уточна пряжа також проходить підготовчі операції. За необхідності здійснюється перемотування качка на спеціальних уточно-перемотувальних машинах. У процесі видаляються рослинні домішки та дефекти прядіння.

6. *Зволоження, запарювання або емульгування.* Для покращення технологічних властивостей пряжі застосовують: зволоження; запарювання; емульгування.

Зволоження запобігає ламкості та утворенню дефектів ниток. Бавовняні та лляні нитки зазвичай зволожують, вовняні — запарюють, а шовкові та синтетичні — емульгують.

Процес може здійснюватися у спеціальних камерах із підвищеною вологістю або в запарювальних установках.

7. *Ткацтво.* Завершальною стадією є ткацтво — процес переплетення основних та уточних ниток для утворення тканини. Процес відбувається на автоматичних ткацьких верстатах. У результаті взаємного переплетення ниток формується готова тканина із заданими характеристиками, структурою та видом переплетення.

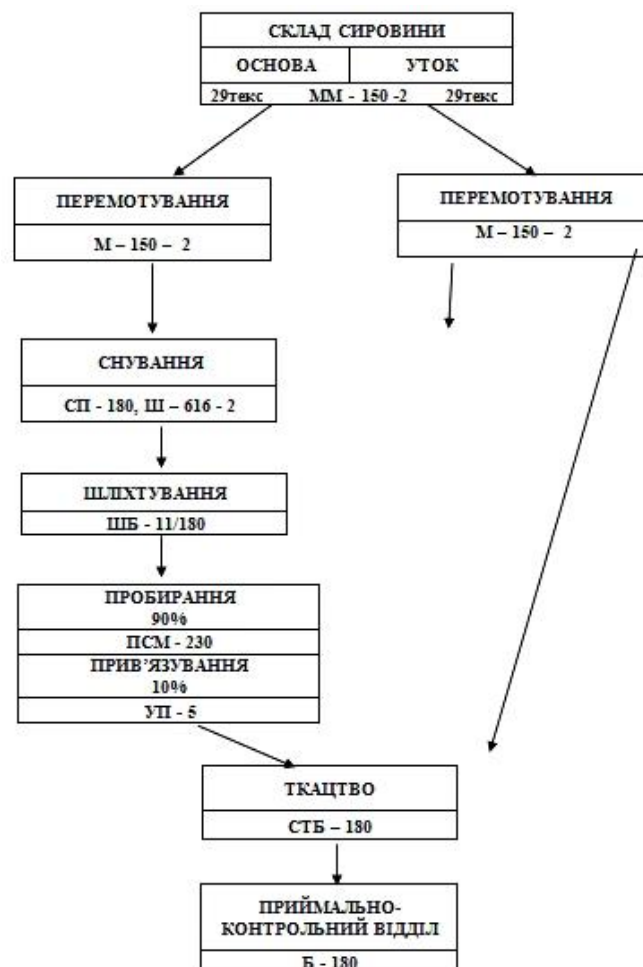


Рис. 2.1 – Схема ткацького виробництва

Основним видом товарної продукції ТОВ «VLADI» є вовняні ковдри різних типів. Технологічний процес виготовлення ковдр складається з декількох стадій [17].

Отримана від тварин шерсть проходить очистку, дезінфекцію, сортується, упаковується і надходить на текстильну фабрику. Першим місцем, куди шерсть потрапляє на фабриці, є лабораторія приймання сировини, де фахівці вивчають супровідні сертифікати, документи, проводять вхідний контроль і за умови дотримання всіх норм передають шерсть далі в цех.

У цеху, що пройшла перевірку, шерсть прочісується і з неї виготовляється пласт певної щільності, який згортається в барабан. Виробництво вовнопласта здійснюється за технологією термофіксації, коли неткане полотно з суміші синтетичних і натуральних волокон (вовни) піддається обробці температурою і на виході виходить термоскріпленний вовняний пласт з вмістом як мінімум 30% поліефірного волокна. Додавання синтетичних волокон необхідно для фіксації вовни, що виключає збивання в процесі експлуатації. Для належної фіксації за технологією необхідно не менше 30% синтетичних волокон.

Коли вовняний пласт готовий, він надходить в швейний цех, де нарізується на потрібні розміри і закутується в тканину.

Заключним етапом є стібка, прошивка тканини разом з вовняним пластом для фіксації, власне саме тому дані ковдри називаються стьобаними. Зазначимо, що стібка не повинна бути дуже частою, тому що це зменшує обсяг ковдри, що, в свою чергу, по відчуттях збільшує вагу і знижує теплові характеристики, адже кожен стібкозшив - це отвір у виробі, нехай і порівняно невелике. У стьобці важлива «золота середина», сегменти повинні бути середніх розмірів, що гарантує міцність виробу і максимально зберігає властивості. Найбільш часта стібка у легких ковдр, у пишних і більш теплих стібка рідше. А ось малюнок стібки в вовняних ковдрах може бути будь-яким, він на властивості виробу не впливає. У мережі можна зустріти твердження, що стібка повинна бути квадратами «касетного» типу, але до вовняних ковдр це не відноситься. Касетний тип необхідний для ковдр з гусячого пуху, але там

зовсім інша технологія виготовлення. Після стібки виріб проходить нормо контроль, до нього пришивається ярлик, далі упаковується і ковдру направляють на реалізацію.

2.3 Оцінка впливу підприємства на довкілля

2.3.1 Оцінка впливу підприємства на атмосферне повітря

Підвищені концентрації текстильного пилу негативно впливають на стан зелених насаджень та екосистем прилеглих територій. Осідання пилу на листову поверхню рослин зменшує інтенсивність фотосинтезу, погіршує газообмін та уповільнює ріст рослин. Особливо чутливими до пилового забруднення є декоративні та сільськогосподарські культури, які розташовані поблизу промислових зон.

Окрім впливу на довкілля, текстильний пил становить серйозну небезпеку для здоров'я працівників текстильної промисловості, які працюють в цехах. Працівники виробничих цехів постійно контактують із пиловими частинками, що створює високий ризик розвитку професійних захворювань. Найбільш поширеними наслідками впливу пилу є захворювання органів дихання, алергічні реакції, подразнення слизових оболонок та зниження працездатності.

Тривалий вплив пилу може призводити до розвитку хронічного бронхіту, бронхіальної астми, алергічного риніту та інших захворювань дихальної системи. Особливо небезпечним є бавовняний пил, який здатний викликати професійне захворювання – бісиноз. Це захворювання характеризується утрудненим диханням, кашлем, болем у грудях та зниженням функції легень. Найчастіше бісиноз спостерігається у працівників прядильних та ткацьких цехів [18,19].

Дослідження показують, що працівники текстильних підприємств мають підвищений ризик розвитку респіраторних захворювань порівняно з працівниками інших галузей промисловості. Високі концентрації пилу у виробничих приміщеннях негативно впливають на функціональний стан легень

та можуть спричиняти зниження життєвої ємності легень. Особливо небезпечним є постійний вплив дрібнодисперсного пилу, який проникає у нижні відділи дихальної системи та накопичується у легеневій тканині.

Текстильний пил також негативно впливає на органи зору та шкіру працівників. Контакт із пиловими частинками може викликати подразнення слизової оболонки очей, свербіж, почервоніння та слъзотечу. При тривалому контакті з пилом у працівників можуть виникати дерматологічні захворювання, сухість шкіри та алергічні висипання.

Крім фізіологічного впливу, підвищена запиленість робочих приміщень погіршує умови праці та знижує продуктивність працівників. Високий рівень пилу призводить до швидкої втоми, головного болю, погіршення самопочуття та зниження концентрації уваги. У виробничих приміщеннях із недостатньою вентиляцією значно погіршується мікроклімат, що додатково впливає на працездатність персоналу [15].

Суттєвою проблемою є також пожежо- та вибухонебезпечність текстильного пилу. Волокнисті пилові частинки здатні накопичуватися на обладнанні, вентиляційних каналах та поверхнях приміщень. За наявності джерела займання пил може швидко спалахувати та спричиняти пожежі або вибухи. Найбільш небезпечними є дрібнодисперсні органічні пилові суміші, які мають високу займистість.

До числа операцій з виробництва текстилю, проведення яких може бути пов'язане з утворенням атмосферних забруднювачів відносяться процеси обробки (наприклад, операції нанесення покриттів і фарбування).

Серед інших важливих джерел викидів в атмосферу, що утворюються при виробництві текстилю, слід згадати сушку друкування і підготовку тканини, а також шлам від обробки стічних вод. Розчинники можуть виділятися в процесі нанесення покриття/обробки при обробці, в сушильних камерах і при високотемпературному сушінню і термостабілізації.

Потенційними джерелами викидів також є формальдегід, кислоти (особливо оцтова кислота) та інші леткі сполуки, наприклад розчинники і

розчинники, що виділяються під час операцій фарбування і операцій з обробки стічних вод. Пари розчинників можуть, серед іншого, містити токсичні сполуки, такі як ацетальдегід, хлорфторвуглеводні, дихлорбензол, етилацетат, метилнафталін і хлортолуол.

Вплив на повітряне середовище текстильної фабрики TOB VLADI, як і всієї текстильної промисловості, є значним через викиди цілої групи хімічних речовин, що потрапляють в атмосферу при виробництві. Перелік сировини, необхідної для виробництва, містить цілий перелік хімічних препаратів, сумарна вага яких протягом року становить 500 т.

Вентиляційні викиди можуть містити: пари розчинників (оцтова кислота, барвники); оксид вуглецю; виробничий пил.

Пари органічних розчинників – це рідкі органічні/неорганічні хімічні речовини або суміші речовин, які оперативно випаровуються, мають розчинну здатність стосовно в'язких субстанцій. Використовуються для досягнення оптимальної консистенції барвників безпосередньо перед застосуванням. Вважається, що розчинники, що застосовуються в промислових масштабах, повинні мати наступні властивості: бути безбарвними і прозорими, випаровуватися без залишку, мати стійкість до хімічних речовин, проявляти нейтральну реакцію, мати слабкий або приємний запах, бути безводними, мати постійні фізичні властивості і низьку токсичність, розкладатися в навколишньому середовищі, бути по можливості недорогими. Пари розчинників, таких як хлороформи, хлорбензоли та інших хімічних розчинників можуть викликати захворювання дихальної системи у людей, призвести до отруєнь та алергій [17].

Тверді часточки вовняного пилу — це один із основних забруднювачів у виробництві вовняних виробів. Утворюється під час: розпушування вовни; чесання; формування вовнопласта; різання та швейних операцій. Пил містить волокна вовни, синтетичних волокон і текстильний пух. На текстильних підприємствах під час очищення, сортування натуральної вовни, бавовни, в процесі прядіння, ткацтва, працівники стикаються з подрібненими

частинками, що знаходяться в приміщенні. Бавовняна пил також входить в розряд небезпечних елементів, що мають високі показники шкідливості. Потрапляють в повітря на етапах розпушування, чесання та прядіння вовни.

Аерозолі кислот (оцтова кислота, сірчана кислота) у текстильній промисловості застосовується під час фарбування; для регулювання рН; при обробці тканин. Виникають у процесах карбонізації рослинних домішок та кислотного фарбування.

Органічні розчинники - використовуються для забарвлення тканини або волокон. Барвники є джерело: хімічних випарів; забруднення стічних вод. Випаровуються під час сушіння та фінішної обробки тканин.

Аміак (NH_3) - Виділяється під час промивання вовни та використання деяких фіксаторів барвників.

Оксид вуглецю (CO) утворюється при роботі котельного обладнання; під час термофіксації; при спалюванні палива для нагріву.

Найчастіше працівники підприємства стикаються з таким розповсюдженим захворюванням, як бісиноз. Це захворювання легень, яке проявляється в результаті постійного вдихання пилу від льону або бавовни. Негативний вплив таких частинок пояснюється тим, що в них містяться біологічно активні речовини. Вони впливають на гладкі тканини бронхів, тим самим провокуючи бронхоспазм, який супроводжується задушливим кашлем.

Ще одне поширене захворювання від забрудненого повітря органічними частками – це хронічний бронхіт. Таке захворювання відзначають у людей, що вже протягом довгого часу працюють на текстильних виробництвах. Часто цей бронхіт представлений ускладненнями у вигляді інфекції дихальної системи. В результаті з часом відзначають бронхоектази.

2.3.2 Вплив виробничої діяльності на водне середовище та ґрунти

Важливою екологічною проблемою є потрапляння текстильного пилу у поверхневі водні об'єкти. Разом із атмосферними опадами пилові частинки можуть змиватися у дренажні системи та водойми. Це призводить до

накопичення завислих речовин у воді та погіршення її якості. Особливо небезпечними є синтетичні мікрОВОлокна, які практично не розкладаються у природному середовищі та можуть накопичуватися у водних екосистемах. Вплив на водне середовище підприємства можна охарактеризувати як посилений. Виробництво ТОВ «VLADI» використовує значну кількість води. Наприклад, на виробництво 1 кг тканини використовується 33 л/кг, безповоротна втрата становить 1 л/кг, оборотно-повторне використання - 65 л/кг.

Також це пояснюється тим, що на кожен вид тканини необхідна різна кількість води. Для шовкових тканин цей показник становить 100-180 м³/т, бавовняних тканин - 200-210 м³/т, лляних тканин - 260-270 м³/т. Максимальна кількість води потрібна для виробництва вовняних тканин - 300-330 м³ на тонну продукції [17].

Також проблемою є те, що на підприємстві використовується велика кількість хімічних препаратів, а також утворюється багато сильно забруднених стічних вод. У даній галузі промисловості стічні води утворюються в результаті проведення мокрих операцій на різних етапах процесу виробництва текстилю. Стічні води від текстильного виробництва зазвичай є лужними і характеризуються високими показниками БПК (від 700 до 2000 мг/л) і ХПК (перевищують 5000 мг/л).

Основним джерелом за обсягом забрудненості стічних вод після технологічного процесу є фарбувальний цех. У стоках фарбувально-оздоблювальних виробництв міститься значна частина вихідних розчинів. Наприклад, загусники, глауберова сіль, крохмаль, ПАР надходять в стічні води в кількості до 90% від їх первісного змісту в оздоблювальних розчинах, гідроксид натрію - 50%, дисперсні і катіонні барвники - 40%, сірчисті барвники - 30%, дихромат калію - 25%. Оскільки стічні води підприємства часто сильно пофарбовані, це призводить також до зниження візуальної якості води на нижчих ділянках річок [8,9].

Забруднення стічних вод барвниками представляє серйозну екологічну проблему через небезпеку для здоров'я людини і тварин. Більше, ніж одна третина хімічно активного барвника надходить у стічні води під час промивки тканини. Звичайно були встановлені ліміти вмісту забруднюючих речовин у стічних водах, але впливу часто їх важко дотримуватися без використання дорогих систем для очищення стічних вод.

2.3.3 Аналіз шумового та вібраційного впливу

На текстильному підприємстві ТОВ «VLADI» характерні всі види шумів, які виникають при виконанні всіх видів робіт на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємства. Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку не повинні перевищувати 80 дБА. Якщо рівень шуму вище 80дБа - такі місця мають позначатися попереджувальними знаками і обмеженнями в перебуванні протягом певного часу.

На підприємстві ТОВ «VLADI» використовується технологічне обладнання виключно промислового виробництва, яке забезпечує нормативні значення допустимих рівнів звукового тиску, що в свою чергу гарантовано забезпечує дотримання відповідних допустимих значень шумового забруднення на межі витриманої нормативної санітарно-захисної зони. Вплив акустичного шуму на території житлових забудов допустимий [1,3].

Вібраційне забруднення від підприємств призводить не тільки до проблем зі здоров'ям, зазначених вище, а й до зміни ґрунтового покриття поблизу підприємства. Вібрація, яка передається у ґрунті здатна призводити до його ущільнення, витискання води, просідання поверхні, утворення порожнин, зміни рельєфу. Механічні коливання ґрунту поширюються на значні відстані, що може впливати на процеси ґрунтоутворення. Інтенсивна вібрація може викликати пригнічення росту рослин та підземної фауни. Саме для запобігання вібраційного та шумового забруднення території навколо підприємства будується санітарна зона.

На даний момент на підприємстві ТОВ «VLADI» рівень шуму та вібрації в межах норми. Експлуатація об'єктів товариства у відповідності з технологічними режимами та здійснення на промислових майданчиках виробничої діяльності у відповідності до діючих технологічних регламентів ведення робіт не створюють вібраційного забруднення довкілля.

2.4 Розрахунок викидів забруднюючих речовин та оцінка відповідності нормативним вимогам

Гранично дозволений гарячий викид шкідливої речовини у атмосферу з високого по одиничного джерела повинен визначатися за формулою [5]:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_{фон}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

де $ГДК$ – максимальна разова гранично дозволена концентрація речовини, мг/м³;

$C_{фон}$ – фонові концентрації речовини, мг/м³;

H – висота джерела викиду понад рівнем землі (для наземних джерел при розрахунках приймається $H=2м$), м;

T – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається, T_g , та температурою навколишнього атмосферного повітря, T_n , °С;

A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери; $A=120$ – для Центральної частини Європейської території.

F – коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин у атмосферному повітрі. Величину коефіцієнту F треба приймати:

- для газоподібних шкідливих речовин – 1;
- для пароподібних шкідливих речовин – 2;
- для пилу та золи – 3.

m і n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду;

η – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості, в разі рівної або слабо пересіченої місцевості, якщо перепад височин не перевищує 50м на 1км,

$\eta = 1$.

V_I – витрата газоповітряної суміші, м³/с, визначається за формулою:

$$V_I = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0, \quad (2.2)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м;

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела

Коефіцієнт m визначається за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (2.3)$$

Коефіцієнт n при $T < 100^\circ\text{C}$ визначається якщо:

$v_m < 0,5$, то $n = 4,4$;

$0,5 < v_m < 2$, то $n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13$;

$v_m > 2$, то $n = 1$.

Відстань X_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація C при несприятливих умовах досягає максимального значення C_m , визначається за формулою:

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (2.4)$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При $F < 100$ значення d знаходять за формулами:

$$\text{якщо } v_m < 0,5, \quad d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \quad (2.5)$$

$$\text{якщо } 0,5 < v_m < 2, \quad d = 4,95 \cdot v_m (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad (2.6)$$

$$\text{якщо } v_m > 2, \quad d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad (2.7)$$

При 100°C або $T > 0$ значення d знаходять за формулами:

якщо $v'_m < 0,5$ $d = 5,7$;

якщо $0,5 < v'_m < 2$, $d = 11,4 \cdot v_m$

якщо $v'_m > 2$, $d = 16 \cdot \sqrt{v'_m}$

Розрахуємо ГДВ шкідливих речовин.

1.Розрахунок гранично дозованих викидів (ГДВ) оксиду вуглецю (CO) на підставі виробничих даних.

Таблиця 2.1- Вихідні дані для розрахунку (ГДВ) CO

ГДК, мг/м ³	C _{фон} , мг/м ³	F	D,м	V ₁ ,м ³ /с	H,м	A	ΔT,°C	η
0,5	0,2	1	1,6	3,8	10	160	40	1

Гранично дозований викид шкідливої речовини у атмосферу з високого по одиничного джерела визначимо за формулою 2.1:

$$\text{ГДВ} = \frac{(0,5 - 0,2) * 10^{2 * \sqrt[3]{3,8 * 40}}}{160 * 1 * 1,08 * 1,30 * 1} = 0,71, \text{ г/с}$$

Значення коефіцієнтів m і n визначається, залежно від параметрів: V_m , V'_m та F :

$$F = 10^3 \frac{1,89^2 * 1,6}{10^2 * 40} = 1,43$$

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{3,8 * 40}{10}} = 1,61$$

$$V'_m = 1,3 \frac{1,89 * 1,6}{10} = 0,34$$

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду, м/с, визначається за формулою:

$$w_0 = \frac{4 * 3,8}{3,14 * 1,6^2} = 1,89, \text{ м/с}$$

Коефіцієнт m розрахуємо за формулою 2.3:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{1,43} + 0,34 * \sqrt[3]{1,43}} = 1,30$$

Коефіцієнт n при $T < 100$ визначається:

$$\text{якщо } 0,5V_m < 2, \quad n = 0,532 * 1,6^2 - 2,13 * 1,6 + 3,13 = 1,08$$

Відстань X_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація C при несприятливих умовах досягає максимального значення C_m , визначається за формулою 2.3:

$$X_m = \frac{5-1}{4} * 10,48 * 10 = 104,45 \text{ м.}$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При $F < 100$ значення d знаходять за формулами:

$$\text{якщо } 0,5v_m < 2, \quad d = 4,95 * 1,6(1 + 0,28 * \sqrt[3]{1,43}) = 10,48 \text{ м}$$

2. Розрахунок гранично дозованих викидів (ГДВ) оцтової кислоти

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку гранично дозованих викидів (ГДВ) аерозолію кислот (CH_3COOH , H_2SO_4)

ГДК, мг/м ³	С _{фон} , мг/м ³	F	D, м	V ₁ , м ³ /с	H, м	A	ΔT, °C	η
0,05	0,02	2	1,6	3,8	10	160	40	1

ГДВ шкідливої речовини аерозолів кислот (CH_3COOH , H_2SO_4) у атмосферу з високого по одиничного джерела:

$$ГДВ = \frac{(0,02 - 0,02) * 10^2 * \sqrt[3]{3,8 * 40}}{160 * 2 * 1,08 * 1,30 * 1} = 0,0355, \text{ г/с}$$

Значення коефіцієнтів m і n визначається, залежно від параметрів V_m , V'_m та F :

$$F = 10^3 \frac{1,89^2 * 1,6}{10^2 * 40} = 1,43$$

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{3,8 * 40}{10}} = 1,6$$

$$V'_m = 1,3 \frac{1,89 * 1,6}{10} = 0,39$$

де w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду, м/с, визначається за формулою:

$$w_0 = \frac{4 * 3,8}{3,14 * 1,6^2} = 1,89 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт m розрахуємо за формулою 2.3:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{1,43} + 0,34 * \sqrt[3]{1,43}} = 1,30$$

Коефіцієнт n при $T < 100$ визначається:

$$\text{якщо } 0,5v_m < 2, \quad n = 0,532 * 1,6^2 - 2,13 * 1,6 + 3,13 = 1,08$$

Відстань X_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація C при несприятливих умовах досягає максимального значення C_m , визначається:

$$X_m = \frac{5-2}{4} * 10,48 * 10 = 78,63 \text{ м}$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При $F < 100$ значення d знаходять якщо $0,5 < v_m < 2$:

$$d = 4,95 * 1,6(1 + 0,28 * \sqrt[3]{1,43}) = 10,48 \text{ м}$$

3. Розрахунок гранично дозованих викидів (ГДВ) органічних розчинників.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані для розрахунку гранично дозованих викидів (ГДВ) органічних розчинників

ГДК, мг/м ³	C _{фон} , мг/м ³	F	D, м	V ₁ , м ³ /с	H, м	A	ΔT, °C	η
0,1	0,04	3	1	2	7	160	5	1

ГДВ органічних розчинників у атмосферу з високого по одиничного джерела:

$$\text{ГДВ} = \frac{(0,1 - 0,04) * 7^2 * \sqrt[3]{2 * 5}}{160 * 3 * 0,45 * 3,13 * 1} = 0,0093 \text{ г/с}$$

Значення коефіцієнтів m і n визначається, залежно від параметрів, V_m , V'_m та F

$$F = 10^3 \frac{2,54^2 * 1}{7^2 * 5} = 26,49$$

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{2 * 5}{7}} = 0,73$$

$$V'_m = 1,3 \frac{2,55 * 1}{7} = 0,47$$

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду:

$$w_0 = \frac{4 * 2}{3,14 * 1^2} = 2,55 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт m визначається за формулою 2.3:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{26,49} + 0,34 * \sqrt[3]{26,49}} = 0,45$$

Коефіцієнт n при $T < 100$ визначається:

$$\text{якщо } 0,5 v_m < 2, \quad n = 0,532 * 0,73^2 - 2,13 * 0,73 + 3,13 = 3,13$$

Відстань X_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація C при несприятливих умовах досягає максимального значення C_m , визначається:

$$X_m = \frac{5-3}{4} * 6,65 * 7 = 23,27 \text{ м.}$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При $F < 100$ значення d знаходять за формулами:

$$\text{Якщо } 0,5 < v_m < 2, \quad d = 4,95 * 0,73(1 + 0,28 * \sqrt[3]{26,49}) = 6,65$$

4. Розрахунок гранично дозованих викидів (ГДВ) твердих часток вовняного пилу.

Таблиця 2.4- Вихідні дані для розрахунку гранично дозованих викидів (ГДВ) часток вовняного пилу

ГДК, мг/м ³	C _{фон} , мг/м ³	F	D, м	V ₁ , м ³ /с	H, м	A	ΔT, °C	η
0,5	0,12	3	1	2	7	160	5	1

ГДВ твердих часток вовняного пилу у атмосферу з високого по одиничного джерела:

$$\text{ГДВ} = \frac{(0,3 - 0,12) * 7^2 * \sqrt[3]{2 * 5}}{160 * 3 * 0,45 * 3,13 * 1} = 0,0278 \text{ г/с}$$

Значення коефіцієнтів m і n визначається, залежно від параметрів v_m , v'_m та F :

$$F = 10^3 \frac{2,54^2 * 1}{7^2 * 5} = 26,49$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{2 * 5}{7}} = 0,73$$

$$v'_m = 1,3 \frac{2,55 * 1}{7} = 0,47$$

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду, м/с, визначається за формулою:

$$w_0 = \frac{4 * 2}{3,14 * 1^2} = 2,55 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт m визначається за формулою 2.3:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{26,49} + 0,34 * \sqrt[3]{26,49}} = 0,45$$

Коефіцієнт n при $T < 100$ визначається:

$$\text{Якщо } 0,5 v_m < 2, \quad n = 0,532 * 0,73^2 - 2,13 * 0,73 + 3,13 = 3,13$$

Відстань X_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація C при несприятливих умовах досягає максимального значення C_m :

$$X_m = \frac{5-3}{4} * 6,65 * 7 = 23,27 \text{ м}$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При $F < 100$ значення d знаходять за формулами:

$$\text{якщо } 0,5 < v_m < 2, \quad d = 4,95 * 0,73(1 + 0,28 * \sqrt[3]{26,49}) = 6,65 \text{ м}$$

Отримане значення гранично допустимого викиду показує максимально допустиму кількість шкідливої речовини, яка може надходити в атмосферу без перевищення встановлених санітарно-гігієнічних нормативів якості повітря. Визначення максимальної приземної концентрації та відстані її досягнення дозволило оцінити характер поширення забруднення у зоні впливу підприємства та встановити потенційно небезпечну ділянку для працівників і навколишнього середовища.

Аналіз результатів свідчить, що основними забруднювачами під час виробництва вовняних ковдр є текстильний пил, дрібнодисперсні тверді частинки, а також газоподібні речовини, які можуть утворюватися під час термообробки матеріалів і роботи теплового обладнання.

Найбільшу небезпеку для атмосферного повітря та умов праці становить текстильний пил, який негативно впливає на органи дихання, погіршує санітарно-гігієнічні умови виробництва та сприяє виникненню професійних захворювань у працівників.

Проведені розрахунки підтверджують необхідність впровадження ефективних природоохоронних заходів на підприємстві, зокрема застосування сучасних систем аспірації, вентиляції та очищення повітря.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ РОБОЧИХ ЗОН ВІД ТЕКСТИЛЬНОГО ПИЛУ

3.1 Визначення необхідного ступеня очищення пилових викидів

Розрахунок необхідного ступеня очищення атмосферного повітря відповідно до санітарних норм [20]:

$$E = \frac{C_m - \text{ГДК}}{C_m} \cdot 100\% , \quad (3.1)$$

де C_m – максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини, що виникає за несприятливих метеорологічних умов, мг/м^3 .

Необхідна ефективність очистки розраховується для кожної шкідливої речовини, що міститься у викиді.

C_m – при викиді нагрітої газоповітряної суміші із високого джерела визначається за формулою, мг/м^3 :

$$C_m = \frac{A \cdot F \cdot M \cdot t \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} , \quad (3.2)$$

де M – потужність викиду або маса шкідливої речовини, що викидається у атмосферу в одиницю часу, г/с , розраховується за формулою:

$$M = \frac{C \cdot V_1}{1000} , \quad (3.3)$$

де C – концентрація шкідливої речовини у викиді, мг/м^3 ;

V_1 – витрата газоповітряної суміші, $\text{м}^3/\text{с}$.

Таблиця 3.1 - Розрахунок необхідної за санітарними нормами ефективності очистки викидів CO

ГДК мг/м^3	$C_{\text{фон}}$ мг/м^3	F	D, м	V_1 $\text{м}^3/\text{с}$	H, м	A	ΔT , °C	η	m	n	C, мг/м^3
0,5	0,2	1	1,6	3,8	10	160	40	1	1,30	1,08	3,5

C_m при викиді нагрітої газоповітряної суміші CO із високого джерела:

$$C_m = \frac{160 \cdot 1 \cdot 13,30 \cdot 1,30 \cdot 1,08 \cdot 1}{10^2 \cdot \sqrt[3]{3,8 \cdot 40}} = 5,62 \text{ мг/м}^3$$

M - потужність викиду CO :

$$M = \frac{3500 \cdot 3,8}{1000} = 13,30 \text{ г/с}$$

Необхідна за санітарними нормами ефективність очистки викидів CO до атмосфери:

$$E = \frac{5,62 - 0,5}{5,62} \cdot 100\% = 91,1\%$$

Таблиця 3.1 - Розрахунок необхідної за санітарними нормами ефективності очистки викидів аерозолів кислот (CH_3COOH , H_2SO_4)

ГДК мг/м ³	С _{фон} мг/м ³	F	D, м	V ₁ м ³ /с	H, м	A	ΔT ⁰ C	η	M	n	C, мг/м ³
0,05	0,02	2	1,6	3,8	10	160	40	1	1,30	1,08	0,3

С_м при викиді нагрітої газоповітряної суміші CH_3COOH та H_2SO_4 із високого джерела:

$$C_m = \frac{160 \cdot 2 \cdot 1,14 \cdot 1,30 \cdot 1,08 \cdot 1}{10^2 \cdot \sqrt[3]{3,8 \cdot 40}} = 0,96 \text{ мг/м}^3$$

M – потужність викиду або маса CH_3COOH , що викидається у атмосферу в одиницю часу:

$$M = \frac{300 \cdot 3,8}{1000} = 1,14 \text{ г/с}$$

Необхідна за санітарними нормами ефективність очистки викидів аерозолів кислот (CH_3COOH , H_2SO_4) до атмосфери:

$$E = \frac{0,96 - 0,05}{0,96} \cdot 100\% = 94,81\%$$

Таблиця 3.3- Розрахунок необхідної за санітарними нормами ефективності очистки викидів органічних розчинників

ГДК мг/м ³	С _{фон} мг/м ³	F	D, м	V ₁ м ³ /с	H, м	A	ΔT ⁰ C	η	m	n	C, мг/м ³
0,1	0,04	3	1	2	7	160	5	1	0,45	3,13	0,05

С_м при викиді нагрітої газоповітряної суміші органічних розчинників із високого джерела:

$$C_M = \frac{160 \cdot 3 \cdot 0,10 \cdot 0,45 \cdot 3,13 \cdot 1}{7^2 \cdot \sqrt[3]{2 \cdot 5}} = 0,65 \text{ мг/м}^3$$

Потужність викиду або маса органічних розчинників, що викидається у атмосферу:

$$M = \frac{50 \cdot 2}{1000} = 0,10 \text{ г/с}$$

Необхідна за санітарними нормами ефективність очистки викидів барвника:

$$E = \frac{0,65 - 0,1}{0,65} \cdot 100\% = 84,55\%$$

Таблиця 3.4- Розрахунок необхідної за санітарними нормами ефективності очистки викидів твердих часток вовняного пилу

ГДК мг/м ³	C _{фон} мг/м ³	F	D, м	V ₁ м ³ /с	H, м	A	ΔT ⁰ C	η	m	n	C, мг/м ³
0,5	0,12	3	1	2	7	160	5	1	0,45	3,13	1,15

C_м при викиді суміші вовняного пилу з високого джерела:

$$C_M = \frac{160 \cdot 3 \cdot 2,30 \cdot 0,45 \cdot 3,13 \cdot 1}{7^2 \cdot \sqrt[3]{2 \cdot 5}} = 14,70, \text{ мг/м}^3$$

M – потужність викиду або маса вовняного пилу:

$$M = \frac{1150 \cdot 2}{1000} = 2,30, \text{ г/с}$$

Необхідна за санітарними нормами ефективність очистки викидів вовняного пилу до атмосферного повітря:

$$E = \frac{14,7 - 0,5}{14,70} \cdot 100\% = 96,59\%$$

Таким чином, максимальний ступінь комплексного очищення досягається 84,6 % до 97% в залежності від умов виробничого процесу.

3.2 Обґрунтування вибору системи очищення повітря

Для очищення викидів підприємства ТОВ «VLADI» від парів, зважених речовин, газів органічної природи і запахів пропонується встановити очисне обладнання, а саме:

- витяжні установки (фірма-виробник «Ventus» м.Київ, Україна) припливно-витяжна установка – забір пароповітряної суміші перед абсорбційною очисткою;
- барботажний абсорбер (фірма-виробника «Konstack» м.Київ, Україна) – знешкодження пароповітряної суміші робочої зони;
- рукавний фільтр (фірма-виробника «Konstack» м.Київ, Україна) – видалення зважених речовин (волокон шерсті) з повітряного середовища складських приміщень.

Припливно-витяжні установки (ПВУ). Для підтримки оптимального мікроклімату в робочому приміщенні підприємства пропонується припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла. Устаткування являє собою комплекс технічних засобів і вузлів, що дозволяють організувати ефективну і стабільну вентиляцію повітря в приміщенні. Основне завдання обладнання полягає в подачі чистого повітря і відведення забруднених повітряних мас, щоб забезпечити здоровий і чистий мікроклімат, при цьому забезпечуючи рекуперацію тепла за допомогою спеціального теплообмінника – рекуператора [14-16].

Схема роботи моноблочної вентиляційної установки проходить декілька етапів: повітря з вулиці проходить очистку (фільтр) і нагрів (рекуператор і калорифер) і надходить в приміщення. Використане повітря знову проходить очистку (для уникнення забруднення рекуператора, так як він збирає конденсат. Якщо буде проходити вологе повітря, рекуператор покривається шаром бруду. Потім повітря виводиться назовні.

Стандартна моноблочна установка складається з наступних частин:

- вентилятор;
- калорифер;
- фільтр;
- датчик стану фільтра;
- система автоматики (можлива зовнішня)
- термо-шумоізований корпус.

Вентилятор - це пристрій, який забезпечує рух повітря в потрібному напрямку. У вентиляційних установках розміщують припливний вентилятор (забезпечує подачу повітря з вулиці в приміщення) та витяжний (забезпечує відведення внутрішнього повітря назовні).

Калорифер (нагрівач) - це пристрій, який забезпечує підігрів вхідного повітря. Він буває водяний і електричний.

Фільтр - це частина установки, яка служить для очищення повітря. При цьому є фільтр як для вхідного потоку, так і для вихідного. На відміну від перерахованих вище елементів, його потрібно періодично чистити і змінювати.

Датчик стану фільтра - це датчик перепаду тиску. Він реєструє занепад тиску після фільтра і сигналізує про його забруднення системі автоматики.

Система автоматики - блок управління вентиляційною установкою. Управляє температурою, іноді швидкістю обертання вентилятора, володіє захисними функціями і т.д.

Термо-шумоізований корпус - спеціальний корпус з ізолюючий матеріалом, що поглинають звукові вібрації.

Основні завдання ПВУ:

- подача чистого повітря в приміщення з можливістю охолодження/підігріву;
- забір та виведення назовні відпрацьованого повітря з приміщення;
- рекуперація, ефективне використання теплової енергії повітря;
- груба та чиста фільтрація повітряних мас, що надходять з допомогою системи фільтрів;
- деякі моделі можуть працювати на осушення і зволоження.

Припливні і припливно-витяжні установки VENTUS VS10-VS15 призначені для роботи з повітрям, при температурі від мінус 40°C до плюс 50°C. Ці установки не призначені для експлуатації поза приміщеннями. Обмеження на застосування елементів управління VTS викликано обмеженістю використання окремих елементів (Додаток А).

Барботажний абсорбер. При обробці волокон на ТОВ «VLADI» виникає велика кількість пилу, дрібнодисперсних часток і забруднювачів. Для зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище від даного виду робіт можна використовувати абсорбери.

Барботажні рідинні абсорбери тарільчатого типу в першу чергу розглядаються як обладнання хімічного очищення повітря, але демонструють достатню ефективність і в захопленні дрібнодисперсного і м'якого пилу (золи, частинок сажі, кіптяви, попелу), що робить їх раціональним і обґрунтованим вибором для налагодження систем димогазоочістки в енергетичному, нафтохімічному і металургійному секторах, а також в інших сферах, що генерують значні кількості складних, токсичних та небезпечних хімічних/газодимових викидів [13,16].

Як і інші апарати мокрого очищення газу і повітря, пінні реактори здатні без яких би то не було додаткових технічних надбудов здійснювати результативний процес високотемпературних, вибухопожежонебезпечних і вибухонебезпечних газоповітряних сумішей.

Особливо високу ефективність барботажні тарільчасті абсорбери демонструють відносно групи кислих газів, сірчистих і азотистих оксидів (SOX/NOX), кетонів, ефірів, спиртів, лугів, альдегідів, галогенідів, меркаптанів, тиолів (Додаток В).

3.Рукавний фільтр. При розфасовці шерсті та барвників на підприємстві ТОВ «VLADI» в повітря потрапляють часточки волокон, шерсті, порошкоподібний пил від барвників, що наносить величезну шкоду довкіллю та здоров'ю робітників. Щоб запобігти негативному впливу від даної діяльності можна використовувати рукавні фільтри [14].

Базовий принцип роботи аспіраційного пиловловлювача мішкового типу можна описати нижченаведеними пунктами:

1. Запилене повітря підводиться до апарату за допомогою вентилятора або іншого нагнітача.

2. Потрапляючи всередину фільтра, потік контактує із зовнішньою поверхнею рукавів (мішків), натягнутих на металеві каркаси циліндричної, овальної або плоскої форми. Картриджі вставлені в т.зв. рукавну плиту, яка розділяє чисту і брудну камеру апарату.

3. Щільне неткане полотно, (має куди менші пори в порівнянні з тканим текстилем), ефективно затримує механічні включення, дозволяючи повітрю проходити через надра установки.

4. У міру осідання пилу на рукавах, останні вимагають проведення регулярних процедур регенерації, які можуть мати на увазі ударну імпульсну продувку або механічне струшування робочого блоку.

5. Пил, що скидається з фільтр-мішків, опадає в пилезбірний бункер, звідки вивантажується через затвор (вручну) або автоматично - з використанням шнека.

6. Найбільш зручною, надійною, швидкою і ефективною є регенерація шляхом клапанної імпульсної продувки рукавів (Додаток С).

Технічні характеристики рукавного фільтра (серія «ШВ»):

1) Обсяги аспіраційного середовища: до 100 000 м³/год., в тому числі, з високою запиленістю.

2) Ефективність (при дотриманні правил монтажу та налаштування фільтра): до 99.9% (при захопленні пилу з дисперсністю від 0.5 мкм).

3) Температура повітря, що очищається: до 200 градусів.

4) Метод регенерації рукавів: безперебійне імпульсне продування через сопла Вентурі (короткочасні зворотні пневмоудари тривалістю ≈ 0.1 секунди).

5) Можливість повної автоматизації пилеочистки (контролер-орієнтована регенерація, автовигрузка осаду, вібростряхування бункера).

6) Абсолютна безперебійність роботи, компактність і безвідмовність в будь-яких умовах.

7) Доступна вартість і висока економічна раціональність придбання фільтрів навіть для підприємств середньої і малої ланки.

Проте у даної установки є і недоліки. Одним з таких є падіння тиску на вихідному клапані. Пов'язано це практично завжди з тим, що неправильно налаштована частотність/періодичність регенерації мішків – забивання волокон йде швидше, ніж рукава встигають звільнитися від пилових частинок.

У більшості випадків проблема вирішується переналагодженням роботи струшувача, контролера пневмоклапанів чи іншої системи внутрішнього пиловидалення.

3.3 Проектування барботажного абсорбера в системі очищення повітря

Принцип роботи барботажного абсорберу полягає в пропусканні газового потоку у вигляді бульбашок через шар рідини.

Конструкційна система агрегату являє собою колону (вежу або модуль) круглого або квадратного перетину, в яку забруднений газопотік підводиться через нижній патрубок і рухається вертикально знизу вгору.

Робоча камера абсорбера містить одну або кілька, розташованих один над одним, перфорованих масобмінних тарілок (також зустрічаються під термінами «барботери» або «піддони») [16,17].

Система підведення рідини – через форсуночний блок або штуцер подається вода або активний абсорбент поверх тарілок, разом з цим висхідний забруднений потік під напором проходить через отвори в піддонах і спінує рідкий сорбент, перетворюючи його в шар нестабільної піни, де проходить процес барботажа.

Газові та мікромеханічні забруднювачі активно взаємодіють з піною, осідаючи на поверхні бульбашок, а також затримуються / розчиняються в більш щільних шарах сорбенту, повітря ж (і інші інертні компоненти) вільно минає барботажну перешкоду.

На піддонах відбувається безперервне «оновлення» піни, надлишки абсорбенту із захопленими поллютантами відводяться з тарілок: частково –

назад через перфорацію, але в основному – через спеціальні переливні пороги, (наявні на кожному ярусі).

Відпрацьований сорбент відводиться в шламоприймну секцію, (відведення може бути здійснене з відкритого або напівзакритому контуру).

Процес очищення повітря самопідтримується і триває до тих пір, поки в апарат здійснюється одночасне підведення рідини і газоповітряного потоку.

Перевагами таких установок є:

1. Ефективність уловлювання газових, димових, аерозольних і мікромеханічних викидів $\approx 99\%$ навіть при використанні звичайної води.

2.Обсяги оброблюваного середовища - від десятків одиниць $\text{м}^3/\text{год.}$ до сотень тисяч $\text{м}^3/\text{год.}$ (можливо паралельне або послідовне об'єднання апаратів, а також їх введення в якості другорядних ступенів пилогазоочистки).

3.Здатність до результативного очищення/нейтралізації пожежо-небезпечних, вибухонебезпечних і високотемпературних потоків з $t \leq +900^\circ\text{C}$ тощо.

Розрахунок параметрів барботажного абсорбера для очищення пилових викидів текстильного виробництва.

- об'ємна витрата газу: $Q=7 \text{ м}^3/\text{с};$
- початкова концентрація пилу: $C_{\text{поч}}=3,13 \text{ мг}/\text{м}^3$
- допустима концентрація: $C_{\text{доп}}=0,3 \text{ мг}/\text{м}^3$
- необхідний ступінь очищення: $\eta=97,9\%$

Приймаємо допустиму швидкість газу в апараті: $w=2,5 \text{ м}/\text{с}.$

Діаметр барботажного абсорбера:

$$D=\sqrt{\frac{4Q}{nw}} \quad (3.4)$$

$$D=\sqrt{\frac{4 \cdot 7}{3,14 \cdot 2}}=2,11 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр: $D=2 \text{ м}$

Площа поперечного перерізу апарата:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.5)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 22}{4} = 3,8 \text{ м}^2$$

Витрата зрошувальної рідини. Для барботажних абсорберів приймають питомі витрати: 1,5–3 л/м³. Приймаємо: 2 л/м³. Тоді:

$$L = 2 \cdot 7L \quad (3.6)$$

$$L = 14 \text{ л/с} \text{ або } L = 50,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість тарілок. Для забезпечення ефективності очищення 98 % приймають:

$$n = 3 - 5n \quad (3.7)$$

$$\text{Приймаємо: } n = 4$$

Висота апарата. При відстані між тарілками 0,5 м:

$$H = 0,5 \cdot 4 + 1$$

$$H = 3 \text{ м (з урахуванням сепараційної зони).}$$

У результаті розрахунку для очищення пилових викидів текстильного виробництва обрано барботажний абсорбер тарічастого типу діаметром 2,2 м, висотою 3 м та кількістю тарілок 4.

Розрахунковий ступінь очищення становить 98,0%, що забезпечує зниження концентрації пилу до нормативних значень.

3.4 Розрахунок рукавного фільтра

Для очищення пилоповітряної суміші, що утворюється в процесі роботи текстильного виробництва, прийнято до використання рукавний фільтр як найбільш ефективний апарат сухого очищення газів. Його робота базується на пропусканні запиленого повітря через фільтрувальні елементи (рукави), на поверхні яких затримуються тверді частинки пилу, а очищений газ виходить у атмосферу [8,11,16].

Характеристика роботи апарата. Запилене повітря надходить у корпус фільтра, де рівномірно розподіляється між фільтрувальними рукавами. Під час проходження через тканину відбувається осадження пилу на її поверхні, що

забезпечує високу ефективність очищення. У міру накопичення пилу на рукавах утворюється додатковий фільтрувальний шар, який підвищує ступінь затримання дрібнодисперсних частинок. Регенерація рукавів здійснюється імпульсною продувкою або механічним струшуванням.

Рукавні фільтри характеризуються високою ефективністю очищення (до 90 %), стабільністю роботи та можливістю уловлювання дрібнодисперсного пилу, що робить їх доцільними для використання у текстильній промисловості.

Для проєктування рукавного фільтра прийнято вихідні параметри, наведені в таблиці 3.4 :

- витрата газоповітряної суміші – $7 \text{ м}^3/\text{с}$ або $420 \text{ м}^3/\text{хв}$.
- початкова концентрація пилу – $3,13 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- допустима концентрація за санітарними нормами – $0,3 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- допустима швидкість фільтрації прийнята $1 \text{ м}/\text{хв}$.

Розрахунок показав, що для забезпечення відповідності санітарним вимогам необхідно знизити концентрацію пилу з $3,13 \text{ мг}/\text{м}^3$ до $0,3 \text{ мг}/\text{м}^3$. Це відповідає ступеню очищення приблизно 90,0 %, що є обов'язковою вимогою до ефективності роботи фільтрувального обладнання.

Визначення площі фільтрувальної поверхні проведемо на основі витрати газу та прийнятої швидкості фільтрації визначено необхідну площу фільтрувальної поверхні. Враховуючи переведення витрати в хвилинні одиниці, встановлено, що для ефективної роботи апарата потрібна значна площа фільтрації, яка забезпечує рівномірний розподіл газового потоку та необхідний час контакту з фільтрувальним матеріалом:

$$F = \frac{Q}{wf} \quad (3.8)$$

$$F = 420/1 = 420 \text{ м}^2$$

Визначення площі одного рукава. Приймаємо стандартні розміри:

- діаметр $d=0,16 \text{ м}$
- довжина $L=2,5 \text{ м}$

$$f_l = \pi d L \quad (3.9)$$

$$f_l = 3,14 \cdot 0,16 \cdot 2,5 = 1,26 \text{ м}^2$$

Площа поверхні одного рукава становить близько 1,26 м².

Як фільтрувальні елементи прийнято рукави діаметром 0,16 м і довжиною 2,5 м. Виходячи з загальної необхідної площі фільтрації, розраховано орієнтовну кількість рукавів:

$$n = \frac{F}{f_1} \quad (3.10)$$

$$n = 420 / 1,26 = 333 \text{ од.}$$

При використанні рукавів діаметром 0,16 м і довжиною 2,5 м потрібно приблизно 330 рукавів. Рукавний фільтр забезпечує ступінь очищення близько 90%, що відповідає санітарним вимогам щодо допустимої концентрації пилу.

Під час роботи рукавного фільтра виникає гідравлічний опір, який залежить від стану фільтрувальної тканини та товщини шару пилу. Для чистих рукавів він становить близько 1000–1500 Па, а під час експлуатації може зростати до 2000–2500 Па. Це враховується при підборі вентиляційного обладнання.

Розрахунок показав, що рукавний фільтр забезпечує необхідний ступінь очищення пилоповітряної суміші на рівні 90,4%, що відповідає санітарним нормам. Отримані параметри (площа фільтрації та кількість рукавів) підтверджують можливість ефективного використання даного типу обладнання для очищення викидів текстильного виробництва. Рукавний фільтр є доцільним вибором завдяки високій ефективності, простоті експлуатації та стабільності роботи.

3.5 Розрахунок максимальної приземної концентрації оксиду вуглецю після впровадження очисного обладнання

Розрахуємо концентрацію оксиду вуглецю (CO) після впровадження припливно-витяжної установки з ефективністю очистки 95,55%.

$$C_2 = \frac{3500 \cdot 91,1\%}{100\%} = 3188,5, \text{ мг/м}^3$$

Розраховуємо різницю концентрацій або масу шкідливої речовини, що викидається у атмосферу.

$$C - C_2 = 3500 - 3188,5 = 311,5, \text{ мг/м}^3$$

Потужність викиду або маса шкідливої речовини (M), що викидається у атмосферу в одиницю часу:

$$M_2 = \frac{311,5 \cdot 3,8}{1000} = 1,18, \text{ г/с}$$

Розрахуємо концентрацію аерозолів кислот (оцтової кислоти CH_3COOH , сірчаної H_2SO_4) після впровадження барботажного абсорбера, в якості установки очищення з ефективністю очистки 94,81%.

$$C_2 = \frac{300 \cdot 94,81\%}{100\%} = 284,43, \text{ мг/м}^3$$

Розраховуємо різницю концентрацій або масу шкідливої речовини, що викидається у атмосферу.

$$C - C_2 = 300 - 284,43 = 15,57, \text{ мг/м}^3$$

Потужність викиду або маса органічних розчинників, що викидається у атмосферу в одиницю часу (M) розраховується за формулою:

$$M_2 = \frac{15,57 \cdot 3,8}{1000} = 0,059166 \text{ г/с}$$

Розрахуємо концентрацію органічних розчинників після впровадження рукавного фільтра, в якості установки очищення з ефективністю очистки 84,55%.

$$C_2 = \frac{50 \cdot 84,55\%}{100\%} = 42,275, \text{ мг/м}^3$$

Розрахуємо різницю концентрацій або масу шкідливої речовини, що викидається у атмосферу:

$$C - C_2 = 50 - 42,275 = 7,725, \text{ мг/м}^3$$

Потужність викиду або маса шкідливої речовини (M), що викидається у атмосферу в одиницю часу розраховується за формулою:

$$M_2 = \frac{7,725 \cdot 2}{1000} = 0,01545, \text{ г/с}$$

Розрахуємо концентрацію твердих часток вовняного пилу після встановлення рукавного фільтра в якості установки очищення з ефективністю очистки 97,81%.

$$C_2 = \frac{1150 \cdot 97,91\%}{100\%} = 1125,96 \text{ мг/м}^3$$

Розраховуємо різницю концентрацій або масу шкідливої речовини, що викидається у атмосферу.

$$C - C_2 = 1150 - 1125,96 = 24,04, \text{ мг/м}^3$$

Потужність викиду або маса воняного пилу (M), що викидається у атмосферу в одиницю часу розраховується за формулою:

$$M_2 = \frac{23,22 \cdot 2}{1000} = 0,04808, \text{ г/с}$$

Таблиця 3.5 – Показник ефективності від впровадження очисного обладнання

<i>Речовини</i>	<i>До, мг/м³</i>	<i>Після, мг/м³</i>	<i>ΔM</i>
Оксид вуглецю	3500	311,5	3188,50
Аерозолі кислот (оцтова, сірчана)	300	15,57	284,43
Органічні розчинники	50	7,72	42,28
Воняний пил	1150	24,04	1125,96

Отже, результати, наведені в таблиці 3.5, свідчать про високу ефективність впровадженого очисного обладнання.

Після очищення концентрації всіх забруднюючих речовин у повітрі суттєво знизилися. Найбільше зменшення спостерігається для воняного пилу – з 1150 мг/м³ до 24,04 мг/м³, що підтверджує високу ефективність системи очищення щодо твердих частинок. Значно знизилися також концентрації оксиду вуглецю, оцтової кислоти та барвника.

Отримані результати свідчать про доцільність застосування запропонованого очисного обладнання для зменшення техногенного навантаження на повітряне середовище та покращення санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Економічна ефективність впровадження системи очищення повітря

Розміри платежів визначаються на підставі лімітів забруднюючих речовин, які встановлюються на підприємстві з урахуванням гранично допустимих викидів кожного інгредієнта в т/рік.

Розміри лімітів на викиди забруднюючих речовин встановлюються Міністерством охорони довкілля та природних ресурсів України через видачу відповідних дозволів. У випадку перевищення встановлених лімітів розмір плати для викиду збільшується в п'ять разів відповідно до базової норми.

Перевищення допустимих норм викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітрі може бути зумовлено такими факторами:

- неефективне функціонування газоочисного обладнання;
- експлуатація технологічного обладнання без застосування газоочисних установок або при їх невикористання;
- порушення технологічних процесів;
- недотримання термінів впровадження заходів щодо забезпечення нормативів гранично допустимих викидів;
- аварійні викиди забруднюючих речовин;
- залпові викиди в атмосферу, які не передбачені регламентами та технічними умовами виробництва;
- використання непроекtnих машин та устаткування, які не передбачені проектом.

Для розрахунку відвернутої шкоди (запобігання збитку) внаслідок роботи очисного обладнання на виробництві використовується офіційна формула [26]:

$$Зб = \sum_{i=1}^n M_i \times 1,1 \times \Pi_m \times K_T \times K_\phi \times K_H \quad (4.1)$$

де, M_i – маса уловленої забруднюючої речовини (маса «до встановлення» мінус маса «після встановлення» очисного обладнання за звітний період), т;

1,1% - постійна математична константа, встановлена нормативним актом Міндовкілля. Вона визначає фіксовану частку від мінімальної заробітної плати для розрахунку базового тарифу за забруднення;

$\Pi_{\text{ім}}$ – законодавчо встановлений розмір мінімальної зарплати в Україні станом на 1 січня звітного року. *Значення на 2026 рік: 8 647 грн. дає базову ставку 95,117 грн. за умовну тонну.*

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів в даному населеному пункті (табл. 4.1);

$K_{\text{ф}}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту (табл. 4.2).

$K_{\text{н}}$ – безрозмірна величина, яка показує, наскільки токсичною є конкретна речовина для здоров'я людей та природи. Розраховується індивідуально для кожної сполуки через її ГДК (гранично допустиму концентрацію) за формулою:

$$K_{\text{н}} = 1/\text{ГДК}$$

Якщо об'єднати всі значення, то формула спрощується до робочого вигляду:

$$Зб = \sum_{i=1}^n M_i \times 214,013 \times K_{\text{н}} \quad (4.2)$$

Таблиця 4.1 – Коефіцієнт, що встановлюється залежно від чисельності жителів населеного пункту

Чисельність населення, тис. осіб	Коефіцієнт
До 100	1,00
100,1 – 250	1,20
250,1 – 500	1,55
500,1 – 1000	1,55
Понад 1000	1,80

Таблиця 4.2 – Коефіцієнт, що встановлюється залежно від народногосподарського значення населеного пункту

Тип населеного пункту	Коефіцієнт
Організаційно – господарські та культурно – побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно – промислових функцій (районні центри, міста районного значення, селища і села)	1

Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспор-тних функцій (обласні центри)	1,25
Населені пункти, віднесені до курортних	1,65

Запобігання екологічному збитку за Методикою Міндовкілля розраховується виключно через масу викиду у тоннах (т), тому наведені в таблиці 3.5 концентрації необхідно перевести у масу (тонни). Для цього визначимо об'єм газоповітряної суміші (або витрата повітря), яку прокачує вентиляція/очисне обладнання підприємства:

$$V = P_{обл} \times K_{год}, \quad (4.3)$$

де, $P_{обл}$ - продуктивність газоочисного обладнання, м³/год.;

$K_{год}$ - кількість годин роботи обладнання за рік, год.

Формула для визначення маси уловленої речовини ($M_{улов}$), т:

$$M_{улов} = \frac{\Delta C \times V}{10^9} \quad (4.4)$$

де, ΔC – різниця концентрацій до та після очищення, мг/м³;

10^9 – коефіцієнт переведення міліграмів у тонни.

Розрахунок загального об'єму очищеного повітря:

$$V_{рік} = 5000_{м3/год} \times 4000_{год/рік} = 20000000_{м3/рік}$$

Розрахунок маси вловлених речовин у тоннах та відповідного екологічного ефекту на рік:

1. Оксид вуглецю (CO):

Концентрація: 3 188,50 мг/м³

Маса в тоннах: $M = \frac{3188,50 \times 800_{млн}}{10^9} = 2\,550,8$ т

Запобігання збитку: $З_6 = 2550,8 \times 70,62 = 180137,50$ грн.

2. Вовняний пил (тверді частинки)

Концентрація: 1 125,96 мг/м³

Маса в тоннах: $M = \frac{1125,96 \times 800_{млн}}{10^9} = 900,768$ т

Запобігання збитку: $З_6 = 900,768 \times 1427,47 = 1\,285\,819,30$ грн.

3. Аерозолі кислот (оцтова / сірчана)

Концентрація: 284,43 мг/м³

Маса в тоннах: $M = \frac{284,43 \times 800_{млн}}{10^9} = 227,544$ т

Запобігання збитку (за усередненим тарифом кислот 2 853,86 грн/т):

$З_6 = 227,544 \text{ т} \times 2853,86 = 649378,74$ грн.

4. Органічні розчинники (перхлоретилен)

Концентрація: 42,28 мг/м³

Маса в тоннах: $M = \frac{42,28 \times 800 \text{ млн}}{10^9} = 33,824 \text{ т}$

Запобігання збитку: $Z_6 = 33,824 \text{ т} \times 3567,59 = 120670,43 \text{ грн.}$

Таблиця 4.3 - Загальна сума запобігання екологічному збитку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Назва речовини	М _{улов} Т	К _н	ГДК _{сд} , мг/м ³	Н _і	К _т	З _б , грн.
Оксид вуглецю	2550,8	0,33	3,0	70,62	1,80	180137,50
Аерозолі кислот: -оцтова кислота -сірчана кислота	227,554	16,67 10	0,06 0,10	284,43	1,80	649378,74
Органічні розчинники (перхлоретилен)	33,834	16,67	0,06	3567,59	1,80	120679,43
Вовняний пил (тверді частинки)	900,768	6,67	0,15	1427,47	1,80	1285819,30
Всього:	3 712,936					2236005,97

$\Sigma Z_6 = 180137,50 + 649378,74 + 120679,43 + 1285819,30 = 2236005,97 \text{ грн.}$

Впровадження та забезпечення безперебійної роботи газоочисного устаткування продуктивністю $V = 5000 \text{ м}^3/\text{год.}$ із річним фондом робочого часу 4000 годин дозволяє досягти вагомих результатів у зниженні техногенного навантаження на атмосферне повітря.

Завдяки аспіраційним та фільтраційним установкам підприємство уловлює та не дозволяє потрапляння в атмосферу 3712,936 тонн забруднюючих речовин на рік.

Основну частку за масою складають оксид вуглецю (2550,80т) та вовняний пил (900,77т), що суттєво покращує стан приземного шару повітря в районі розташування текстильної фабрики.

Економічний ефект (запобігання збиткам) розрахований за офіційною Методикою Міндовкілля сумарний розмір відвернутої шкоди довікллю на 2026 рік становить 2236005,97 грн./рік.

Найбільший фінансовий ефект досягається за рахунок уловлювання вовняного пилу (1285 819,30 грн.) та аерозолів кислот (649378,74 грн.) через їх високі коефіцієнти небезпеки (K_n).

Отриманий показник запобігання збитку у розмірі понад 2,23 млн. грн. на рік є ключовим фінансово-екологічним аргументом для керівництва ТОВ «VLADI». Він офіційно підтверджує рентабельність витрат на експлуатацію, капітальний ремонт та модернізацію очисних споруд підприємства, а також свідчить про високу соціальну відповідальність бізнесу.

4.2 Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори у текстильній промисловості

На підприємствах текстильної промисловості (зокрема, при виробництві вовняних пледів та ковдр) на працівників діє комплекс небезпечних (спричиняють травми) та шкідливих (спричиняють захворювання) виробничих факторів [18,19].

Відповідно до класифікації за стандартами охорони праці, їх поділяють на чотири групи:

1. Фізичні фактори:

- підвищена запиленість повітря: текстильний (вовняний, бавовняний, синтетичний) пил та пух, які виділяються під час чесання, ткацтва та ворсування. Приводять до професійних захворювань легень (бісиноз, хронічний бронхіт).

- виробничий шум та вібрація: джерелом є високошвидкісні ткацькі верстати, чесальні, прядильні та крутильні машини. Постійний шум викликає професійну туговухість та розлади нервової системи.

- несприятливий мікроклімат: висока температура та вологість повітря у фарбувальних і оздоблювальних цехах, або протяги у ткацьких цехах.

– рухомі машини та механізми: незахищені паси, вали, шестерні, голки, текстильні валики та рухомі частини верстатів, які створюють ризик затягування одягу або травмування кінцівок.

– небезпечний рівень напруги: ризик ураження електричним струмом через високу вологість у фарбувальних цехах або статичну електрику, що накопичується на текстильних волокнах.

2. Хімічні фактори:

- токсичні пари та аерозолі: пари кислот (оцтової, сірчаної), лугів, органічних розчинників (перхлоретилену) та залишків текстильних барвників. Вони виділяються у повітря робочої зони під час фарбування, апретування, хімічного чищення та термофіксації тканин.

- шкідлива дія на шкіру та слизові оболонки: Прямий контакт із хімічними розчинами без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) викликає хімічні опіки, професійні дерматити та алергічні реакції.

3. Психофізіологічні фактори:

– важкість праці: фізичне перевантаження, тривале перебування в положенні «стоячи» (у ткаць, прядильниць), підіймання та перенесення важких рулонів тканини чи сувоїв пряжі.

– напруженість праці: монотонія праці при обслуговуванні конвеєрів або великої кількості верстатів одночасно. Висока концентрація уваги для виявлення дефектів (обривів ниток, браку тканини) та перенапруження зору через недостатнє або нерівномірне освітлення робочих місць.

4. Біологічні фактори

– патогенні мікроорганізми: Натуральна вовна та пух, які не пройшли первинну обробку та дезінфекцію, можуть містити спори грибків, бактерії (включаючи ризик збудників сибірки) та кліщів, які викликають інфекційні та алергічні захворювання у працівників сортувальних і чесальних цехів.

Для максимальної екологізації текстильної промисловості, першочергово необхідно вирішити наступні завдання:

- поліпшення ступеня очищення повітря робочої зони і уловлювання шкідливих речовин і пилу, що викидаються в атмосферу в ході виробництва;
- підвищення дієвості аналізу змісту неорганічних і органічних елементів в стічних водах текстильних підприємств, використання експрес-методик і вироблення технологій, істотно знижують концентрацію цих речовин до меж, визначених міжнародними екологічними нормуванням;
- розвитку екологічної сертифікації та нормування текстильної продукції при створенні нових технологій вирішення екологічних завдань на ранніх стадіях проектування.

ТОВ «VLADI» сучасна прогресивна компанія, котра дотримується стратегії збереження оточуючого природного середовища та безпечних умов виробництва. На підприємстві велику увагу приділяють економії води та енергоресурсів, котрі є основними елементами в технології виробництва. Також європейським стандартам якості відповідає сировина та оздоблювальні матеріали, котрі застосовують в виробничих процесах.

4.3 Заходи з охорони праці та безпеки працівників

Для ТОВ «VLADI» (виробництво вовняних пледів та ковдр) заходи з охорони праці розробляються з урахуванням специфіки текстильного виробництва: високої запиленості, шуму, використання хімічних речовин та рухомих механізмів верстатів [17].

1. Технічні та інженерні заходи (безпека обладнання):

- огороження рухомих частин: встановлення захисних кожухів та екранів на зони передач, вали, ремені та голкові механізми чесальних, прядильних і ткацьких верстатів.
- системи автоматичного блокування: оснащення обладнання датчиками, які миттєво зупиняють верстат у разі обриву нитки, відкриття захисної панелі або потрапляння руки працівника в небезпечну зону.

– кнопки аварійної зупинки: розміщення помітних кнопок «Стоп» на кожному робочому місці та вздовж технологічних ліній.

2. Санітарно-гігієнічні заходи (захист здоров'я):

– модернізація вентиляції (аспірація): забезпечення безперебійної роботи потужних витяжних апаратів та циклонів (зокрема, установки на 200 000 м³/год.) для уловлювання вовняного пилу безпосередньо біля чесальних та ворсувальних машин.

– герметизація хімічних процесів: автоматизація подачі барвників, оцтової та сірчаної кислот, перхлоретилену у фарбувальному цеху та цеху хімчистки для виключення потрапляння їхніх парів у повітря робочої зони.

– шумоізоляція та віброгасіння: Встановлення ткацьких верстатів на вібропоглинаючі фундаменти, звукоізоляція стін цехів та винесення шумних агрегатів (компресорів) в окремі приміщення.

– контроль мікроклімату: організація припливно-витяжної вентиляції та систем кондиціонування для нормалізації температури й вологості у фарбувально-сушильних цехах.

3. Забезпечення Засобами індивідуального захисту (ЗІЗ)

– захист органів дихання: видача протипилових респіраторів для працівників чесальних та ткацьких цехів, а також протигазових респіраторів (із фільтрами марки А та Е) для апаратників фарбування та хімчистки.

– захист органів слуху: обов'язкове використання протишумових навушників або берушів у ткацьких цехах із рівнем шуму понад 80 дБА.

– захист шкіри та очей: надання гумових фартухів, довгих рукавичок (нітрилових/неопренових) та захисних герметичних окулярів для роботи з кислотами й розчинниками. Перед початком роботи робітники повинні надіти спецодяг, халати та ін. Одяг повинен бути охайним, не повинно бути висячих кінців - ремені, пояси, волосся - щоб уникнути її потрапляння до робочих органів обладнання. Повинні одягатися головні убори - косинки, беретки та ін. Для цих же цілей, щоб уникнути поранення рук, застосовувати рукавички і

рукавиці. Недотримання встановлених правил може призвести до нещасних випадків.

Перш ніж почати роботу робітник повинен перевірити надійність закріплення заготовки на пристосуванні, відсутність оголених струмоведучих кабелів, заземлення обладнання надійність закріплення інструменту. Для запобігання пошкодження очей необхідно використовувати захисні окуляри, встановлювати захисні щитки та екрани.

Під час роботи верстата не можна залишати на рухомих частинах допоміжні інструменти, що може призвести до нещасного випадку або виходу з ладу обладнання. Щоб уникнути порізів стружкою, необхідно користуватися спеціальним гачком або щіткою.

Проходи між верстатами не повинні захаращуватися. Проходи і проїзди на території цехів повинні бути прямолінійними, а їх ширина відповідати інтенсивності руху. Всі передачі - ремінні, зубчасті, ланцюгові та ін. повинні мати спеціальні огороження на висоті до 2 метрів від рівня підлоги. Місця руху людей і транспорту повинні добре висвітлюватися, щоб уникнути нещасних випадків.

4. Організаційні та лікувально-профілактичні заходи:

– медичні огляди: Організація обов'язкових щорічних періодичних медоглядів для працівників, які піддаються дії шкідливих факторів (шум, пил вовни, хімікати) для запобігання професійним захворюванням (бісиноз, туговухість, дерматити).

– навчання та інструктажі: проведення регулярних інструктажів з охорони праці (вступний, первинний, повторний раз на 3 місяці для робіт з підвищеною небезпекою), а також навчання з пожежної безпеки, оскільки вівняний пил є легкозаймистим.

– режим праці та відпочинку: введення регламентованих перерв для відпочинку зору (для ткаць та контролерів якості, які шукають брак на пледах) та захисту від монотонії.

5. Заходи пожежної безпеки [14,15].

Вогнегасні речовини - це речовини, які при введенні в зону згоряння припиняють процес горіння. Основними сучасними вогнегасними речовинами, застосовуваними в практиці пожежогасіння на підприємстві є: вода, пісок, піни, поверхнево-активні речовини, порошки, вуглекислота, інертні гази та ін. На основі цих речовин розроблені вогнегасники типу: ВП, ОХП та ін.

Заходи пожежної безпеки:

- наявність необхідної кількості виходів;
- наявність у цеху ящиків з піском;
- пожежна сигналізація.

6.Процедура поводження при аварійних ситуаціях.

При виникненні пожежі треба негайно приступити до її ліквідації, використовуючи всі доступні засоби. У разі, якщо швидка ліквідація власними силами неможлива, негайно викликати пожежну команду. У випадку розсипання промислових відходів організувати прибирання забрудненої території. У випадки механічного пошкодження ртутевмісних ламп в кількості не більше 1шт. усунення забруднення може бути виконано відокремленим підрозділом підприємства за допомогою демеркурізаційного комплексу. У випадки механічного пошкодження більше однієї ртутьвмісної лампи в обов'язковому порядку викликають фахівців муніципальної установи аварійно - рятувальної служби.

Отже, для успішного вирішення цих проблем необхідно повсюдне впровадження екологічно адаптованих технологій, замкнених технологічних циклів і маловідходних процесів, вдосконалення технологічних процесів і розробку нового обладнання з меншим рівнем викидів, заміна токсичних і біологічно не розщеплених речовин нетоксичними.

Станом на 2026 рік ТОВ «VLADI» є лідируючим текстильним підприємством нашої країни. Та має наміри удосконалювати технічні та технологічні процеси аби досягти максимально можливої екологізації власної дальності

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи було проведено оцінку впливу текстильного виробництва на навколишнє середовище та проаналізовано основні джерела утворення забруднюючих речовин у виробничих приміщеннях.

Встановлено, що найбільший негативний вплив на повітряне середовище здійснюють текстильний пил, оксид вуглецю, пари оцтової кислоти та залишки барвників, які утворюються під час технологічних процесів текстильного виробництва.

У роботі проаналізовано технологічний процес підприємства та визначено основні стадії, на яких відбувається виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони. Досліджено вплив текстильного пилу та хімічних речовин на стан атмосферного повітря, умови праці працівників і здоров'я людини. Встановлено, що тривалий вплив забруднювачів може спричиняти погіршення санітарно-гігієнічних умов праці та розвиток професійних захворювань.

Розраховані значення гранично допустимого (ГДВ) викиду показали максимально допустиму кількість шкідливої речовини, яка може надходити в атмосферу без перевищення встановлених санітарно-гігієнічних нормативів якості повітря. Визначення максимальної приземної концентрації та відстані її досягнення дозволило оцінити характер поширення забруднення у зоні впливу підприємства та встановити потенційно небезпечну ділянку для працівників і навколишнього середовища.

Аналіз результатів свідчить, що основними забруднювачами під час виробництва вовняних ковдр є дрібнодисперсні частинки вовняного пилу, а також газоподібні речовини, які можуть утворюватися під час термообробки м вовняної сировини та роботи теплового обладнання.

Найбільшу небезпеку для атмосферного повітря та умов праці становить вовняний пил, який негативно впливає на органи дихання, погіршує санітарно-

гігієнічні умови виробництва та сприяє виникненню професійних захворювань у працівників.

Проведені розрахунки підтверджують необхідність впровадження ефективних природоохоронних заходів на підприємстві, зокрема застосування сучасних систем аспірації, вентиляції та очищення повітря.

На основі проведеного аналізу було запропоновано впровадження припливно-витяжної вентиляції та очисного обладнання для очищення повітря виробничих приміщень. Розраховано ефективність роботи запропонованої системи очищення.

Отримані результати показали суттєве зниження концентрацій забруднюючих речовин після очищення: оксиду вуглецю – з 3500 мг/м³ до 311,5 мг/м³, оцтової кислоти – з 300 мг/м³ до 15,57 мг/м³, барвника – з 50 мг/м³ до 7,72 мг/м³, вовняного пилу – з 1150 мг/м³ до 24,04 мг/м³.

Впровадження та забезпечення безперебійної роботи газоочисного устаткування продуктивністю $V = 5000 \text{ м}^3/\text{год.}$ із річним фондом робочого часу 4000 годин дозволяє досягти вагомих результатів у зниженні техногенного навантаження на атмосферне повітря.

Завдяки аспіраційним та фільтраційним установкам підприємство уловлює та дозволяє потрапляння в атмосферу 3712,936 т забруднюючих речовин на рік.

Основну частку за масою складають оксид вуглецю (2550,80т) та вовняний пил (900,77т), що суттєво покращує стан приземного шару повітря в районі розташування текстильної фабрики.

Економічний ефект – сумарний розмір відвернутої шкоди довікллю на 2026 рік становить 2236005,97 грн./рік.

Найбільший фінансовий ефект досягається за рахунок уловлювання вовняного пилу - 1285 819,30 грн. та аерозолей кислот 649378,74 грн. через їх високі коефіцієнти небезпеки (K_n).

Отриманий показник запобігання збитку у розмірі понад 2,23 млн. грн. на рік є ключовим фінансово-екологічним аргументом для керівництва ТОВ «VLADI».

Проведені дослідження підтвердили високу ефективність запропонованих природоохоронних заходів та їх доцільність для зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Впровадження сучасних систем очищення повітря сприятиме покращенню якості атмосферного повітря, підвищенню рівня екологічної безпеки підприємства та створенню безпечніших умов праці для працівників текстильної галузі, а також свідчить про високу соціальну відповідальність бізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко О. В., Кравченко І. М. Екологічна безпека промислових підприємств : Навч. посіб. Київ : Кондор, 2021. 268 с.
2. Гриценко А. В. Охорона атмосферного повітря від промислових викидів : підручник. Харків : Факт, 2020. 312 с.
3. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2019. 30 с.
4. Клименко М. О., Петрук В. Г. Техноекологія : підручник. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 348 с.
5. Коваленко О. М. Промислова екологія : Навч. посіб. Дніпро : Акцент ПП, 2021. 256 с.
6. Козій І. С., Марченко Л. П. Вплив текстильного пилу на організм людини та методи його зменшення. Вісник Національний університет «Львівська політехніка». 2022. № 4. С. 45–51.
7. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2021. 520 с.
8. Ляшенко О. Г. Очищення газових викидів у промисловості : монографія. Київ : Ліра-К, 2019. 286 с.
9. Мельник Л. Г. Основи екології та охорони навколишнього середовища : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2020. 412 с.
10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 52 від 14.01.2020 «Про затвердження гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони». Київ, 2020. 18 с.
11. Пилипенко Ю. О., Сахно Т. В. Сучасні методи очищення повітря від пилових викидів. Екологічні науки. 2021. № 6. С. 72–78.
12. Савченко В. Ф. Моніторинг довкілля : навч. посіб. Київ : Алерта, 2022. 240 с.
13. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навч. посіб. Одеса : ТЕС, 2019. 398 с.

14. Сердюк А. М., Білецький В. С. Промислова вентиляція та очищення повітря : підручник. Харків : Ранок, 2021. 336 с.
15. Тарасова В. В. Оцінка впливу промислових підприємств на атмосферне повітря. Вісник Київський національний університет будівництва і архітектури. 2020. № 3. С. 88–95.
16. Ткаченко С. Й. Системи пилогазоочищення на промислових підприємствах : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2021. 274 с.
17. ТОВ «VLADI». Офіційний сайт підприємства. URL: ТОВ «VLADI» (дата звернення: 14.05.2026).
18. Хільчевський В. К. Екологічна безпека та охорона довкілля : навч. посіб. Київ : Київський університет, 2020. 364 с.
19. Черняк Л. М. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 304 с.
20. Шевченко О. Л. Економіка природокористування : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2022. 290 с.
21. Environmental Protection Agency. Textile Manufacturing Industry Overview. Washington : EPA, 2021. 56 p.
22. European Environment Agency. Air Pollution from Industrial Sources. Copenhagen : EEA, 2022. 74 p.
23. Gupta K., Singh P. Air Pollution Control Technologies in Textile Industry. Journal of Environmental Engineering. 2021. Vol. 15, No. 2. P. 101–110.
24. Wang Y., Li H. Textile Dust Emissions and Human Health Risks. Environmental Research Journal. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 215–223.
25. Zhang X. Industrial Air Cleaning Systems and Filtration Technologies. London : Elsevier, 2021. 420 p.
26. Наказ Міністерства енергетики та захисту довкілля України від 28.04.2020 № 277. База даних: «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: Верховна Рада України (дата звернення: 14.05.2026).
27. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII.

28. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-XII.

29. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII.

ДОДАТКИ

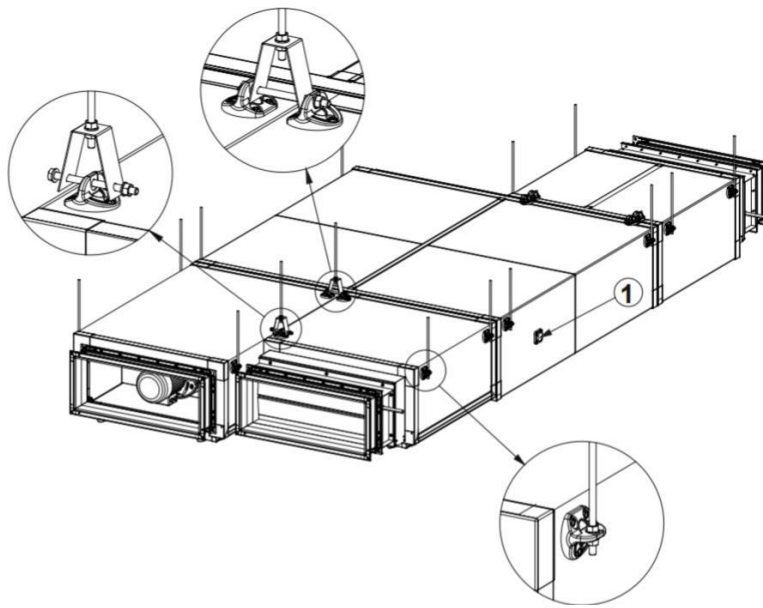


Рисунок 1 – Схематичне зображення ПВУ «Ventus»

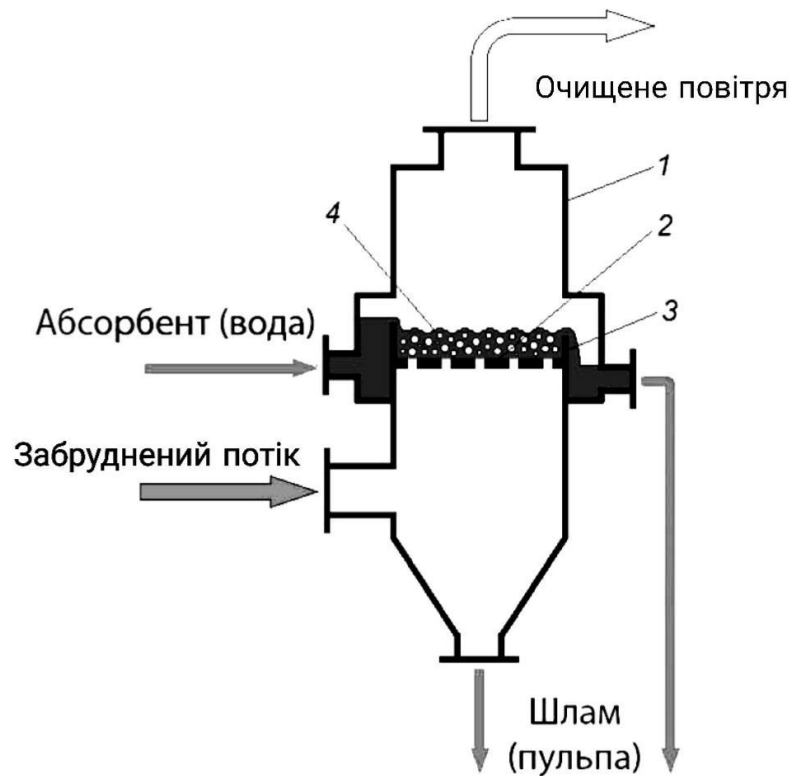


Рисунок 2 – Схема барботажного абсорбера: 1 - корпус колони (вежі), 2 - массообмінна тарілка, 3 - перелив, 4 - пінний шар.

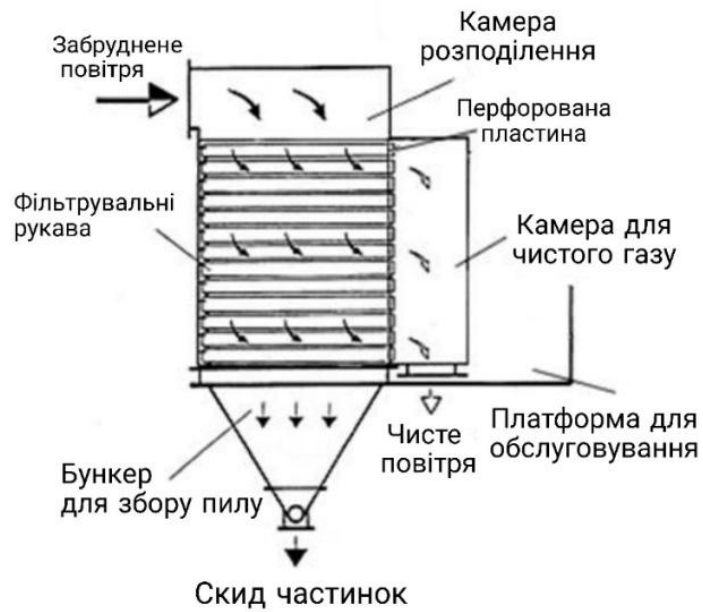


Рисунок 3 – Схема рукавного фільтру



Рисунок 4 – Продукція ТОВ «VLADI»

ФОРМА ОПИСУ РОБОТИ БАКАЛАВРА*

1. Бакалаврська робота (папка рік_ Ivanov):

2. Робота (Ivanov.doc)

3. Реєстраційна форма (Ivanov_Forma.doc)

4. Додатки (рецензії, схеми, програмний код, акти впровадження тощо) – подаються окремими файлами в zip-архіві

Реєстраційна форма

№	Назва поля	Зміст поля
1.	Назва роботи	Бакалаврська робота
2.	УДК	677:504.06:628.511
3.	Автор (ПІБ)	Смолій О.Р.
4.	Дата (рік, місяць, день)	
5.	Інститут	Нафтогазової інженерії
6.	Кафедра (назва)	Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
7.	Спеціальність	183 Технології захисту навколишнього середовища
8.	Освітньо-професійна програма	Технології захисту навколишнього
9.	Форма навчання	Денна
10.	Тема бакалаврської роботи	Оцінка впливу на довкілля текстильного виробництва з розробкою технології очищення повітря робочих приміщень від пилу (на прикладі ТОВ «VLADI»)
11.	Керівник (ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)	Фомічова О.В., к.х.н., доцент
12.	Рецензент/опонент	к.т.н , доц.. Кривенко Г.М.
13.	Ключові слова	
14.	Анотація (до 300 символів)	

Перелік додаткових матеріалів

№	Назва поля	Ім'я файлу
1.	Перелік додаткових матеріалів	.doc
2.	Архів додаткових матеріалів	.zip
	Файл в архіві	.doc
3.	Презентація	.ppt

Виконавець бакалаврської роботи _____

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)