

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет гірничо-металургійний
Кафедра безпеки праці та охорони довкілля

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Інноваційні технології та системи
захисту навколишнього середовища»
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

**на тему «Еколого-економічна безпека металургійних
і гірничих підприємств»**

Здобувач

Дмитро ЧЕРНІКОВ

Кам'янське, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі безпеки праці та охорони довкілля.

Керівник: Пікареня Дмитро Сергійович, доктор геологічних наук, професор, професор кафедри безпеки праці та охорони довкілля

Захист відбудеться 24 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MWEwMTc5NTgtOWU1Yy00ZTM4LWFjNWEtMmU4OGI4ZjYwYTgz%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозиторії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 19 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. Слід очікувати, що стале зростання уваги на міжнародному рівні до питань екологічної безпеки загалом та ресурсоефективності зокрема в господарській діяльності, яке супроводжується відповідним економічним стимулюванням у вигляді оподаткування, а тому може відобразитись на бізнес-процесах підприємств гірничо-металургійного комплексу. Тому поступово актуалізується питання індикації їх еколого-економічної безпеки.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є дослідити еколого-економічну безпеку підприємств гірничо-металургійного комплексу та шляхів її досягнення за рахунок впровадження сучасних природоохоронних, зокрема й ресурсоефективних, технологій.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати сучасні міжнародні тенденції щодо підвищення вимог екологічної безпеки повітряного басейну як один з додаткових чинників впливу на розвиток подальшої господарської діяльності.

2. Дослідити характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів у населення шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки за умови інгаляційного надходження на прикладі індустріально розвиненого м. Кам'янське.

3. Розглянути доцільність впровадження у виробництво процесу відновного плавлення для рециклінгу відходів із високим вмістом заліза.

4. Розглянути принцип дії рукавних фільтрів як устаткування для очищення пилогазових потоків і аспіраційних викидів від дрібнодисперсного пилу.

5. Дослідити ефективність застосування принципу «decoupling» на національному рівні задля виявлення доцільності впровадження аналогового підходу в систему еколого-економічного управління підприємницькою діяльністю.

Об'єкт досліджень – питання досягнення та підтримки еколого-економічної безпеки підприємств гірничо-металургійного комплексу в розрізі виявлення додаткових ризикових факторів впливу.

Предмет дослідження – техногенний вплив на атмосферне повітря як додатковий фактор впливу на еколого-економічну безпеку виробничої діяльності.

Методи дослідження. Для реалізації визначених завдань застосовані загальнонаукові методи дослідження: порівняння, аналізу, спостереження, розрахунку, моделювання. Нормування шкідливих впливів на людину від антропогенної діяльності виконано за методикою оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Аналіз техногенного навантаження за умов розвитку господарської діяльності виконано за принципом «decoupling», тобто з огляду на розмежування між економічним зростанням і тиском на довкілля, зокрема на атмосферне повітря.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 129 сторінок, робота містить 8 рисунків, 14 таблиць. Список використаних джерел складається з 41 джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми кваліфікаційної роботи, сформульована мета і задачі, визначені об'єкт і предмет дослідження. Надана інформація щодо публікацій, апробації кваліфікаційної роботи. Розглянуто стисло проблемну ситуацію щодо оцінки еколого-економічної безпеки підприємств гірничо-металургійного комплексу в несталіх умовах сучасності.

У першому розділі «*Аналітичний огляд еколого-економічної безпеки підприємницької діяльності*» розглянуті міжнародні тенденції врахування нефінансових показників як ключових елементів під час ухвалення стратегіч-

них управлінських рішень. Це обумовлено загостренням глобальних проблем, таких як підвищення вимог якості атмосферного повітря.

Один із сучасних підходів до оцінки інвестиційної привабливості — це аналіз ESG-рейтингу компаній. Інвестори зазвичай користуються даними, наданими компаніями у вигляді екологічних, соціальних та корпоративних звітів або використовують зовнішні джерела, такі як повідомлення у пресі та аналітичні дані про компанії.

На підставі огляду аспектів стратегії еколого-економічної безпеки країни виявлена відсутність сталого закріплення терміну «екологічна безпека». Екологічна безпека не може бути забезпечена тільки природоохоронними діями у відриві від соціальних, економічних, політичних і демографічних проблем.

Одним з показників оцінки реалізації державної екологічної політики, який наведений у Основних засадах (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року є ресурсоемність валового внутрішнього продукту, значення даного показника заплановано поступово зменшити до 60 % у порівнянні з базовим 2015 р.

У Методичних рекомендаціях щодо розрахунку рівня економічної безпеки України наводять перелік індикаторів та джерел вхідної інформації за складовими економічної безпеки, але не містять прямих взаємозв'язків з екологічними показниками.

Становлення концепції збалансованого розвитку відбувалось поступово і даний процес триває і досі.

На сьогодні відзначається багато наукових підходів до систематизації принципів оцінки еколого-економічного розвитку підприємств. Підвищується ефективність підприємницької діяльності через розробку стратегічних позицій, до яких, наприклад, слід віднести інвестиції в природоохоронні заходи, що більш економічно, аніж витрати на ліквідацію наслідків екологічних аварій тощо. В основу концепції екологічно чистого виробництва покладені рекомендації з найкращих доступних технологій та методів керування, зокрема для підприємств гірничо-металургійного комплексу.

За проведеними в 28 країнах-членах Європейського Союзу експертними оцінками, запропоновані Єврокомісією скорочення викидів забруднюючих речовин повинні привести до скорочення економічних втрат промислових підприємств внаслідок зменшення кількості пропусків через хворобу, а зекономлені кошти в сумі перевищать витрати на додаткові заходи щодо зниження забруднення повітря. Частка населення, що проживає в регіонах з перевищенням рекомендованих ВООЗ рівнями забруднення повітря, доволі висока.

Згідно з результатами виконаного ВООЗ експрес-аналізу можливих сценаріїв, майже 80% випадків смерті, зумовлених впливом частинок пилу $PM_{2,5}$, у всьому світі можна було б запобігти за рахунок зниження поточних рівнів забруднення повітря до рекомендованих у оновлених у 2021 р. рекомендацій ВООЗ. Це свідчить про доцільність розгляду якості атмосферного повітря в районах з суттєвим техногенним навантаженням, зокрема в місті з дислокацією підприємства чорної металургії.

У другому розділі *«Дослідження еколого-економічної безпеки підприємств гірничо-металургійного комплексу з урахуванням пилового навантаження на повітряний басейн»* надається характеристика основних джерел викидів пилу при відкритому видобутку залізних руд, основних видів емісій та природоохоронні заходи із захисту повітря під час виробництва чавуну, огляд можливостей застосування відходів металургійного заводу з повним циклом як технологічної сировини, характеристика пилу, утвореного в результаті діяльності підприємств чорної металургії, а також виконана, на прикладі індустріального міста, оцінка неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням повітря.

Аналіз основних джерел викидів забруднюючих речовин, які утворюються під час виробничої діяльності гірничих та металургійних підприємств, показав, що пилове забруднення досить часто можна розглядати як «маркерну» забруднюючу речовину.

Прикладом нормування шкідливих впливів на людину від антропогенної діяльності є Методика оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення

атмосферного повітря, яка затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України №184 від 13.04.2007 р.

Для оцінки неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням повітря, було обрано промисловий населений пункт з розвинутою інфраструктурою, а також із компактною забудовою в центрі міста. За чисельністю населення місто відноситься до середніх.

Результати оцінки неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням повітря пилом фракції PM2.5 та PM10, свідчить про імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

У порівнянні з базовим 2015 роком певна кількість металургійних підприємств удосконалили свої системи пилегазоочистки, а деякі з них припинили свою діяльність, тобто їхній вплив на стан забруднення атмосферного повітря суттєво знизився. Вплив автомобільного транспорту на якість атмосферного повітря, навпаки, суттєво зріс. Тим більш, що у більшості населених пунктів відсутні дороги для переадресації транзитного автомобільного транспорту за межі міської забудови. Так, автомобільний транспорт відповідальний приблизно за 20 % усіх викидів парникових газів у ЄС

У третьому розділі «Деякі сучасні природоохоронні технології в гірничо-металургійному комплексі» проведено аналіз існуючих процесів відновного плавлення для рециклінгу відходів із високим вмістом заліза, зокрема процесу Primus, а також виконано огляд принципу дії рукавних фільтрів, зокрема з імпульсною регенерацією.

Аналіз виробничих процесів показав, що велика кількість тонкодисперсного пилу утворюється під час процесів відновного плавлення у сталеливарній промисловості.

За результатами аналітичного огляду виявлено, що за останні 20 років промислового масштабу досягли пірометалургійні технології, прикладами впровадження яких є: Primus Process, ZincOx Resources, PIZO, Ezinex (Engitex) та інші. Аналіз прикладів впровадження яких, виокремив пірометалургійну технологію Primus Process як доволі ефективну.

Технологія Primus використовується для переробки доменних та конвертерних шламів, прокатної окалини, у тому числі замасленого, пилу електросталеплавильного виробництва, як відновник використовується вугілля.

Технологічний процес – двоступінчастий, основними агрегатами є багатоподова піч (MHF – Multi Hearth Furnace) та електродугова піч. Максимальна робоча температура не перевищує 1100 °С. За рахунок проходження екзотермічних реакцій повного допалювання CO виділяється тепло, яке забезпечує процес необхідною енергією.

Перша установка за технологією Primus, продуктивністю 85 000 т/рік, була побудована в Люксембурзі на заводі Primogec у 2003 р. Реалізація даної технології на підприємстві дозволяє переробити весь об'єм тонкодисперсного пилу з електродугових печей та шламів від прокатних станів.

Для очищення пилогазового потоку було застосовано багатоступеневу систему очищення із застосуванням рукавних фільтрів. Принцип дії та ефективність останніх розглянуто в роботі.

У четвертому розділі *«Системи управління охороною навколишнього середовища»* розглянуті системи управління охороною навколишнього середовища та принцип «decoupling» як розмежування між економічним зростанням і тиском на довкілля, на прикладі співставлення результатів здійснення державного нагляду (контролю) територіальними органами Держекоінспекції у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони та валового внутрішнього продукту за період 2019-2022 рр.

Виробничі процеси слід систематично розглядати з позиції виявлення та усунення еколого-економічних недоліків, постійного удосконалення природоохоронних заходів у відповідності до діючих вимог, зменшення витрат за рахунок раціонального впровадження ресурсоефективних та енергоефективних технологій. Для цього можна використати принцип «decoupling», який Організація Економічного Співробітництва та Розвитку визначає як розмежування між економічним зростанням і тиском на довкілля, яке відбувається тоді, коли

темпи росту екологічного тиску менші, ніж його економічна рушійна сила. В роботі розглянуто даний підхід з огляду розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті порушення природоохоронного законодавства України, а також величини номінального валового внутрішнього продукту України.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі поставлена і вирішена актуальна науково-практична задача, що полягає в аналізі еколого-економічної безпеки гірничих і металургійних підприємств.

На основі результатів проведеної роботи зроблені наступні висновки.

1. У 2021 р. Всесвітня організація охорони здоров'я уперше за 15 років оновила свої рекомендації щодо якості повітря. Навіть у містах, де середня концентрація дрібнодисперсних твердих частинок не порушувала керівні принципи у 2020 році, тисячі смертей, пов'язаних із забрудненням повітря, сталися внаслідок тривалого впливу забруднення на низькому рівні. За даними Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй у половині країн загальні медичні витрати в результаті впливу забруднення повітря на здоров'я людей перевищують 10 % ВВП. Крім того, забруднення повітря впливає на продуктивність праці, в т.ч. обумовлюючи 5-10 % випадків відсутності на роботі через хворобу. За даними експертних оцінок, щодо аналізу ситуації у 28 країнах – членах Євросоюзу, запропоновані Єврокомісією скорочення викидів повинні привести до скорочення економічних втрат промислових підприємств, внаслідок зменшення кількості пропусків через хворобу, а зекономлені кошти в сумі перевищать витрати на додаткові заходи щодо зниження забруднення повітря. Тому міжнародну тенденцію щодо підвищення вимог якості атмосферного повітря можна вважати сталою і розглядати як один з додаткових чинників впливу на розвиток подальшої господарської діяльності.

2. За результатами аналітичних досліджень виявлена імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення м. Кам'янське внаслідок значної запиленості повітря. Для покращення екологічної ситуації в місті необхідно розглянути, з одного боку, можливість підвищення ефективності роботи пилогазоочисного устаткування на металургійному підприємстві, а з іншого – актуалізується питання поступової відмови від автомобільного транспорту з двигунами внутрішнього згорання, що відповідає показникам оцінки реалізації державної екологічної політики, які наведені у Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року».

3. Розглянута ефективність впровадження у виробництво процес відновного плавлення для рециклінгу відходів із високим вмістом заліза на прикладі установки Primus.

4. В останні роки набуває поширення застосування на останній стадії багатоступеневої системи очищення пилогазових потоків і аспіраційних викидів від дрібнодисперсного пилу рукавних фільтрів з імпульсною регенерацією, принцип дії яких розглянуто.

5. На національному рівні відношення між завданою екологічною шкодою та економічним зростанням, або «decoupling», становить $F_{2019-20} = (0,017)$ і $F_{2020-21} = (-0,448)$ за розрахункові періоди 2019-2020 рр. і 2020-2021 рр. відповідно. Це свідчить про потребу зменшувати вплив на довкілля при створенні кожної додаткової одиниці матеріального добробуту громадян. Погіршення екологічної ситуації відмічається в розрізі техногенного навантаження підприємницької діяльності на атмосферне повітря становить $F_{2019-20 \text{ (атм.п.)}} = (-3,197)$ і $F_{2020-21 \text{ (атм.п.)}} = (-1,361)$. Аналітичні розрахунки «decoupling» для періоду 2021-2022 рр. є не інформативними, що пов'язано з введенням воєнного стану в країні, розширенням переліку методик, зокрема присвячених визначенню розміру шкоди завданої компонентам довкілля внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану тощо.

В розрізі еколого-економічного управління підприємницькою діяльністю «decoupling» може стати принципом, на основі якого буде виконуватись аналіз взаємопов'язаних тенденцій розвитку – економічного зростання, обсягів споживаних природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища, що передбачає задоволення зростаючих потреб при мінімізації витрачання природного капіталу.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Черніков Д.О., Коган С.О. Ресурсоефективність як складова еколого-економічної безпеки гірничо-металургійного комплексу / *XI Міжнародній науково-практичній конференції “MODERN PROBLEMS OF SCIENCE, EDUCATION AND SOCIETY”*, 8-10.01.2024 Київ. С. 547-552.

АНОТАЦІЯ

Черніков Д.О. Еколого-економічна безпека металургійних і гірничих підприємств.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Робота присвячена аналізу питань еколого-економічної безпеки гірничих і металургійних підприємств, діяльність яких слід розглядати як містоутворюючий чинник з вагомим внеском у розвиток економічного добробуту як регіону, так й країни в цілому, а з іншої позиції – фактором впливу на екологічну ситуацію відповідних територій.

Міжнародна тенденція щодо підвищення вимог до якості атмосферного повітря можна вважати сталою, а тому є інструментом контролю розвитку подальшої господарської діяльності. За даними Європейської економічної комісії ООН у половині досліджених країн ЄС загальні медичні витрати, вна-

слідок впливу забрудненого повітря на здоров'я людей, перевищують 10 % ВВП. На підставі аналізу виробничих процесів підприємств гірничо-металургійного комплексу та розгляду кількісного і якісного складу викидів забруднюючих речовин, виявлено як один з пріоритетних впливів на атмосферне повітря – пилове навантаження. На підставі оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря виявлена імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення промислово розвиненого міста. Для поліпшення екологічної обстановки в містах присутності підприємств чорної металургії, необхідно розглядати: можливості підвищення ефективності роботи системи очищення газів, а також поступову відмову від автомобільного транспорту з двигунами внутрішнього згорання та перерозподілу транспортного потоку у населених пунктах. Досліджено ефективність різних технологічних рішень, зокрема Primus, які спрямована на рециклінг відходів із значним вмістом заліза, що утворюються під час процесу відновного плавлення. Наведено стислий огляд багатоступеневої системи очищення пилогазових потоків і аспіраційних викидів від дрібнодисперсного пилу. Для аналізу еколого-економічної ситуації використано результати здійснення державного нагляду (контролю) територіальними органами Держекоінспекції у сфері охорони навколишнього природного середовища за 2019 – 2022 рр., оскільки вони охоплюють різні варіанти наднормативного впливу господарської діяльності на довкілля, зокрема забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: еколого-економічна безпека, гірничо-металургійний комплекс, джерела викидів пилу, оцінка неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням повітря, процес Primus, рукавний фільтр з імпульсною регенерацією, принцип «decoupling».

ABSTRACT

Chernikov D. Environmental and economic safety of metallurgical and mining enterprises.

Qualification work for a master's degree in specialty 183 Environmental Protection Technology.

The work is devoted to the analysis of issues of environmental and economic safety of mining and metallurgical enterprises, the activities of which should be considered as a city-forming factor with a significant contribution to the development of the economic well-being of both the region and the country as a whole, and from another position – a factor influencing the environmental situation of the corresponding territories.

The international trend to increase the requirements for atmospheric air quality can be considered sustainable, and therefore is a tool for controlling the development of further economic activities. According to the UN Economic Commission for Europe, in half of the EU countries studied, total medical costs resulting from the impact of air pollution on people's health exceed 10% of GDP. When analyzing the production processes of mining and metallurgical enterprises and various types of pollutant emissions, it was found that one of the priority impacts on the air is dust. Based on an assessment of the risk to public health from atmospheric air pollution, the likelihood of harmful effects occurring in the population of an industrialized city was identified. To improve the environmental situation in cities where ferrous metallurgy enterprises are present, it is necessary to consider the possibilities of increasing the efficiency of the gas purification system, as well as the gradual abandonment of motor vehicles with internal combustion engines and the redistribution of traffic flow in populated areas. The effectiveness of various technological solutions, in particular Primus, aimed at recycling waste with a significant iron content that is formed during the smelting reduction process has been studied. A brief overview of a multi-stage system for cleaning dust and gas flows and aspiration emissions from fine dust is given. To analyze the environmental and economic situation, the results of state supervision (control) by territorial bodies of

the State Environmental Inspectorate in the field of environmental protection for 2019 – 2022 were used, since they cover various options for the excess impact of economic activities on the environment, in particular air pollution.

Keywords: environmental and economic safety, mining and metallurgical complex, sources of dust emissions, assessment of non-carcinogenic risk associated with air pollution, Primus process, bag filter with pulse regeneration, “decoupling” principle.