

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО
Відділ заочної навчання Центру перепідготовки та підвищення
кваліфікації**

*Кафедра сталого природокористування
та захисту довкілля*

Допускається до захисту

«_____»_____2025р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

доцент, к.б.н. _____ Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

_____ бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему «Екологічна оцінка впливу деревообробного виробництва на
стан атмосфери»

Виконала студентка групи Еко-41з
спеціальності 101 «Екологія»

Вовчко (Барабаш) Ірина Дмитрівна

Керівник Наталія ПАНАС

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
 ННІ заочної та післядипломної освіти
 Кафедра екології
 Освітній ступінь «бакалавр»
 Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Завідувач кафедри.

 к.б.н, доцент Петро

ХІРІВСЬКИЙ

«_____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу Барабаш І.Д.

1.Тема роботи: **«Екологічна оцінка впливу деревообробного виробництва на стан атмосфери»**

Керівник кваліфікаційної роботи Панас Наталія Євгенівна, кандидат біологічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від «31» жовтня 2024р. №778 к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 01 червня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, методики виконання досліджень, матеріали визначення якості повітря

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
Вступ

1 Огляд літератури

1.1 Екологічний вплив деревообробних підприємств на атмосферу

2 Об'єкт та методи досліджень

2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Динамо-Інвест»

2.2 Характеристика технологічних процесів ТзОВ «Динамо-Інвест»

2.3 Методи досліджень

3 Результати досліджень

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

3.4 Розрахунки викидів забруднюючих речовин від окремих виробництв ТзОВ «Динамо-Інвест»

3.5 Характеристика газоочисного обладнання ТзОВ «Динамо-Інвест»

3.6 Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест» на стан атмосфери

3.7 Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць в межах впливу ТзОВ «Динамо-Інвест»

4 Охорона праці

4.1 Аналіз охорони праці на підприємстві

4.2 Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

Висновки

Бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Рисунки(1)

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Панас Н.Є. доцент кафедри екології		
4	Ковальчук Ю.Я., к.с.-г.н, доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання _____ 10 вересня 2024 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів підготовки роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	10.09.24-29.11.24	
2	Написання розділу «Об'єкт та методи досліджень»	10.12.24-20.01.25	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	20.01.25-20.04.25	
4	Написання розділу «Охорона праці», підготовка висновків, оформлення бібліографічного списку	20.04.25-01.06.25	

Здобувач _____ Ірина БАРАБАШ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія ПАНАС
(підпис)

УДК 574.63:628 .33

Екологічна оцінка впливу деревообробного виробництва на стан атмосфери. Вовчко (Барабаш) І.Д. Кваліфікаційна робота. Кафедра сталого природокористування та захисту довкілля. Дубляни, Львівський НУВМБ імені С.З. Гжицького, 2025.

60 ст. текст. част., 16 таблиць, 1 рисунок, 26 джерел.

Проведено оцінку впливу діяльності деревообробного виробництва на стан атмосферного повітря на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест». Дано характеристику об'єкта як джерела забруднення атмосфери, ідентифіковано основні забруднюючі речовини атмосферного повітря та джерела їх утворення і викидів, проведено розрахунки викидів забруднюючих речовин від окремих виробництв ТзОВ «Динамо-Інвест», проведено оцінку викидів забруднюючих речовин, охарактеризовано газоочисне обладнання. Проведено оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць в межах впливу ТзОВ «Динамо-Інвест».

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Екологічний вплив деревообробних підприємств на атмосферу..	8
2 ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Динамо-Інвест»	13
2.2 Характеристика технологічних процесів ТзОВ «Динамо-Інвест» .	13
2.3 Методи досліджень.....	16
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»	20
3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»	24
3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо- Інвест»	24
3.4 Розрахунки викидів забруднюючих речовин від окремих виробництв ТзОВ «Динамо-Інвест».....	31
3.5 Характеристика газоочисного обладнання ТзОВ «Динамо- Інвест».....	39
3.6 Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест» на стан атмосфери	42

3.7	Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць в межах впливу ТзОВ «Динамо-Інвест».....	47
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1	Аналіз охорони праці на підприємстві.....	50
4.2	Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.....	52
	ВИСНОВКИ	56
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	58

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний економічний розвиток тісно пов'язаний із глобальною екологічною кризою, що спричиняє гострі еколого-економічні виклики для промислових підприємств. Хоча вплив деревообробної промисловості на природу значно менший порівняно з іншими галузями, він все ж посилює загальні негативні наслідки господарської діяльності.

Екологічність промислової продукції, включаючи продукцію деревообробних підприємств, демонструє тенденцію до зниження. На сучасному етапі розвитку лісопромислового комплексу одним із ключових завдань є поліпшення екологічної ситуації та максимальне сприяння забезпеченню держави лісовими ресурсами [1, 2, 4].

Підприємство є провідною ланкою у процесі екологізації економічного розвитку країни, а екологізація підприємств деревообробної промисловості України проходить на тлі загальної екологізації промисловості. Позитивні процеси, що відбувалися на окремих підприємствах галузі, визначили загальні тенденції розвитку окремих видів промислової діяльності та видів економічної діяльності у цілому. Саме управління екологічною складовою безпечної економічної діяльності на рівні виробничих систем окремих промислових підприємств в тому числі деревообробної промисловості, формує необхідний фундамент екологізації всієї економічної системи України.

У зв'язку з цим у сучасних умовах значно зростає необхідність проведення оцінки ступеня шкоди, завданої довкіллю окремими промисловими виробництвами та об'єктами. Важливим є розробка і вдосконалення інженерно-технічних засобів захисту навколишнього середовища, а також розвиток основ створення замкнутих та безвідходних технологічних циклів і виробництв. Протягом останніх років

спостерігається поживлення щодо впровадження інноваційних та нових технологічних процесів, зокрема маловідходних та ресурсозберігаючих, як для промислових підприємств загалом, так і для деревообробних [18, 26].

Метою роботи є оцінка впливу діяльності деревообробного виробництва на стан атмосферного повітря на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест». Дослідження має на меті комплексно оцінити впливу діяльності деревообробного виробництва на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест» на якість атмосферного повітря. Для досягнення цієї мети необхідно охарактеризувати джерела утворення та викидів забруднюючих речовин у процесі діяльності підприємства, чітко ідентифікуючи, які саме виробничі процеси продукують забруднення та де вони викидаються в атмосферу, провести розрахунки обсягів викидів від кожного окремого джерела, що дозволить кількісно оцінити внесок кожного з них у загальне забруднення повітря, на підставі результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери, провести оцінку впливу виробничої діяльності ТзОВ «Динамо-Інвест» на стан атмосферного повітря, дати характеристику пилогазоочисного обладнання, що використовується на підприємстві, включно з описом його типів, ефективності та поточного стану, на основі отриманих даних та результатів моделювання, провести оцінку забруднення атмосферного повітря населених місць, які знаходяться в зоні впливу діяльності ТзОВ «Динамо-Інвест».

Об'єктом дослідження є виробнича діяльність деревообробного підприємства на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест».

Предметом дослідження технологічні процеси, що відбуваються на деревообробному підприємстві на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест», з точки зору їхнього впливу на атмосферу.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Екологічний вплив деревообробних підприємств на атмосферу

Деревообробна промисловість об'єднує всі виробництва, пов'язані з вирощуванням і переробкою лісової сировини, де деревина є ключовим продуктом. Її використовують як для створення засобів виробництва, так і як предмети праці. Основною продукцією галузі є ліс-кругляк, деревні плити, пиломатеріали, фанера та метиловий спирт, тоді як до предметів споживання належать папір, меблі та оцтова кислота.

Наразі частка деревообробної промисловості у загальному обсязі промислового виробництва становить понад 1,7% і демонструє тенденцію до зниження. Це скорочення значною мірою пов'язане зі зменшенням обсягів виробництва в споріднених галузях, з якими деревообробна промисловість тісно взаємодіє [2].

Важливо підкреслити, що роль деревообробної промисловості в економіці України зростає. Це зумовлено тим, що деревина та продукти її переробки є невід'ємною частиною практично кожної галузі господарства. Продукція деревообробки активно застосовується в машинобудуванні, легкій промисловості, транспорті та будівництві.

Водночас, сама деревообробна промисловість у своїх виробничих процесах значною мірою залежить від інших секторів економіки. Вона використовує лакофарбові матеріали, соду, натрій, різноманітні хімікати та хімічні речовини, зокрема для виробництва паперу. Крім того, для заготівлі та обробки деревини активно застосовується різноманітна техніка, включаючи автомашини, трактори та верстати [16, 18].

Структура деревообробної промисловості є складною та розгалуженою (рисунок 1.1). Вона охоплює низку взаємопов'язаних секторів, починаючи від лісового господарства, яке відповідає за

виращування та догляд за лісовими ресурсами. Далі йде лісозаготівельна промисловість, що займається безпосередньо заготівлею деревини. Ключове місце посідають галузі лісової промисловості з механічної, хіміко-механічної та хімічної переробки деревини, що включають виробництво таких продуктів як пиломатеріали, деревні плити, фанера, целюлоза, папір та інші хімічні похідні. До цієї системи також входять гідролізна та дубильно-екстракційна промисловість. Важливу роль відіграють обслуговуючі виробництва, які забезпечують безперебійну роботу основних процесів, а також заводи з виготовлення предметів праці для різних галузей, наприклад, меблеві фабрики. Завершують цю комплексну структуру підприємства матеріально-технічного постачання, що забезпечують сировиною та необхідними матеріалами, а також галузі та заклади невиробничого обслуговування, що надають різноманітні послуги, пов'язані з функціонуванням усієї галузі [2].



Рисунок 1.1 Структура лісової та деревообробної промисловості

Діяльність деревообробних підприємств, попри їхню економічну значущість, супроводжується низкою технологічних процесів, які можуть негативно впливати на якість атмосферного повітря. Підприємства деревообробної промисловості є значними джерелами забруднення довкілля, адже технологічні процеси на всіх етапах виробництва

супроводжуються викидами шкідливих речовин в атмосферу. Основними забруднювачами від таких виробництв є деревні відходи, пил, пари розчинників і розріджувачів, формальдегід, оксиди карбону (карбону), оксиди нітрогену (нітрогену), аміак та інші сполуки.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря на деревообробних підприємствах є опоряджувальні, клеїльно-личкувальні, фанерні та сушильні цехи. Також значний внесок роблять цехи механічної обробки деревини та матеріалів, а також виробництва деревостружкових плит (ДСП), деревно-волокнистих плит (ДВП), деревно-шаруватих пластиків (ДШП), клеєної фанери та деревної муки. Додатковими джерелами забруднення виступають допоміжні виробництва, такі як котельні, ремонтно-механічні майстерні та автотранспортні засоби [2, 3, 4, 14].

Важливими джерелами забруднення є також спалювання відходів деревини, що призводить до викидів значної кількості твердих частинок (сажі, пилу), оксидів карбону (CO , CO_2), оксидів нітрогену, діоксиду сірки та летких органічних сполук (ЛОС), таких як формальдегід і бензол, особливо за відсутності належного контролю та очисного обладнання; механічна обробка деревини (розпилювання, шліфування, фрезерування), яка є джерелом утворення деревного пилу, що містить дрібні частинки деревини та смоли, здатні викликати респіраторні захворювання; використання хімічних речовин (клеїв, лаків, фарб, розчинників, антисептиків) при виробництві фанери, ДСП, МДФ та меблів, що призводить до випаровування ЛОС (формальдегіду, толуолу, ксилолу, фенолу), деякі з яких є канцерогенними; сушіння деревини, що супроводжується виділенням смолистих речовин, терпенів та інших ЛОС, особливо при підвищених температурах; а також транспортні та складські операції, які можуть сприяти утворенню пилу та викидам вихлопних газів від двигунів внутрішнього згоряння.

Загальний вплив цих викидів на стан атмосферного повітря може проявлятися у збільшенні концентрації дрібнодисперсного пилу, що погіршує якість повітря та проникає в дихальні шляхи; утворенні смогу; кислотних дощів, спричинених викидами оксидів сірки та нітрогену; парниковому ефекті через викиди CO₂; стійкому неприємному запаху в навколишніх населених пунктах; впливі на здоров'я людини, викликаючи респіраторні захворювання, алергії та подразнення, а при тривалому впливі ЛОС – серйозніші проблеми; а також впливі на рослинність та екосистеми, що призводить до пошкодження листя, зниження врожайності та зміни складу ґрунту [2- 4].

Рівень забруднення атмосферного повітря безпосередньо залежить від кількох факторів: інтенсивності виділення виробничого пилу, парів і газів шкідливих речовин, їхньої концентрації у виробничих приміщеннях, а також способу та ефективності очищення цих викидів перед їхнім надходженням в атмосферу. Нерідко загальна кількість шкідливих викидів корелює з часом роботи обладнання.

Дослідження показують, що запиленість атмосферного повітря на більшості деревообробних підприємств значно перевищує допустимі норми. Цей стан часто є наслідком недосконалості конструкції технологічного обладнання та циклонних установок, а також відсутності належних пиловловлювачів і фільтрів у системах вентиляції. Крім того, рівень забруднень від викидів залежить від виду матеріалів, що використовуються у виробництві, а також частково від характеру технології та режиму роботи обладнання [2, 16, 17].

Виробництва деревостружкових (ДСП), деревно-волокнистих плит (ДВП), шаруватих пластиків та опоряджувальні цехи меблевих виробництв є особливо значними забруднювачами атмосфери. Це пов'язано з використанням у цих процесах небезпечних речовин. Наприклад, у пресових відділеннях цехів ДСП застосовуються синтетичні смоли з

вмістом вільного формальдегіду (0,3-0,4%), а на виробництві декоративних плівок на основі паперу цей показник може коливатися від 0,3% до 1,2%. Крім того, під час опорядження деревини в атмосферу викидаються пари таких небезпечних речовин, як стирол, ацетон, ксилол, бензол, бутилацетат та етилацетат. Кількість цих летких речовин, що виділяються, значною мірою залежить від способу нанесення лакофарбових матеріалів. При цьому, концентрація компонентів, що випаровуються, може відрізнятися навіть на різних ділянках однієї й тієї ж опоряджувальної лінії. Переважно, забруднюючі речовини концентруються на рівні верхнього відсмоктування [16].

Для мінімізації негативного впливу деревообробних підприємств на атмосферне повітря необхідне впровадження сучасних технологій очищення викидів, використання екологічно безпечних матеріалів, оптимізація виробничих процесів та постійний екологічний моніторинг.

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Динамо-Інвест»

Виробничий майданчик ТзОВ «Динамо-Інвест» знаходиться у Львові, за адресою вул. Замарстинівська, 76. Під'їзні шляхи до підприємства мають тверде покриття. Згідно з «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» №173 від 19 червня 1996 року, для ТзОВ «Динамо-Інвест» встановлено нормативну санітарно-захисну зону у 50 метрів від джерел викидів. Підприємство віднесено до 5-го класу шкідливості, відповідно до Додатку №4 ДСППЗНП, розділу «Виробництво по обробці деревини», пункт 1 («Підприємства столярно-теслярні, меблеві, паркетні та по виготовленню ящиків») [10,11].

Підприємство оточують:

- з півночі житлові будинки по вул. Східній;
- з сходу - житлові будинки, підприємства по вул. Квітовій;
- з півдня - житлові будинки по вул. Половинній і Узбецькій;
- з заходу - житлові будинки і Лакофарбовий завод по вул. Замарстинівській.

На території підприємства ТзОВ «Динамо-Інвест» знаходяться лісопильне та стругальне виробництво, установлення столярних виробів.

2.2 Характеристика технологічних процесів ТзОВ «Динамо-Інвест»

Столярне виробництво підприємства — це комплексний технологічний процес обробки деревини, що охоплює всі етапи від сировини до готового виробу. Цей цикл починається з виготовлення заготовок бруса, що є первинною обробкою деревини. Наступним важливим кроком є сушіння деревини в спеціалізованих сушильних

камерах, що забезпечує необхідну вологість матеріалу для його подальшої стабільності та довговічності. Після сушіння деревина трансформується у євробрус, що є високоякісним напівфабрикатом. З цього євробруса вже виробляють широкий асортимент кінцевої продукції: двері, вікна, а також інші столярні вироби, такі як вагонка, елементи підлоги, підвіконня та плінтуси. Завершальним етапом виробництва є покриття готових виробів акриловими фарбами, що не лише надає їм естетичного вигляду, а й забезпечує захист від зовнішніх факторів.

Процес обробки деревини на підприємстві починається із заготівлі бруса. Спочатку деревина обробляється на стрічковий верстаті СКТП-5052, а потім проходить подальшу обробку на верстатах ЦДК-5, Ц-6 та ЦМЭ-2.

Наступний етап — сушіння деревини, яке відбувається у спеціальних сушильних камерах. Ці камери опалюються за допомогою водогрійних котлів КЦО-1 та UNIWEX, що працюють на відходах деревини (таких як тирса та дрова), що є екологічно доцільним підходом. Додатково, котел UNIWEX також забезпечує опалення приміщень усього деревообробного виробництва.

Виготовлення євробруса, а також подальше виробництво з нього вікон, дверей та інших столярних виробів здійснюється у спеціалізованому столярному цеху. Для цих операцій використовується широкий спектр сучасного обладнання, зокрема:

- чотирьохсторонній фрезерний верстат Weining MF9025
- фрезерний верстат ФСШ-1А
- шипорізний верстат FC-10
- фугувальні верстати СФ4-1 та СФ4-1К
- рейсмусні верстати СР4-1 та СР6-2К
- шліфувально-стрічковий верстат ЛШС 2500
- калібрувально-шліфувальний верстат CINDY 400

-круглопилльний верстат Ц6.

Цей перелік обладнання свідчить про наявність повного циклу обробки деревини, що дозволяє підприємству виробляти широкий асортимент високоякісної продукції.

Для ефективного очищення повітря від деревного пилу, що утворюється під час роботи деревообробних верстатів у столярних цехах, підприємство використовує циклонні установки Циклон К20 та Циклон К22. Ці установки відсмоктують пилоповітряну суміш безпосередньо з робочої зони, забезпечуючи первинне очищення повітря.

На фарбувальній ділянці, де столярні вироби покриваються акриловими фарбами за індивідуальними замовленнями, використовується пульверизаційний метод фарбування у спеціально обладнаній камері. Для ефективного очищення повітря від фарбувальних частинок ця камера оснащена сухим витяжним стендом SWS-2. Його робота базується на принципі протягування забрудненого повітря через систему перфорованих паперових фільтрів, що забезпечує інертне розділення частинок повітря і фарби, мінімізуючи викиди в атмосферу.

Виробництво жалюзі здійснюється в складальному цеху. Процес полягає в складанні виробів з металевої стрічки та дроту, які попередньо нарізаються до необхідних розмірів відповідно до технологічного регламенту.

Інформація про обсяги випуску готової продукції ТзОВ «Динамо-Інвест» представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Продукція ТзОВ «Динамо-Інвест»

№ з/п	Вид продукції	Річний випуск
1	2	3
1	Жалюзі	1625·10 ³ шт.
2	Вироби столярні	1500 шт.

Виробництво жалюзі на ТзОВ «Динамо-Інвест» не включає технологічних операцій, які призводять до викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

ТзОВ «Динамо-Інвест» працює 254 робочих дні на рік, по 8 годин на день. Детальна інформація щодо наявності, зберігання та споживання сировини, паливно-мастильних та інших матеріалів, що використовуються на підприємстві, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Інформація щодо наявності, зберігання та споживання сировини, паливно-мастильних та інших матеріалів ТзОВ «Динамо-Інвест»

№ з/п	Сировина, допоміжні матеріали	Призначення матеріалів	Умови зберігання	Використання В рік	Наявність документації, що регламентує вимоги законодавства
1	2	3	4	5	6
1	Акрилові фарби	Фарбування виробів	Зберігається в закритому складі	1000 кг	ГОСТ 6465-76
2	Деревина	Виготовлення столярних виробів	Зберігається на складах під навісами	1500 м. куб.	-

2.3 Методи досліджень

Метою нашої роботи було ідентифікувати джерела утворення та викидів забруднюючих речовин, а також визначити їх якісні та кількісні характеристики під час експлуатації технологічного обладнання на ТзОВ «Динамо-Інвест».

Для досягнення цієї мети проводили як інструментальні заміри викидів шкідливих речовин безпосередньо на джерелах викидів підприємства за умови номінального навантаження обладнання, так і виконували розрахунки викидів забруднюючих речовин. Розрахункові величини визначалися згідно із загальноприйнятими методиками,

базуючись на матеріалах [5, 7, 8, 12, 20, 21, 24, 25]. Цей розрахунковий метод ґрунтується на використанні питомих показників, де викиди забруднюючих речовин були приведені відповідно до часу використання обладнання, а також маси готової продукції або матеріалів, витрачених у технологічних процесах. Крім того, ми залучили узагальнений показник емісії забруднюючої речовини, що є середньою питомою величиною викиду для конкретної технології спалювання палива, певного виду палива чи енергетичних установок.

Окремо, визначення концентрацій пилю деревини у викидах на ТЗОВ «Динамо-Інвест» здійснювалося згідно з «Методикою визначення концентрації пилю в технологічних газах».

Миттєві викиди $E_{п.д.(сек)}$ пилю деревини визначали за формулою:

$$E_{п.д.(сек)} = C_{max} \cdot V / 1000 \quad (г/с) \quad (2.1)$$

де: V – об’ємна витрата пило повітряної суміші, $м^3/с$.

Валові викиди $E_{п.д.(рік)}$ розраховували за формулою:

$$E_{п.д.(рік)} = E_{п.д.(сек)} \cdot t_{рік} \cdot k \cdot 3600 / 10^6 \quad (т/рік) \quad (2.2)$$

де: $E_{п.д.(сек)}$ - миттєвий викид пилю, $г/с$,

$t_{рік}$ - річний фонд робочого часу, $год/рік$,

k - коефіцієнт завантаження обладнання ($k=1$).

Визначення концентрації акрилової кислоти в викидах підприємства проводилось за «Методикою газохроматографічного визначення концентрації акрилової і метаакрилової кислот в газових викидах хімічної промисловості».

Миттєві викиди $E_{акр.(сек)}$ акрилової кислоти визначали за формулою:

$$E_{акр.(сек)} = C_{max} \cdot V / 1000 \quad (г/с) \quad (2.3)$$

де: V – об’ємна витрата пилоповітряної суміші, $м^3/с$.

Валові викиди $E_{акр.(рік)}$ розраховували за формулою:

$$E_{акр.(рік)} = E_{акр.(сек)} \cdot t_{рік} \cdot k \cdot 3600 / 10^6 \quad (т/рік) \quad (2.4)$$

де: $E_{акр.(сек)}$ - миттєвий викид пилю, $г/с$,

$t_{\text{рік}}$ - річний фонд робочого часу, год/рік,

k - коефіцієнт завантаження обладнання ($k=1$).

Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні палива здійснили відповідно до методики визначення «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок», ГДК 34.02.305-2002, Київ 2002. Застосована методика містить порядок визначення викидів основних забруднюючих речовин та парникових газів, що надходять в атмосферне повітря під час спалювання органічного палива в енергетичних установках з димовими газами, які утворюються.

Валовий викид j -ї забруднюючої речовини E_j від енергетичної установки, що надходить в атмосферу з димовими газами за проміжок часу t , визначали як суму валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, а також за їх одночасного спалювання:

$$E_j = \sum E_{ji} = 10^{-6} \cdot \sum k_{ji} \cdot V_i \cdot (Q_i^r)_{i,T} \quad (2.5)$$

де: E_{ji} – валовий викид j -ї забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу $t_{\text{рік}}, T$,

k_{ji} - показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива, г/ГДж,

V_i - витрата i -го палива за проміжок часу $t_{\text{рік}}, T/\text{рік}$ або $\text{м}^3/\text{рік}$,

$(Q_i^r)_i$ – нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг або МДж/м³.

Показник емісії речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (твердих частинок) розраховували за формулою:

$$k_{\text{ТВ}} = 10^6 / Q_i^r \cdot a_{\text{ВИК}} \cdot A^r / (100 - \Gamma_{\text{ВИК}}) \cdot (1 - h_{\text{ЗУ}}) + k_{\text{ТВS}} \quad (\text{г/ГДж}) \quad (2.6)$$

де: A^r – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %; $A^r = 6\%$

$a_{\text{ВИК}}$ - частка золи, яка виходить з котла у вигляді леткої золи, в нашому випадку $a_{\text{ВИК}} = 0,15$;

$h_{\text{ЗУ}}$ – ефективність очищення димових газів від твердих частинок, в нашому випадку %; $h_{\text{ЗУ}} = 0\%$;

$\Gamma_{\text{ВИК}}$ – масовий вміст горючих речовин у викидах твердих частинок, в нашому випадку %; $\Gamma_{\text{ВИК}} = 1,5\%$;

$k_{\text{твS}}$ - показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і твердих часток сорбенту, г/ГДж; в нашому випадку $k_{\text{твS}}=0$.

Валові викиди забруднюючих речовин розраховували за формулою:

$$E_{\text{тв(рік)}} = 10^{-6} \cdot k_{\text{тв}} \cdot V_i \cdot Q_i^r, \text{ т/рік} \quad (2.7)$$

Миттєві викиди розраховували за формулою:

$$E_{\text{тв(сек)}} = E_{\text{тв(рік)}} \cdot 10^6 / (t_{\text{рік}} \cdot 3600), \text{ (г/с)} \quad (2.8)$$

Для забруднюючих речовин оксиду дінітрогену N_2O та діоксиду карбону CO_2 розрахунки валових викидів не проводились, так як ці речовини в атмосферному повітрі не нормуються.

Проводили розрахунок розсіювання забруднюючих речовин для викидів по програмі ЕОЛ-ПЛЮС версія 5.23. Був проведений розрахунок по уніфікованій програмі розрахунку забруднення атмосфери ЕОЛ+, яка призначена для розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери у відповідності з «Методикою розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, що знаходяться в викидах підприємств (ОНД-86) [21].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

ТзОВ «Динамо-Інвест»

У процесі проведеного аналізу встановлено джерела утворення забруднюючих речовин на деревообробному виробництві - ТзОВ «Динамо-Інвест», що виникають внаслідок його технологічних процесів. Ці джерела є основними точками викидів, які впливають на якість атмосферного повітря. До них належать лісопильні та деревообробні верстати (джерела № 01, 02), що використовуються для первинної та подальшої обробки деревини, є основним джерелом деревного пилу. Під час розпилювання, шліфування та фрезерування утворюються дрібні частки деревини, які без належного очищення потрапляють у повітря. Крім того, ці процеси можуть супроводжуватися виділенням летких органічних сполук (ЛОС) природного походження, що містяться у деревині.

На ділянці фарбування столярних виробів акриловими фарбами (джерело № 04) готові столярні вироби набувають естетичного вигляду та захисного покриття, основним джерелом забруднення є пари розчинників та леткі органічні сполуки (ЛОС), що випаровуються з акрилових фарб. Незважаючи на використання витяжних систем, певна кількість цих речовин, таких як ацетон, бутилацетат, етилацетат, може потрапляти в атмосферу, створюючи специфічний запах та потенційно впливаючи на повітря.

Опалювальні котли та конвектори (джерела № 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10) відповідають за опалення виробничих приміщень та сушильних камер. Оскільки вони працюють на продуктах згоряння палива, зокрема деревини (тирси, дров) та природного газу, основними викидами є тверді частинки (сажа, зола), оксиди карбону (CO , CO_2), оксиди нітрогену (NO_x), та

діоксид сульфуру (SO_2). Ефективність згоряння та наявність очисних систем відіграють вирішальну роль у мінімізації цих викидів.

Важливо зазначити, що виробництво жалюзі на підприємстві було визначено як процес, що не містить технологічних операцій, які призводять до викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Це означає, що цей сегмент виробництва є екологічно нейтральним у контексті атмосферних викидів.

Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин на підприємстві ТЗОВ «Динамо-Інвест» детально представлена в таблиці 3.1. Ця таблиця містить вичерпну інформацію про кожен ідентифікований об'єкт, що генерує викиди в атмосферне повітря.

У процесі діяльності деревообробного підприємства, було ідентифіковано кілька джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Зокрема, під час обробки деревини на столярних верстатах виділяється деревний пил. На фарбувальній дільниці, при нанесенні акрилових фарб на готову столярну продукцію, з фарбувальної камери виділяється акрилова кислота.

Для забезпечення теплом сушильних камер та опалення виробничих приміщень підприємство використовує газові конвектори, газові водогрійні котли, а також котли, що працюють на відходах деревини. Внаслідок їхньої роботи в атмосферне повітря потрапляють продукти згоряння: від газу - діоксид нітрогену (NO_2), оксид динітрогену (N_2O), оксид карбону (CO) та діоксид карбону (CO_2), від деревини - сажа (тверді частинки), діоксид нітрогену (NO_2), оксид динітрогену (N_2O), оксид карбону (CO) та діоксид карбону (CO_2).

Таблиця 3.1 - Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

Виробництво	N джерела викиду	N вент. установки	Джерело утворення		Етапи технологічного процесу	Завантаження техн.облад.	Параметри ПГПС			Забруднююча речовина	Фактичне значення концентрації мг/м³		Методика визначення показників
			Найменування	К-ть			Об'єм м³/с	Темп. С			макс.	мін.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	13	16
Дерево-обробне виробництво	01	01	Верстати дерево-обробні	8	Виготовлення столярних виробів	1,0	0,744	20,0		Пил деревини	37,4	36,7	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах
Дерево-обробне виробництво	02	02	Верстати дерево-обробні	4	Заготовка дощок і євробруса	1,0	0,607	20,0		Пил деревини	28,2	26,5	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах
Виробництво тепла	03	03	TERMO OC-55 котел	1	Виробництво тепла	1,0	0,024	36,0		Нітрогену діоксид	54,2	53,6	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Карбону оксид	41,7	41,1	Інструкція до газоаналізатора testo 33
Фарбувальне виробництво	04	04	камера фарбувальна	1	Фарбування столярних виробів	1,0	0,198	20,0		Кислота акрилова	8,6	8,1	Методика газохроматогр. Визначення концентрації акрилової кислоти в газових викидах
Виробництво тепла	05	05	ЕОЛО-50-Конвектор	1	Виробництво тепла	1,0	0,004	40,0		Нітрогену діоксид	65,0	62,0	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Карбону оксид	52,5	51,5	Інструкція до газоаналізатора testo 33

1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	13	16
Виробництво тепла	06	06	ЕОЛО-50-Конвектор	1	Виробництво тепла	1,0	0,004	40,0		Нітрогену діоксид	65,0	62,0	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Карбону оксид	52,5	51,5	Інструкція до газоаналізатора testo 33
Виробництво тепла	07	07	ЕОЛО-50-Конвектор	1	Виробництво тепла	1,0	0,004	40,0		Нітрогену діоксид	65,0	62,0	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Карбону оксид	52,5	51,5	Інструкція до газоаналізатора testo 33
Виробництво тепла	08	08	Універсал Котел	1	Виробництво тепла	1,0	0,029	60,0		Нітрогену діоксид	58,6	57,7	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Карбону оксид	44,8	43,9	Інструкція до газоаналізатора testo 33
Виробництво тепла	09	09	КЦО-1 (ЕК-300) Котел	1	Виробництво тепла	1,0	0,500	90,0		Нітрогену діоксид	38,6	34,3	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Сажа	252,4	241,0	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах
										Карбону оксид	33,0	26,7	Інструкція до газоаналізатора testo 33
Виробництво тепла	10	10	UNIWEX Котел	1	Виробництво тепла	1,0	0,980	90,0		Нітрогену діоксид	18,8	15,5	Інструкція до газоаналізатора testo 33
										Сажа	121,0	113,60	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах
										Карбону оксид	15,8	12,2	Інструкція до газоаналізатора testo 33

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

На ТзОВ «Динамо-Інвест» основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу є газоочисні установки «Циклон», які викидають очищену пилоповітряну суміш, що відсмоктується з робочої зони лісопильних і деревообробних верстатів, витяжний стенд SWS-2, що виводить з фарбувальної камери акрилову емульсію. Крім того, димоходи теплових котлів і конвекторів також є джерелами викидів, оскільки через них в атмосферу потрапляють продукти згоряння відходів деревини та природного газу. Газоочисні установки «Циклон» незважаючи на своє призначення, є точками викиду очищеної пилоповітряної суміші, яка відсмоктується безпосередньо з робочої зони лісопильних і деревообробних верстатів, і хоча пил фільтрується, невеликі залишкові концентрації можуть потрапляти в повітря. Витяжний стенд SWS-2 з фарбувальної камери викидає в атмосферу акрилову емульсію. Це свідчить про те, що, попри систему очищення, частина частинок фарби та летких органічних сполук все ж може виходити назовні.

Детальна характеристика кожного з цих джерел викидів забруднюючих речовин на ТзОВ «Динамо-Інвест» представлена в таблиці 3.2.

3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Динамо-Інвест»

Детальна характеристика викидів забруднюючих речовин від ключових виробничих процесів ТзОВ «Динамо-Інвест» представлена в таблиці 3.3. Проведені дослідження виявили, що основними викидами від цих виробництв є деревний пил в обсязі 0,42 тонни на рік та акрилова

фарба з показником 0,12 тонни на рік. Ці дані свідчать про значний внесок механічної обробки деревини та фарбувальних робіт у загальне забруднення атмосферного повітря.

Загалом, внаслідок усієї виробничої діяльності ТзОВ «Динамо-Інвест» в навколишнє середовище викидається 5 різних видів забруднюючих речовин. Повний перелік цих речовин, разом з їхніми обсягами, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами підприємства, детально наведений у таблиці 3.4. Це дозволяє отримати комплексну картину екологічного сліду діяльності ТзОВ «Динамо-Інвест» та оцінити його вплив на якість повітря.

Аналіз даних, представлених у таблиці 3.4, які були отримані за результатами інструментальних замірів викидів шкідливих речовин при номінальному навантаженні технологічного обладнання, підтверджує, що виробниче обладнання ТзОВ «Динамо-Інвест» перебуває в задовільному стані та експлуатується згідно з усіма технологічними вимогами. Загалом, величина викидів шкідливих речовин знаходиться в межах, дозволених чинними нормативними документами.

Для всебічної оцінки екологічної діяльності підприємства проведено ретельний аналіз відповідності фактичних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел ТзОВ «Динамо-Інвест» до чинних державних нормативів та встановлених для підприємства лімітів на викиди. Цей комплексний аналіз дозволяє порівняти заміряні та розрахункові обсяги викидів з ГДК та ГДВ, встановленими законодавством, виявити потенційні відхилення від екологічних стандартів, якщо такі існують, оцінити ефективність існуючих газоочисних установок та технологічних процесів з точки зору мінімізації забруднення, підтвердити або спростувати відповідність підприємства природоохоронному законодавству, що є критично для його подальшої діяльності.

Таблиця 3.2 -Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

N джерела	Найменування джерела	Висота джерела М	Діаметр джерела М	Координати джерела				Параметри ПГПС			Речовина		Вихідні дані для визначення величини викиду		Визначена потужність викидів г/с ----- т/рік
				точкового/ поч. лінійн./ центр симетр. площадного		кінця лінійн./ ширина і дов. площадного		Об'єм м³/с	Шви- дкість м/с	Тем-пе- ра-тура °C	Код	Найменування	Факт г/с	Розраху- нкові г/с ----- т/рік	
				X	Y	X	Y								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15/16	17/18
1	Циклон K20	8,0	0,45	61,5	85,5	0	0	0,744	4,678	20,0	10293	Пил деревини	0,028	0,0277 ----- 0,2026	0,0277 ----- 0,2030
2	Циклон K22	8,0	0,4	65,0	82,5	0	0	0,607	4,831	20,0	10293	Пил деревини	0,0178	0,0172 ----- 0,1258	0,0172 ----- 0,1260
3	Котел ТЕРМОС	7,0	0,15	5,0	103,5	0	0	0,024	1,358	36,0	301	Нітрогену діоксид	0,00138	0,0013 ----- 0,0205	0,0013 ----- 0,0210
											337	Карбону оксид	0,0018	0,0010 ----- 0,0158	0,0010 ----- 0,0160
4	Дільниця фарбу- вання	6,0	0,6	62,0	149,0	0	0	0,198	0,7	20,0	1512	Кислота акрилова	0,00178	0,0017 ----- 0,0125	0,0017 ----- 0,0124
5	Конвек-тор ЕОЛО-50	4,0	0,2	15,5	53,0	0	0	0,004	0,13	40,0	301	Нітрогену діоксид	0,0003	0,0003 ----- 0,0082	0,0003 ----- 0,0082
											337	Карбону оксид	0,0002	0,0002 ----- 0,0066	0,0002 ----- 0,0066

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16/17	18/19	20/21
6	Конвек-тор ЕОЛО-50	4,0	0,2	20,0	55,0	0	0	0,004	0,13	40,0	301	Нітрогену діоксид	0,0003	0,000260 ----- 0,008199		0,00026 ----- 0,0082
											337	Карбону оксид	0,0002	0,000210 ----- 0,006623		0,00021 ----- 0,0066
7	Конвек-тор ЕОЛО-50	4,0	0,2	24,5	39,0	0	0	0,004	0,13	40,0	301	Нітрогену діоксид	0,0003	0,000260 ----- 0,008199		0,00026 ----- 0,0082
											337	Карбону оксид	0,0002	0,000210 ----- 0,006623		0,00021 ----- 0,0066
8	Котел Універсал	5,0	0,15	1,0	47,5	0	0	0,029	1,641	60,0	301	Нітрогену діоксид	0,0017	0,001700 ----- 0,026806		0,0017 ----- 0,0268 0
											337	Карбону оксид	0,0013	0,001300 ----- 0,020498		0,0013 ----- 0,0205
9	Котел КЦО	30,0	0,4	86,5	43,5	0	0	0,500	3,979	90,0	301	Нітрогену діоксид	0,0193	0,019300		0,0193
														-0,608645		----- 0,6100
											328	Сажа	0,1262	0,126200 ----- 3,979843		0,1262 ----- 3,9800
											337	Карбону оксид	0,0165	0,016500 ----- 0,520344		0,0165 ----- 0,520
10	Котел UNIWEX	30,0	0,6	74,0	49,0	0	0	0,980	3,466	90,0	301	Нітрогену діоксид	0,0184	0,018400 ----- 0,580262		0,0184 ----- 0,5800 0
											328	Сажа	0,1186	0,118600 ----- 3,740170		0,1186 ----- 3,7400

Таблиця 3.3 - Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв

Виробництво	Продукція, що випускається			Характеристика сировини, матеріалу		Викиди забруднюючих речовин		Питомий викид на одиницю продукції
	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Найменування, одиниця виміру	Кількість	Код/ Найменування	Фактичний викид	
1	2	3	4	5	6	7	8	12
Виробництво дерево-обробне	Столярні вироби	шт.	1500,0	Деревина,м ³	1500	10293/ Пил деревини	0,42 т/рік	0,00028
Виробництво фарбувальне	Столярні вироби	шт.	1500,0	Фарба акрилова, кг	1000	1512/ Кислота акрилова	0,12 т/рік	0,000078

**Таблиця 3.4 - Види та обсяги забруднюючих речовин від
стаціонарних джерел**

№ з/п	Забруднююча речовина	Фактичний обсяг викидів (т/рік)	Потенційний обсяг викидів (т/рік)	Порогові значення потенційних викидів (т/рік)
	код/ найменування			
1	2	3	4	5
1	6000 / 337 Карбону оксид	15,7	15,7	1,5
	3000 Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	0,58	0,58	3
2	3000 / 10293 Пил деревини	0,58	0,58	3
	4000 Сполуки нітрогену, в т.ч.:	1,4	1,4	
3	4001 / 301 Нітрогену діоксид	1,4	1,4	1
	11000 Неметанові леткі органічні сполуки, в т.ч.:	0,12	0,12	1,5
4	11023 / 1512 Кислота акрилова	0,12	0,12	0,5
Усього для підприємства		17,80	17,80	
<i>Небезпечні забруднюючі речовини</i>				
	11000 Неметанові леткі органічні сполуки, в т.ч.:	0,12	0,12	1,5
1	11023 / 1512 Кислота акрилова	0,12	0,12	0,5
Усього		0,12	0,12	

Такий аналіз є невід'ємною частиною екологічного моніторингу та дозволяє забезпечити прозорість щодо впливу виробничої діяльності на довкілля. Аналіз відповідності фактичних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами підприємства до чинних та встановлених нормативів на викиди детально представлений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5- Порівняльна характеристика фактичних викидів забруднюючих речовин з встановленими нормативами на викиди

Номер джерела викиду	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Фактичний викид		Норматив ГДВ	
			масова концентрація в газопиловому потоці, мг/м ³	величина масового потоку в газах, що відходять, кг/год	масова концентрація в газопиловому потоці, мг/м ³	величина масового потоку в газах, що відходять, кг/год
1	2	3	4	5	6	7
1 - Деревообробне виробництво						
1	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	60	0,161	150	< 0,5
	3000	Пил деревини	60	0,161		-
2	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	58	0,127	150	< 0,5
	3000	Пил деревини	58	0,127		-
2 - Фарбувальне виробництво						
4	11000	Неметанові леткі органічні сполуки, в т.ч.:	20	0,058		
	11023	Кислота акрилова	20	0,0576	20	< 0,1
3 - Теплове виробництво						
3	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	240	0,0036		
	4001	Нітрогену діоксид	240	0,0036	500	> 5
5	6000	Карбону оксид	720	0,0108	250	> 5
	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	240	0,0036		
	4001	Нітрогену діоксид	240	0,0036	500	> 5
6	6000	Карбону оксид	720	0,0108	250	> 5
	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	240	0,0036		
	4001	Нітрогену діоксид	240	0,0036	500	> 5
7	6000	Карбону оксид	720	0,0108	250	> 5
	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	240	0,0036		
	4001	Нітрогену діоксид	240	0,0036	500	> 5
8	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	240	0,0036		
	4001	Нітрогену діоксид	240	0,0036	500	> 5
9	6000	Карбону оксид	326	0,5868	250	> 5
	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	28	0,0504		
	4001	Нітрогену діоксид	28	0,0504	500	> 5
10	6000	Карбону оксид	319	1,17	250	> 5
	4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	28	0,0972		
	4001	Нітрогену діоксид	28	0,0972	500	> 5

3.4 Розрахунки викидів забруднюючих речовин від окремих виробництв ТзОВ «Динамо-Інвест»

Проводили розрахунки викидів забруднюючих речовин від деревообробного, фарбувального та теплового виробництв.

Деревообробне виробництво

На ТзОВ «Динамо-Інвест» деревообробне виробництво є основним джерелом забруднення атмосферного повітря деревним пилом. Цей пил утворюється в цеху заготівлі бруса на верстатах СКТП-5052, ЦДК-5, Ц-6 та ЦМЭ-2, а також у столярному цеху під час роботи з чотирьохстороннім фрезерним Weining MF9025, фрезерним ФСШ-1А, шипорізним FC-10, фугувальними СФ4-1 і СФ4-1К, рейсмусними СР4-1 і СР6-2К, шліфувально-стрічковим ЛШС 2500, калібрувально-шліфувальним CINDY 400 та круглопильним Ц-6. Для мінімізації викидів, усі ці верстати підключені до стружкопилососів, які відводять пилоповітряну суміш до газоочисних установок. Це Циклон К20 (Джерело №1), що має ефективність очищення 93%, та Циклон К22 (Джерело №2) з ефективністю 92%.

Виробниче обладнання функціонує в середньому 8 годин за зміну, що становить 2032 години на рік (при 254 робочих днях на рік).

Концентрацію деревного пилу у викидах підприємства визначали згідно з офіційно затвердженою "Методикою визначення концентрації пилу в технологічних газах". Цей підхід забезпечує стандартизований та точний метод для кількісної оцінки рівня запиленості атмосферних викидів.

Виміряні значення концентрацій пилу деревини $C_{п.д.}$ на виході Циклонів становлять:

для джерела забруднення №01 - $C_{п.д.} = 37,4 \text{ мг/м}^3$,

для джерела забруднення №02 - $C_{п.д.} = 28,2 \text{ мг/м}^3$.

На основі цих даних були розраховані миттєві викиди ($E_{\text{п.д. (сек)}}$) деревного пилу::

для джерела № 01 при $V=0,74 \text{ м}^3/\text{с}$

$$E_{\text{п.д. (сек)}} = 37,4 \cdot 0,74 / 1000 = 0,0277 \text{ г/с}$$

для джерела № 02 при $V=0,61 \text{ м}^3/\text{с}$

$$E_{\text{п.д. (сек)}} = 28,2 \cdot 0,61 / 1000 = 0,0172 \text{ г/с}$$

Також були розраховані валові викиди $E_{\text{п.д. (рік)}}$ пилу від цих джерел:

$$\text{для Джерела №01 } E_{\text{п.д. (рік)}} = 0,0277 \cdot 2032 \cdot 1 \cdot 3600 / 10^6 = 0,203 \text{ т/рік}$$

$$\text{для Джерела № 02 } E_{\text{п.д. (рік)}} = 0,0172 \cdot 2032 \cdot 1 \cdot 3600 / 10^6 = 0,126 \text{ т/рік}$$

Фарбувальне виробництво

Під час нанесення акрилових фарб на столярні вироби в атмосферу виділяється акрилова кислота. Основним джерелом цього викиду є фарбувальна дільниця (Джерело №4). Фарбування здійснюється пульверизаційним методом у спеціальній камері, яка обладнана сухим витяжним стендом SWS-2. Цей стенд, призначений для очищення повітря в лакофарбувальних цехах, працює за принципом протягування забрудненого повітря через систему перфорованих паперових фільтрів, що забезпечує інертне розділення частинок повітря та фарби. Ефективність очистки стенду становить 83%. Обладнання функціонує в середньому 8 годин на зміну, або 2032 години на рік, при загальній кількості 254 робочих дні на рік.

Для визначення концентрації акрилової кислоти у викидах ТЗОВ «Динамо-Інвест», на витяжному стенді фарбувальної дільниці (Джерело №4) було застосовано Методику газохроматографічного визначення концентрації акрилової та метаакрилової кислот у газових викидах хімічної промисловості. За результатами вимірювань, концентрація акрилової кислоти ($C_{\text{акр}}$) на виході витяжного стенду становить $8,6 \text{ мг/м}^3$.

На основі цих даних були розраховані миттєві викиди $E_{\text{акр.}(сек)}$ акрилової кислоти для джерела № 04 при $V = 0.198 \text{ м}^3/\text{с}$

$$E_{\text{акр.}(сек)} = 8,6 \cdot 0,198 / 1000 = 0,0017 \text{ г/с.}$$

Також були розраховані валові викиди $E_{\text{акр.}(рік)}$ для джерела № 04:

$$E_{\text{акр.}(рік)} = 0,0017 \cdot 2032 \cdot 1 \cdot 3600 / 10^6 = 0,0124 \text{ т/рік.}$$

Теплове виробництво

Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу, що утворюються під час спалювання палива, проводився відповідно до офіційної Методики визначення «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок» (ГДК 34.02.305-2002), Київ 2002. Ця методика забезпечує стандартизований підхід до оцінки обсягів забруднень від енергетичних установок.

Для виконання необхідних розрахунків ми використовували показники енергетичних установок ТзОВ «Динамо-Інвест», які детально представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Характеристики енергетичних установок ТзОВ «Динамо-Інвест»

Тип установки	№ джерела	Паливо	Нижча робоча температура згоряння палива, МДж/кг або МДж/м ³	Витрата палива за проміжок часу, т/рік або м ³ /рік	Проміжок часу
1	2	3	4	5	6
Котел TERMOOC	03	Природний газ	15,9МДж/м ³	9·10 ³ м ³ /рік	4380год/рік
Конвектор ЕОЛО-50	05, 06, 07	Природний газ	15,9МДж/м ³	4·10 ³ м ³ /рік	8760год/рік
Котел Універсал	08	Природний газ	15,9МДж/м ³	14·10 ³ м ³ /рік	4380год/рік
Котел КЦО-1	9	Деревина	10,24МДж/кг	438 т/рік	8760год/рік
Котел UNIWEX	10	Деревина	10,24МДж/кг	418 т/рік	8760год/рік

Сажа(тверді частинки)

На підприємстві джерелами викидів сажі в атмосферне повітря є котли, які працюють на відходах деревообробного виробництва. Це, зокрема, котел КЦО-1 (Джерело №9) та котел UNIWEX (Джерело №10).

Показник емісії суспендованих твердих частинок для цих джерел був розрахований за відповідною формулою і становить

$$k_{\text{ТВ}} = 10^6 / 10,24 \cdot 0,15 \cdot 6,0 / (100 - 1,5) \cdot (1 - 0) + 0 = 892,3 \text{ г/ГДж}$$

Розрахунок показника емісії суспендованих твердих частинок (зокрема, сажі) здійснювався з урахуванням таких параметрів:

- Масовий вміст золи в паливі (на робочу масу): 6%.
- Частка золи, що виходить з котла у вигляді леткої золи: 0,15.
- Масовий вміст горючих речовин у викидах твердих частинок: 1,5%.
- Показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і часток сорбенту: 0 г/ГДж.

Розраховані валові викиди сажі:

$$\text{для джерела № 09: } E_{\text{ТВ(рік)}} = 10^{-6} \cdot 892,3 \cdot 438 \cdot 10,24 = 4,002 \text{ т/рік}$$

$$\text{для джерела №10: } E_{\text{ТВ(рік)}} = 10^{-6} \cdot 892,3 \cdot 418 \cdot 10,24 = 3,819 \text{ т/рік}$$

Розраховані миттєві викидисажі:

$$\text{для джерела № 09: } E_{\text{ТВ(сек)}} = 4,002 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,126 \text{ г/с}$$

$$\text{для джерела № 09: } E_{\text{ТВ(сек)}} = 3,819 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,121 \text{ г/с}$$

Оксиди нітрогену NOx:

Показник емісії оксидів нітрогену k_{NOx} розрахований згідно з "Методикою визначення викидів забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок" та становить:

$$k_{\text{NOx}} = 230 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,2) \cdot (1 - 0) = 147 \text{ г/ГДж};$$

Розраховані валові викиди оксидів нітрогену:

$$\text{для джерела № 03} \quad E_{\text{NOx(рік)}} = 10^{-6} \cdot 147 \cdot 9 \cdot 15,9 = 0,0210 \text{ т/рік}$$

$$\text{для джерел № 05,06,07:} \quad E_{\text{NOx(рік)}} = 10^{-6} \cdot 147 \cdot 4 \cdot 15,9 = 0,0094 \text{ т/рік}$$

для джерела № 08 $E_{\text{NOx(рік)}} = 10^{-6} \cdot 147 \cdot 14 \cdot 15,9 = 0,0327 \text{ т/рік}$
 для джерела № 09 $E_{\text{NOx(рік)}} = 10^{-6} \cdot 147 \cdot 438 \cdot 10,24 = 0,659 \text{ т/рік}$
 для джерела № 10 $E_{\text{NOx(рік)}} = 10^{-6} \cdot 147 \cdot 418 \cdot 10,24 = 0,629 \text{ т/рік}$

Розраховані миттєві викиди оксидів нітрогену :

для Джерела № 3 $E_{\text{NOx(сек)}} = 0,0210 \cdot 10^6 / (4380 \cdot 3600) = 0,0013 \text{ г/с}$
 для Джерел № 5-7 $E_{\text{NOx(сек)}} = 0,0094 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,0003 \text{ г/с}$
 для джерела № 8 $E_{\text{NOx(рік)}} = 0,0327 \cdot 10^6 / (438093600) = 0,0021 \text{ г/с}$
 для Джерела № 9 $E_{\text{NOx(рік)}} = 0,659 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,0209 \text{ г/с}$
 для Джерела №10 $E_{\text{NOx(рік)}} = 0,629 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,0200 \text{ г/с}$

Оксиди карбону CO:

Відповідно до методичних матеріалів показник емісії оксиду карбону $k_{\text{CO}} = 121 \text{ г/ГДж}$;

Розраховані валові викиди оксиду карбону :

для джерела № 03 $E_{\text{CO(рік)}} = 10^{-6} \cdot 121 \cdot 9 \cdot 15,9 = 0,0173 \text{ т/рік}$
 для джерел № 05,06,07 $E_{\text{CO(рік)}} = 10^{-6} \cdot 121 \cdot 4 \cdot 15,9 = 0,0077 \text{ т/рік}$
 для джерела № 08 $E_{\text{CO(рік)}} = 10^{-6} \cdot 121 \cdot 14 \cdot 15,9 = 0,0269 \text{ т/рік}$
 для джерела № 09 $E_{\text{CO(рік)}} = 10^{-6} \cdot 121 \cdot 438 \cdot 10,24 = 0,543 \text{ т/рік}$
 для джерела № 10 $E_{\text{CO(рік)}} = 10^{-6} \cdot 121 \cdot 418 \cdot 10,24 = 0,518 \text{ т/рік}$

Розраховані миттєві викиди оксиду карбону:

для джерела № 03: $E_{\text{CO(сек)}} = 0,0173 \cdot 10^6 / (4380 \cdot 3600) = 0,0011 \text{ г/с}$
 для джерел № 05,06,07: $E_{\text{CO(сек)}} = 0,0077 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,00024 \text{ г/с}$
 для джерела № 08 $E_{\text{CO(рік)}} = 0,0269 \cdot 10^6 / (438093600) = 0,0017 \text{ г/с}$
 для джерела № 09: $E_{\text{CO(рік)}} = 0,543 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,0172 \text{ г/с}$
 для джерела №10: $E_{\text{CO(рік)}} = 0,518 \cdot 10^6 / (8760 \cdot 3600) = 0,0164 \text{ г/с}$

На ТзОВ «Динамо-Інвест» не проводилися розрахунки валових викидів для оксиду дінітрогену ($\text{N}_2 \text{O}$) та діоксиду карбону (CO_2). Це пов'язано з тим, що згідно з чинними екологічними нормативами, ці речовини не підлягають нормуванню в атмосферному повітрі. Тобто, для них не встановлені гранично допустимі концентрації чи ліміти викидів, що

є обов'язковими для контролю та обліку. Це рішення базується на законодавчих та методичних документах, які регулюють моніторинг забруднюючих речовин в Україні.

Результати всіх розрахунків викидів забруднюючих речовин акумульовані та представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7- Результати розрахунків викидів забруднюючих речовин ТЗОВ «Динамо-Інвест»

Показник	Назва забруднюючої речовини				
	Пил деревини	Акрилова кислота	Сажа	Діоксид нітрогену	Оксид карбону
1	2	3	4	5	6
Миттєві викиди, г/с	0,0449	0,0017	0,247	0,0466	0,0366
Валові викиди, т/рік	0,329	0,0124	7,821	1,3511	1,1129

Повний перелік забруднюючих речовин, що викидаються ТЗОВ «Динамо-Інвест», представлено в таблиці 3.8. Детальна характеристика викидів цих речовин від окремих типів обладнання та споруд підприємства, що надходять в атмосферу, наведена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.8- Забруднюючі речовини від ТЗОВ «Динамо-Інвест»

№п/п	Назва речовини	ГДКм.р.,ОБРВ, мг/м ³	Клас небезпеки викиду	Потужність, т/рік
1	2	3	4	5
1	Пил деревини	0,1	-	0,33
2	Тверді частинки (сажа)	0,15	3	7,8
3	Акрилова кислота	0,1	3	0,0124
4	Діоксид нітрогену	0,085	2	1,35
5	Оксид карбону	5,00	4	1,11
6	Оксид динітрогену	-	-	-
7	Діоксид карбону	-	-	-
	ВСЬОГО			10,63

Примітка: Оксид динітрогену та діоксид карбону в атмосферному повітрі не нормуються, тому подаються для загальної оцінки їх присутності в викидах.

Таблиця 3.9 - Характеристика викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що відводяться від окремих типів обладнання і споруд ТзОВ «Динамо-Інвест» та надходять до джерела викиду в атмосферне повітря

Номер джерела викиду	Джерела утворення		Місце відбору проб	Діаметр газоходу, м	Параметри газопилового потоку в газоході			Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Максимальна масова концентрація забруднюючої речовини, мг/м ³	Потужність викиду	
	найменування	номер			витрата на вході в ГОУ, м ³ /с	Швидкість, м/с	температура, 0 С				г/сек	кг/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Деревообробні верстати	1	Димохід	0,45	0,744	4,678	20	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	37,40000000	0,0277000	0,09972000
								3000 10293	Пил деревини	37,40000000	0,0277000	0,09972000
2	Деревообробні верстати	2	Димохід	0,4	0,607	4,8304	20	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	28,20000000	0,0172000	0,06192000
								3000 10293	Пил деревини	28,20000000	0,0172000	0,06192000
3	Котел TERMO OC-55	3	Димохід	0,2	0,024	0,0318	36	6000 337	Карбону оксид	41,70000000	0,0010000	0,00360000
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	54,20000000	0,0013000	0,00468000
								4001 301	Нітрогену діоксид	54,20000000	0,0013000	0,00468000
4	Фарбувальна камера	4	Димохід	0,5	0,198	5,9588	20	11000	Неметанові леткі органічні сполуки, в т.ч.:	8,60000000	0,0017000	0,00612000
								11023 1512	Кислота акрилова	8,60000000	0,0017000	0,00612000
5	Конвектор ЕОЛО-50	5	Димохід	0,2	0,004	0,1273	40	6000 337	Карбону оксид	52,50000000	0,0002100	0,00075600
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	65,00000000	0,0002600	0,00093600
								4001 301	Нітрогену діоксид	65,00000000	0,0002600	0,00093600

Продовження табл.3.9												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	Конвектор ЕОЛО-50	6	Димохід	0,2	0,004	0,1273	40	6000 337	Карбону оксид	52,50000000	0,0002100	0,00075600
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	65,00000000	0,0002600	0,00093600
								4001 301	Нітрогену діоксид	65,00000000	0,0002600	0,00093600
7	Конвектор ЕОЛО-50	7	Димохід	0,2	0,004	0,1273	40	6000 337	Карбону оксид	52,50000000	0,0002100	0,00075600
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	65,00000000	0,0002600	0,00093600
								4001 301	Нітрогену діоксид	65,00000000	0,0002600	0,00093600
8	Котел Універсал	8	Димохід	0,15	0,029	0,1698	60	6000 337	Карбону оксид	44,80000000	0,0013000	0,00468000
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	58,60000000	0,0017000	0,00612000
								4001 301	Нітрогену діоксид	58,60000000	0,0017000	0,00612000
9	Котел КЦО-1 (ЕК-300)	9	Димохід	0,4	0,5	3,9789	90	6000 337	Карбону оксид	33,00000000	0,0165000	0,05940000
								3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	252,40000000	0,1262000	0,45432000
								3004 328	Сажа	252,40000000	0,1262000	0,45432000
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	38,60000000	0,0193000	0,06948000
								4001 301	Нітрогену діоксид	38,60000000	0,0193000	0,06948000
10	Котел UNIWEX	10	Димохід	0,6	0,98	3,466	90	6000 337	Карбону оксид	15,80000000	0,0155000	0,05580000
								3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	121,00000000	0,1186000	0,42696000
								3004 328	Сажа	121,00000000	0,1186000	0,42696000
								4000	Сполуки нітрогену, в т.ч.:	18,80000000	0,0184000	0,06624000
								4001 301	Нітрогену діоксид	18,80000000	0,0184000 0	0,06624000

3.5 Характеристика газоочисного обладнання ТзОВ «Динамо-Інвест»

На підприємстві ТзОВ «Динамо-Інвест» для контролю за викидами використовуються кілька пилогазовловлюючих установок. До них належать Циклон К20 і Циклон К22, обидва введені в експлуатацію у 1999 році, а також сухий витяжний стенд SWS-2, запущений у роботу у 2001 році. Детальна характеристика цього газовловлюючого обладнання представлена в таблиці 3.10.

Зокрема, установка Циклон К20 змонтована в столярному цеху. Вона працює в комплекті з вентилятором ЦП 7-40-N6 та електродвигуном АО2-72-4 потужністю 28 кВт. Ця система відповідає за очистку пилоповітряної суміші, що надходить з робочої зони восьми деревообробних верстатів.

У свою чергу, установка Циклон К22 розташована в лісопильному цеху. Вона комплектується вентилятором ЦП 7-40-N8 та електродвигуном АО2-81-4 потужністю 45 кВт, забезпечуючи очистку пилоповітряної суміші від чотирьох лісопильних верстатів.

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи цих пилогазоуловлюючих установок критично важливими є кілька умов: забезпечення герметичності всіх з'єднань, безперебійний випуск відокремленого від повітря пилу та загальна справність самого пилогазоуловлювача. Щоб уникнути підсосів повітря, які можуть знижувати коефіцієнт корисної дії циклонів, усі фланцеві з'єднання повинні бути ретельно герметизовані. Також, герметизуючі випускні пристрої, такі як шлюзові затвори та клапани, потребують періодичної перевірки на герметичність за допомогою мікроманометра. Крім того, повітропровід, що під'єднаний до циклону, має мати пряму горизонтальну ділянку довжиною не менше п'яти діаметрів повітропроводу безпосередньо перед входом у циклон, що забезпечує оптимальний потік повітря та ефективність очищення.

Таблиця 3.10 - Параметри газоочисних установок ТзОВ «Динамо-Інвест»

N джерела викиду	ГОУ	Параметри ПГПС на вході в ГОУ		Параметри ПГПС на виході з ГОУ		Забруднюючі речовини	N ступеня очищення	Концентрація речовини на вході в ГОУ мг/м ³	Ефективність очищення, %	Концентрація речовини на виході з ГОУ мг/м ³
	Клас + Код Найменування	Об'єм, м ³ /с	Температура, °C	Об'єм, м ³ /с	Температура, °C	Код Найменування				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	13113 B05 Циклон" Клайпеда" K20	0,744	20,0	0,744	20	10293 Пил деревини	1	534,3	93	37,4
02	13113 B06 Циклон" Клайпеда"K22	0,607	20,0	0,607	20	10293 Пил деревини	1	352,5	92	28,2
04	14211 K03 ФВГ-Т-1,6	1,170	20,0	1,170	20	1512 Кислота акрилова	1	50,6	83	8,6

Ефективність роботи циклонних та фільтрувальних систем є ключовою для зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу на деревообробних підприємствах. Підвищений опір циклону може бути викликаний надмірним розходом повітря, низьким положенням протидощового зонту на вихлопній трубі або нагромадженням пилу в циклоні. Висока запиленість повітря на виході з циклону може бути спричинена значним (більше 10%) відхиленням вхідної швидкості повітря від рекомендованої, потраплянням в аспіраційну систему значної кількості тонкодисперсних фракцій продукту, недостатньою герметичністю циклонів (особливо в місцях з'єднання з порохозбірним бункером, шнеками і шлюзовими затворами), а також нерівностями внутрішньої поверхні циклонів – стінки повинні бути абсолютно гладкими. Для запобігання циклону від корозії його зовнішню поверхню фарбують.

Пил з циклонів і фільтрів повинен відводитись постійно, а продувочні механізми (клапани, труби Вентурі) мають утримуватись у справності. Для своєчасної заміни, очистки і ремонту фільтрувальних рукавів необхідно мати їх запас (10% від працюючих рукавів). Підвищена запиленість повітря, що виходить з фільтру, може бути викликана розривами рукавів по шву, відривом рукавів від нижніх фланців або низькою якістю фільтруючої тканини (надто рідка або з нерівномірною пористістю). Опір фільтрів може змінюватись залежно від виду фільтрувальної тканини, типу перероблюваного продукту (тонкодисперсного, мучнистого або зернового), зміни кількості повітря, що подається на фільтр, а також підвищеного процесу конденсації вологи в зимовий час, що призводить до закупорки фільтрувальної тканини. Для спостереження за опором фільтрів встановлюють U-подібні водяні манометри або індикатори тиску СІП-3.

Для зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу рекомендується заміна ординарних циклонів типу ЦОЛ на батарейні

циклони типів 4БЦШ і УЦ. У всіх випадках, де відсутня конденсація вологи з пилом, рекомендується заміна циклонів на фільтри з імпульсною продувкою РЦІ.

Сухий витяжний стенд SWS-2 в комплекті з вентилятором SV-600Ex і електродвигуном потужністю 1,1 кВт здійснює очистку повітря з робочої зони фарбувальної камери. Сифонна конструкція паперового фільтра змушує потік забрудненого повітря декілька разів змінювати свій напрям, при цьому більш важкі частинки фарби прилипають до фільтра, а очищене повітря рухається далі. Границя насичення фільтра – це близько 15 кг фарби, затриманої на 1 м² його робочої поверхні. При експлуатації стенду необхідно щоденно перевіряти стан фільтрів, а у випадку необхідності — поставити нові (орієнтовний час між замінами складає 4-5 тижнів при роботі в одну зміну). Якщо на внутрішній поверхні витяжної системи товщина фарби досягне 1 мм, необхідно демонтувати забруднені елементи витяжки і почистити їх.

3.6 Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин

ТзОВ «Динамо-Інвест» на стан атмосфери

Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин від ТзОВ «Динамо-Інвест» на атмосферне повітря здійснювалася шляхом розрахунку їхнього розсіювання у приземному шарі. Цей розрахунок проводився за допомогою програми «ЕОЛ-ПЛЮС» версія 5.23. Детальні відомості про район розташування підприємства та умови навколишнього середовища, які були використані для моделювання, представлені в таблицях 3.11 та 3.12.

Таблиця 3.11 – Геодезична характеристика району розташування підприємства

Геодезичні координати					
Широта			Довгота		
градуси (о)	хвилини (')	секунди (")	градуси (о)	хвилини (')	секунди (")
Об'єкт					
49	45	27	24	2	32

Таблиця 3.12 - Метеорологічні шодо умов розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, Т, 0 С	22,7
Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця (для котельних, які працюють за опалювальним графіком), Т, 0 С	-4,6
Середньорічна роза вітрів, %	
П	7,4
ПС	5,7
С	9,5
ПдС	20,9
Пд	8,9
ПдЗ	11,7
З	23,3
ПЗ	12,6
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, U [*] , м/с	13

Для оцінки впливу викидів ТзОВ «Динамо-Інвест» на якість атмосферного повітря було проведено розрахунок розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери. Цей розрахунок, що є стандартною практикою в екологічних дослідженнях, дозволяє змодельовати, як забруднюючі речовини, викинуті підприємством, поширюються в навколишньому середовищі.

Розрахунок здійснювався з використанням уніфікованої програми розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ-ПЛЮС» (версія 5.23). Ця програма є спеціалізованим інструментом, призначеним для моделювання розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери та широко використовується для оцінки забруднення повітря. Методологічною основою для розрахунку слугувала «Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, що містяться у викидах підприємств (ОНД-86)». Ця методика, затверджена на державному рівні, встановлює єдині підходи до розрахунку розсіювання викидів та забезпечує порівнянність результатів. Розрахунок виконано для площадки розміром 2000х2000 метрів з кроком сітки 50х50 метрів у заводській системі координат. Такий розмір площадки та крок розрахункової сітки дозволяють детально змодельовати розподіл забруднюючих речовин навколо підприємства. Важливим аспектом розрахунку було врахування фонових концентрацій забруднюючих речовин, тобто вже наявного рівня забруднення в районі розташування ТзОВ «Динамо-Інвест», що забезпечує більш реалістичну оцінку впливу саме викидів підприємства. Відомості фонові забруднення наведені в таблиці 3.13 Завершальні результати розрахунків наведено в таблиці 3.14.

Відомості щодо стану забруднення атмосфери в зоні впливу підприємства наведені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - **Фоновий стан забруднення атмосферного повітря в зоні впливу підприємства**

№ з/п	Забруднююча речовина		Нормативи якості атмосферного повітря (мг/м ³)	Гігієнічні нормативи		Фонова концентрація (мг/м ³)	Середньо-річні концент-рації (мг/м ³)	Максимальна з разових концентрація (мг/м ³)
	код	найменування		ГДК (мг/м ³)	ОБРД (мг/м ³)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4001 301	Нітрогену діоксид	0,085	0,085		0,06	0,040	0,12
2	6000 337	Карбону оксид	5,00	5,000		4,54	3,00	8,00
3	11023 1512	Кислота акрилова		0,100				
4	3000 10293	Пил деревини			0,100			

Таблиця 3.14 - Розрахункові, фонові та очікувані концентрації забруднюючих речовин на межі СЗЗ ТзОВ «Динамо-Інвест»

№п/п	Назва забруднюючої речовини	Розрахункова концентрація C_p , мг/м ³	Фонтова концентрація C_f , мг/м ³	Очікувана концентрація $(C_p - C_f)$, мг/м ³
1	2	3	4	5
1	Пил деревини	0,087	-	0,087
2	Тверді частинки (сажа)	0,03	-	0,03
3	Акрилова кислота	0,013	-	0,013
4	Діоксид нітрогену	0,076	0,06	0,016
5	Оксид карбону	4,55	4,54	0,01 -
6	Оксид дінітрогену	-	-	-
7	Діоксид карбону	-	-	-

Примітка. Оксид дінітрогену та діоксид карбону в атмосферному повітрі не нормуються, тому розрахунок концентрацій цих речовин не проводився.

Результати розрахунків приземних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі свідчать, що перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) не виявлено. Очікувані концентрації, представлені в таблиці, становлять діоксиду нітрогену: 0,016 мг/м³, (що відповідає 0,19 ГДК), оксиду карбону 0,01 мг/м³, що становить 0,002 ГДК, акрилової кислота 0,014 мг/м³, (або 0,14 ГДК), тверді частинки (сажа) 0,03 мг/м³, що складає 0,2 ГДК, пилу деревини 0,087 мг/м³, або 0,87 ГДК. Ці дані підтверджують, що рівень забруднення атмосферного повітря від діяльності підприємства залишається в межах встановлених екологічних норм.

3.7 Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць в межах впливу підприємства

Для проведення оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць використовуються гігієнічні нормативи допустимого вмісту в ньому певних забруднюючих речовин та чи допустимого впливу фізичних факторів.

Для проведення оцінки забруднення атмосферного повітря використовуються низка показників, в тому числі значення концентрацій забруднюючих речовин, одержаних при розрахунках очікуваного забруднення атмосферного повітря за діючою методикою (ОНД-86).

При здійсненні оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць та встановлення рівня допустимості та безпечності для здоров'я людей, приймається рівень, при якому концентрації як окремих забруднюючих речовин, так і "груп сумації" за коефіцієнтами комбінованої дії не перевищують ГДК, ОБРД, ГДЗ - гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі - гранично допустимі концентрації (ГДК), орієнтовні безпечні рівні діяння (ОБРД), коефіцієнти комбінованої дії (К.к.д.) сумісно присутніх речовин та встановлені на їх основі показники гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Крім того, розрахований сумарний показник забруднення атмосфери у відповідності до ДСП 201-97, який є обов'язковим при обґрунтуванні рекомендацій щодо зменшення нормативної СЗЗ для об'єктів проектування.

Щодо коефіцієнту комбінованої дії, то цей показник відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що можуть викликати як сумацію, посилення, так і послаблення або незалежну дію. Саме значення цього показника встановлюється експериментальним або розрахунковим

шляхом, а відображається в долях від індивідуальних ГДК забруднюючих речовин.

Проводили розрахунок низки показників, зокрема показника гранично допустимого забруднення (ГДЗ).

ГДЗ атмосферного повітря – це відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісного діяння всієї сукупності присутніх в ньому шкідливих домішок.

Здійснювали оцінку фактичного або прогнозного (розрахункованого) рівня забруднення атмосферного повітря. Порівняння проводили на основі співставлення показника забруднення (ПЗ) однією речовиною або сумарного показника забруднення ($\sum$ ПЗ) сумішшю речовин до показника гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ.

Проводили розрахунок показника прогнозованого забруднення атмосферного повітря ($\sum$ ПЗ) за відповідною формулою.

Показники, що використовували для розрахунків наведені в таблиці 3.14. Результати розрахунків становлять

$$\sum \text{ПЗ} = [0,03/(0,15 \cdot 1,0) + 0,014/(0,1 \cdot 1,0) + 0,076/(0,085 \cdot 0,9) + 4,55/(5,0 \cdot 1,1)] \cdot 100\% = 216,07\%$$

$$\text{ГДЗ} = \sqrt{7} \cdot 100\% = 264,58\%$$

Оцінка забруднення атмосферного повітря в зоні впливу ТзОВ «Динамо-Інвест» здійснювали ураховуючи кратність перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включаючи визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступінь його небезпечності згідно таблиці.

Для ТзОВ «Динамо-Інвест» кратність перевищення ГДЗ становить:

$$\sum \text{ПЗ} / \text{ГДЗ} = 216,07 / 264,58 = 0,82;$$

Кратність перевищення ГДЗ показника сумарного забруднення (Σ ПЗ) для ТзОВ Динамо-Інвест є менше одиниці і складає 0,82.

Виходячи з вищенаведеного, можна констатувати, що прогнозний розрахунковий рівень забруднення атмосферного повітря за ДСП 201-97 для ТзОВ «Динамо-Інвест» є допустимий і безпечний.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

В сучасних умовах реорганізація виробництва та впровадження нових технологій вимагають особливої уваги до покращення умов праці та дотримання техніки безпеки.

Різнобічна робота по попередженню виробничого травматизму, створенні безпечних умов праці спирається на різнобічну та широку програму технічного вдосконалення виробництва, на освоєння передового досвіду у сфері охорони праці. Сьогодні ця програма має не тільки економічне, але і соціальне, політичне і виховне значення.

Системний підхід, поширення передового досвіду, висока вимогливість і виконавча дисципліна покликані створити заслін травматизму на виробництві. на підприємстві

Основні завдання, вирішення яких забезпечує досягнення цілей системи управління безпекою праці на різних рівнях управління та стадіях виробничо-організаційної діяльності, полягає у виконанні комплексу послідовних взаємопов'язаних дій для попередження травматизму й виробничих захворювань.

До потенційно небезпечних і шкідливих факторів відноситься шум, вібрація, електричний струм, а також випари фарби, неорганічний пил. Також до них відносяться падіння з висоти, опіки, травмування машинами тощо [9, 13, 26].

Підвищений рівень звукового тиску і вібрації приводить до виникнення шумової і вібраційної хвороби, тому на виробництві контролюють рівні звукового тиску і вібрації[13, 22, 23].

При роботі підприємства використовується ряд шкідливих речовин(в тому числі акрилова фарба), які можуть негативно впливати на

здоров'я працівників, тому повинен бути забезпечений постійний контроль за їх вмістом в робочій зоні на основних робочих місцях.

До небезпечних факторів відносяться ті, які можуть викликати гостре пошкодження здоров'я і загибель організму, до шкідливих – які мають шкідливий вплив на працездатність.

Для забезпечення нормальних умов праці необхідно у виробничих приміщеннях створити відповідні метеорологічні умови. Нормування метеорологічних умов робочої зони відбувається за категорією виконуваних робіт. На всіх об'єктах підприємства для забезпечення нормальних умов праці і санітарно-гігієнічних вимог є санітарно-побутові приміщення.

Температурні умови і відносна вологість повітря для нормальних умов роботи відповідають вимогам. Для створення необхідних умов праці, нормалізацію метеорологічних умов на робочому місці проводять за допомогою вентиляції. Вентиляційні лінії є на всіх етапах виготовлення продукції. Очищення відбувається проточною витяжною і підпірною вентиляційною системою.

Для створення нормальних умов зорової роботи, для забезпечення нормальної освітленості виробничих приміщень використовують штучне освітлення і встановлюються значення мінімальної освітленості відповідно до вимог. Аналізуючи параметри освітленості для кожного типу приміщень і порівнюючи їх з нормованими робимо висновок, що вони цілком задовольняють нормальні умови праці приміщеннях підприємства [26].

Засоби індивідуального захисту видаються працівникам згідно з встановленими нормами і строками носіння.

За узгодження з керівництвом, за рішенням трудового колективу підприємства працівникам надається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту понад передбачені норми.

Для запобігання ураження електричним струмом при роботі деревообробних верстатів використовують діелектричні боти, рукавиці, монтерський інструмент із ізолюючими ручками, спецодяг, з метою запобігання механічне пошкодження органів зору застосовуються захисні окуляри, для запобігання отруєння пилом використовується респіратори та проточна, витяжна, місцева витяжна вентиляційна система [22,26].

4.2 Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

Основні вимоги щодо створення та організації безпечної праці у деревообробній промисловості визначені в Законі України «Про охорону праці» та Правилах охорони праці у деревообробній промисловості, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 31.01.2005 р. № 20 (НПАОП 20.0-1.02-05).

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

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

Під час виникнення аварійної ситуації має бути передбачена автоматична світлова або звукова сигналізація, за сигналом якої

працівники виконують приписні розпорядження.

Верстати, під час роботи на яких виділяються шкідливі речовини, мають працювати з увімкненою місцевою вентиляцією для їх видалення із зони різання. Верстати мають приводитись у дію та обслуговуватись тільки тими особами, за якими вони закріплені. Пускати в дію верстати і працювати на них іншим особам забороняється. Ремонт верстатів має виконуватись спеціально призначеними особами.

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

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

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

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

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

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

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

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

У випадку самочинної зупинки різального інструменту верстата, коли оброблювана заготовка перебуває під огороженням, необхідно виключити верстат і тільки після цього підняти огороження та усунути несправність.

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

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

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

Верстати, при роботі на яких виділяються шкідливі речовини, повинні працювати з увімкненою місцевою вентиляцією для їх видалення із зони різання.

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

Перед початком роботи на верстаті необхідно перевірити справність і наявність усіх огорожень і пристроїв, надійність закріплення різального інструменту, а також випробувати верстат на холостому ході. Вимкнення верстата обов'язкове: у разі припинення подання струму; при зміні робочого інструменту, закріпленні або встановленні деталі, що обробляється, знятті її з верстата, а також при ремонті, чищенні та змащенні верстата, прибиранні стружки.

Верстатники при виконанні роботи повинні користуватися засобами індивідуального захисту. За відсутності або несправності на верстатах захисних щитків для захисту очей робітники повинні працювати в захисних окулярах

ВИСНОВКИ

Виготовлення столярних виробів на підприємстві ТзОВ «Динамо-Інвест» є процесом, що неминуче супроводжується виділенням забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Це є типовим для деревообробного виробництва, оскільки технологічні етапи, такі як механічна обробка деревини, фарбування готової продукції та опалення виробничих приміщень, генерують різні типи викидів.

На підприємстві основними джерелами утворення забруднюючих речовин є лісопильні та деревообробні верстати, дільниця фарбування столярних виробів акриловими фарбами, а також опалювальні котли та конвектори. Безпосередньо в атмосферу ці забруднення викидаються через газоочисні установки «Циклон» (які випускають очищену пилоповітряну суміш з робочих зон верстатів), витяжний стенд SWS-2 (що виводить акрилову емульсію з фарбувальної камери), а також димоходи теплових котлів та конвекторів (через які виходять продукти згоряння відходів деревини та природного газу).

Технологічні процеси, включаючи обробку деревини, фарбування та опалення, призводять до викидів деревного пилу, акрилової кислоти, сажі, оксидів нітрогену та карбону. Загальний обсяг викидів становить 10,6 т/рік.

Однак, завдяки роботі пилогазовловлюючих установок, таких як Циклон K20 (93% ефективності), Циклон K22 (92% ефективності) та витяжний стенд SWS-2 (83% ефективності), рівень забруднення контролюється.

Проведені розрахунки приземних концентрацій підтвердили, що всі показники знаходяться значно нижче гранично допустимих норм: діоксиду нітрогену – 0,016 мг/м³ (0,19 ГДК), оксиду карбону – 0,01 мг/м³ (0,002 ГДК), акрилової кислоти – 0,014 мг/м³ (0,14 ГДК), твердих частинок (сажі)

– 0,03 мг/м³ (0,2 ГДК), пилу деревини – 0,087 мг/м³ (0,87 ГДК). Це свідчить, що підприємство, віднесене до 5-го класу небезпечності з нормативною санітарно-захисною зоною 50 метрів, не становить загрози для здоров'я населення та довкілля, а його обладнання знаходиться в задовільному стані та експлуатується згідно з технологічними вимогами.

Комплексний аналіз діяльності деревообробного виробництва на прикладі ТзОВ «Динамо-Інвест», що спеціалізується на виготовленні столярних виробів, показав, що підприємство, попри свою виробничу специфіку, дотримується встановлених екологічних норм.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Апостолук С. О., Апостолук А. С., Джигирей В. С. Промислова екологія. Навчальний посібник/ С. О. Апостолук, , та ін К: Знання, 2005. 474 с.
2. Апостолук С.О. Охорона навколишнього середовища в лісопромисловому комплексі. Львів : ПТВФ «Афіша», 2001. 200с.
3. Бехта П.А. Технологія деревинностружкових плит. К.: ІСДО, 2004. 456 с.
4. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.О. Основи екології Г К.: Либідь, 2006. 408с.
5. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. ГКД 34.02.305-2002
6. Гончаренко Т. П., Гончаренко О. Г. Екологічна оцінка впливу на довкілля підприємств деревообробної галузі на прикладі ТОВ "ЧЕРКАСЬКИЙ ДОК" . *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*. 2008.
7. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Список №1 ОБРВ від 15.01.97. Держані гігієнічні нормативи. Київ, 1997.
8. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Міністерство палива та енергетики України, 2002. 45с.
9. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник . Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.
10. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). ДСП-201-97. Київ, 1997.

- 11.Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996р
- 12.ДСТУ 2807-94. Устаткування метало- і деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань. [Чинний від 01.01.1996]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 1994. 33 с.
- 13.Жидецький В.С., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праціВ. Львів., 2000. 347с.
14. Заєць І.М. Технологія виробів з деревини. К.: НМК ВО, 1998. 97с.
- 15.Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин ТЗОВ «Динамо-інвест», Львів, 2020. 67с.
- 16.Косовський Т.А., Мацюк Р.І. Технологія лісопильно-деревообробного виробництва. К.: Либідь. 1995. 234 с.
- 17.Лютий Є.М., Тисовський, Ю.Р., Дадак Ю.Р., Ляшеник А.В. Циклони в деревообробній промисловості : монографія. Львів : Ред. журналу "Український пасічник", 2009. 149 с.
- 18.Мазур А.О., Васильківський І. В. Підвищення екологічної безпеки технологічного процесу виробництва ДСП . *VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2019. Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 155.*
- 19.Максименко О.О. Аналіз відповідності фактичних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами деревообробного підприємства до встановлених нормативів на викиди. Екологічні науки. 2019.
- 20.Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, що знаходяться в викидах підприємств (ОНД-86). Електронний ресурс <https://zakon.isu.net.ua/norm/27001-metodika-rozrakhunku-koncentraciy-v-atmosfernomu-povitri-shkidlivikh-rechovin-scho>

- 21.ОНД-86. Методичні розрахунки концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться в викидах підприємств. Л., 1987. 45с.
- 22.Правила охорони праці в деревообробній промисловості. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0306-05>
- 23.Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ Жидацький В.С., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та інші. Львів, 2000. 352с.
24. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. МОНПСУ Наказ № 309 від 27.06.2006 року.
- 25.Порядок розробки і затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами. Київ, 1997. 28 с.
- 26.Шкідливі виробничі фактори у деревообробній промисловості <https://te.dsp.gov.ua/shkidlyvi-vyrobnychi-factory-u-derevoobrobniy-promyslovosti/>