

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра інженерної екології

Колочинська Вікторія Вікторівна

**Оцінка впливу важких металів на навколишнє середовище від
підприємств цементного виробництва**

Автореферат

дипломної роботи

на здобуття освітнього ступеня – магістр

**за спеціальністю 101 «Екологія», спеціалізацією «Інженерна екологія та
ресурсозбереження»**

Київ – 2018 року

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. На початку XXI століття в епіцентрі уваги суспільства знаходиться одна з найважливіших екологічних проблем – проблема техногенного навантаження на навколишнє середовище, спричиненого передусім збільшенням обсягів викидів промислового виробництва. Із газопиловими викидами у навколишнє середовище надходять такі токсичні хімічні речовини, як важкі метали (ВМ), що зумовлює забруднення агроєкосистем та формування локальної техногенної геохімічної аномалії.

Питання впливу ВМ на агроєкосистеми вже було предметом наукових пошуків багатьох учених. Так, у дослідженнях В. А. Ковди, А.І. Перельмана, Ю.В. Алексєєва, Г. В. Добровольського, М. А. Глазовської, Е. Я. Жовинського, М. О. Клименка та ін. науковців встановлено, що ВМ беруть участь у значній кількості фізико-хімічних процесів, а саме: залучаються до малого кругообігу та мігрують ланцюгами живлення.

ПАТ «Волинь-Цемент», що функціонує на території Здолбунівського району Рівненської області протягом 50-ти років, належить до екологічно небезпечних об'єктів обласного значення і є одним з найбільших забруднювачів атмосферного повітря (частка в загальних викидах - 30% по області та 93% по району).

Підприємство входить до трійки найбільших виробників цементу. Найбільша кількість пилу виділяється від обертових печей, під час подрібнення, помолу сировини та клінкеру.

На території зони локальної техногенної геохімічної аномалії може мати місце наднормативне забруднення ВМ ґрунтів, рослин, продукції тваринництва та зростати захворюваність населення. У зв'язку з цим виникає потреба в проведенні екологічного аудиту у зоні впливу ПАТ «Волинь-Цемент», дослідженні надходження, розповсюдження промислових викидів, їх акумуляції, міграції ланцюгами живлення, впливу на стан рослинних угруповань та людину.

Мета роботи: провести оцінку екологічного стану навколишнього середовища у зоні впливу ПАТ «Волинь-Цемент».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

1. Опрацювати теоретичні основи екологічного аудиту;
2. Дослідити фізико-географічні особливості території дослідження;
3. Визначити вплив виробництва на рівень забруднення навколишнього середовища;
4. Проаналізувати та оцінити екологічні ризики в зоні впливу підприємства.

Об'єкт дослідження: Публічне акціонерне товариство «Волинь-Цемент».

Предмет дослідження: дослідженні надходження, розповсюдження промислових викидів підприємства, їх акумуляції, міграції ланцюгами живлення, впливу на стан рослинних угруповань та людину.

Методи та методики досліджень включали використання натурних та аналітичних досліджень, розрахункову частину, математичну та графічну обробку отриманих результатів. Для проведення оцінки екологічного ризику для населення в зоні впливу підприємства використана методика МОЗ 13.04.2007 № 184 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря».

Наукова новизна:

- комплексна оцінка при здійсненні аналізу впливу забруднюючих речовин з виробництва на стан навколишнього середовища досліджуваної території;
- науково обґрунтовано принципи міграції важких металів у ґрунти, що дозволило обґрунтовувати механізм забруднення довкілля важкими металами у складі викидів цементного виробництва;
- встановлено залежність середовища впливу від потужності виробництва.

Особистий внесок здобувача. Математично оброблено, опрацьовано та узагальнено результати дослідження. Висновки до роботи запропоновано дипломником.

Обсяг і структура дипломної роботи. Дипломна робота викладена на 65 сторінках друкованого тексту, і складається із таких структурних частин як: Вступ», п'яти розділів, «Висновки», «Список використаної літератури». Робота містить 19 таблиць, 7 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Організація, матеріали та методи досліджень. У основу магістерської роботи включали використання натурних та аналітичних досліджень, розрахункову частину, математичну та графічну обробку отриманих результатів. Об'єктом дослідження був ПАТ «Волинь-Цемент», що функціонує на території Здолбунівського району Рівненської області протягом 50-ти років, належить до екологічно небезпечних об'єктів обласного значення і є одним з найбільших забруднювачів атмосферного повітря (частка в загальних викидах - 30% по області та 93% по району).

Найбільша кількість пилу виділяється від обертових печей, під час подрібнення, помолу сировини та клінкеру.

Вивчали процеси структуроутворення в ґрунтах під впливом аеротехногенних кальцієвмісних емісій промислових виробництв. Результати вивчення процесів структуроутворення наводяться за підсумками проведених досліджень на важкосуглинкових опідзолених чорноземах, розміщених у територіальних межах Здолбунівського району Рівненської області, які перебувають під впливом аеротехногенних емісій цементного заводу.

Вивчення структури 0-10 см шару ґрунту здійснювали шляхом гранулометричного та мікроагрегатного аналізів зразків ґрунту за методами піпеток та Н.А. Качинського відповідно. Водостійкість структури визначали в стоячій воді за методом П.І. Андріанова в модифікації Н.А. Качинського. Аналіз структурних змін здійснювали із використанням методів оцінки структури відповідно до показників чинника дисперсності за Качинським, ступеня агрегатності за Роадесом та коефіцієнта мікроагрегації за Дімо.

Вміст загального гумусу в ґрунті визначали за Тюріним-Сімаковим у модифікації Нікітіна, груповий склад гумусу - за методом М. М. Кононової і І. П. Бельчикової.

В польових умовах визначали біологічну активність ґрунту за показниками:
- біологічна активність ґрунту за газообміном за методом Штатнова;

- біологічна активність ґрунту за ступенем розкладу клітковини (метод аплікації) шляхом закопування льняних полотен із експозицією 32 доби.

Дослідження реакції тестових культур на забруднення ґрунту викидами цементного виробництва нами проведено у лабораторних умовах методом ґрунтових пластин з використанням рослинного біотесту - пшениці озимої за М.О.Красильниковим.

Аналіз літературних джерел дав підстави стверджувати, що ВМ по-різному впливають на ріст, розвиток та продуктивність рослин. Так, кадмій порушує діяльність таких ферментів, як карбоангідрази, дегідрогенази, фосфатази, пов'язаних із диханням, та протеїназу і пептидазу, які беруть участь у білковому обміні. Кадмій може нагромаджуватися у генеративних органах та коренях. За вмісту кадмію 100 мг/кг урожай зернових і овочевих культур знижувався на 30%. Токсичні концентрації Cd у ґрунті перевищують 20 мг/кг ґрунту.

В результаті проведеної роботи було встановлено рівні забруднення ВМ у рослинницькій продукції зони впливу ПАТ «Волинь-Цемент» та досліджено накопичення ВМ в овочевій продукції. Відбір зразків здійснювали на тих же ділянках, що і ґрунти. Досліджували овочі листові та городні: петрушка городня (*Petroselinumsativum*Hoffm.), огірки посівні (*Cucumissativus*L.), кабачки (*Cucurbitapepo*L.)

В процесі виготовлення цементу на ПАТ «Волинь-Цемент» використовуються: паливно-мастильні матеріали, енергія, вода, глина, мінеральні домішки, пакувальні матеріали тощо. Діяльність підприємства може призводити до погіршення стану повітряного, водного та геологічного середовища, а також впливає на населення, яке мешкає у зоні впливу підприємства. На основі проведеної ідентифікації екологічних небезпек нами побудована матриця оцінки екологічних ризиків діяльності підприємства.

Згідно з методикою «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» встановлено, що діяльність підприємства може призводити до захворювань органів дихання, центральної нервової та серцево-судинної систем, що спричиняють не канцерогенні речовини (пил, азоту діоксид,

діоксид сірки, оксид вуглецю). Надмірний вміст свинцю в організмі людини порушує центральну нервову та кровоносну системи, а також сприяє розвитку ракових пухлин. Надходження даних забруднюючих речовин в організм людини відбувається через дихальні шляхи з повітря робочої зони, при контакті з шкірними покривами і слизовою оболонкою очей.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювали шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки.

Розрахунок розвитку ризику не канцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на ПАТ «Волинь-Цемент» проводився за всіма напрямками рози вітрів за 2011 та 2017 роки, а також за переважаючими напрямками вітру Здолбунівського району в період з 2011 по 2017 роки.

На основі результатів розрахунку за період з 2011 по 2017 роки нами побудовані колові діаграми поширення ризику неканцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на різних відстанях відповідно до «рози вітрів» за різними напрямками вітру у період з 2011 по 2017 роки.

Для вирішення проблеми взаємодії природного середовища з техносферою Здолбунівського ПАТ «Волинь-Цемент» та прогноз поширення того чи іншого небезпечного процесу, який може приховано відбуватись на території підприємства з підвищеним антропогенним навантаженням та складною будовою пропонується застосувати системний підхід з використанням методу аналізу ієрархій (MAI), який запропонували та успішно втілили в життя П.Г. Черняга, Т.В. Бухальська та А.В. Люсак у дослідженні під назвою оптимізаційна модель врахування небезпечних фізико-геологічних процесів при формуванні землекористувань міста.

Для проведення оцінки екологічного ризику для населення в зоні впливу підприємства використана методика МОЗ 13.04.2007 № 184 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Забруднення ґрунтів у зоні впливу ПАТ «Волинь-Цемент». Виробництво цементу спричиняє значні обсяги викидів нелокалізованого цементного пилу. Сировиною для виробництва цементу є карбонатні породи - домінуючим компонентом у хімічному складі твердих частинок викидів є кальцій. Вивчення процесів структуроутворення в ґрунтах під впливом аеротехногенних кальцієвмісних емісій промислових виробництв, є доволі актуальним.

Результати вивчення процесів структуроутворення наводяться за підсумками проведених досліджень на важкосуглинкових опідзолених чорноземах, розміщених у територіальних межах Здолбунівського району Рівненської області, які перебувають під впливом аеротехногенних емісій цементного заводу.

Встановлено аномально високу концентрацію обмінного кальцію у складі ґрунтового вбирного комплексу в зоні впливу джерела емісії. Так, вміст останнього у 0-20 см шарі ґрунту двохкілометрової зони варіював у межах 132,6-150,2 мг-екв/100 г. Частка кальцію у ємності вбирання ґрунту сягала 98,1%. З віддаленням від джерела викиду вміст обмінного кальцію в ґрунті помітно знижувався і на межі двадцятикілометрової зони впливу становив 21,7 мг-екв/100 г. За таких умов спостерігалися зміни у мікроагрегатному складі ґрунту. Внаслідок акумуляції кальцієвмісних викидів у ґрунті помітно зростав вміст структурних агрегатів розміром понад 0,01 мм. Найбільш чітко закономірність таких змін прослідковується для структурних елементів розміром від 1,0 до 0,25 мм. Протилежний характер змін встановлено для агрегатів розміром від 0,01 до 0,001 мм.

Вплив виробництва на спрямованість мікробіологічних процесів і фітотоксичність ґрунту. Одним з найбільш об'єктивних критеріїв оптимальності застосування засобів хімізації в агроландшафтах, на думку багатьох дослідників, є мікробіологічне тестування. Такий підхід пропонувався багатьма дослідниками. При цьому, визначальними критеріями оцінки виступали показники чисельності мікроорганізмів та активності ферментів. Однак, з огляду на тісну взаємодію

окремих видів мікроорганізмів з культурними рослинами та можливість утворення ними тісних рослинно-бактеріальних асоціацій в ґрунті, на думку дослідників Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН, тільки ризосферні (кореневі мікроорганізми) можуть відображати реакцію системи на певний чинник, найбільш наближену до реакції самої рослини. Оскільки ризосфера - це зона, де протікає адаптація ґрунтової мікробіоти до умов, що активно створюються рослинами, на їх думку, характер процесів у мікробному ценозі ризосфери є важливим показником ступеня і спрямованості змін ґрунтових умов і може слугувати основою для розробки методів діагностики оптимальності впливу на ґрунт екологічних чинників.

В результаті проведеної роботи було встановлено, що активність розкладання клітковини за 32 доби її експозиції та інтенсивність виділення CO_2 у ґрунті на відстанях 0,2 і 0,6 км від джерела викидів були значно уповільнені і відповідно на 34-48 та 37-43 % виявилися нижчими від контрольних показників (рис.1).

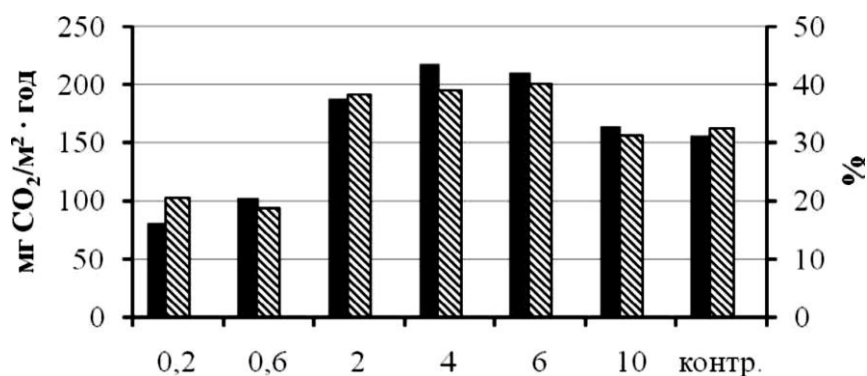


Рисунок 1 – Показники біологічної активності ґрунту у зоні техногенного впливу

Найбільш виражену біологічну активність ґрунту, за досліджуваними показниками, встановлено на відстанях 4,0-6,0 км. За межею цієї зони впливу показники інтенсивності виділення CO_2 та ступеня розкладу клітковини уповільнювалися і наближалися до контрольних значень.

Кількісні характеристики певних груп мікробного ценозу змінюються з віддаленням від джерела емісії. У зоні максимального техногенного навантаження пригнічується активність ґрунтової мікробіоти, що позначається на зниженні

чисельності стрептоміцетів на 55,5 % та мікроміцетів на 48,2 %. Найсприятливіші умови для їх розвитку утворюються на відстані 4-6 км: чисельність бактерій зростає на 107,2 %, стрептоміцетів - на 29,9 і мікроміцетів - на 30,4 %. На межі десятикілометрової зони впливу функціональні характеристики мікробних угруповань у ґрунті наближаються до рівня регіонального природного мікробіологічного фону.

Встановлено, що аномально високий ступінь локалізації цементного пилу в ґрунті інтенсивно (удвічі) стимулює розвиток азотобактера.

Дослідження реакції тестових культур на забруднення ґрунту викидами цементного виробництва нами проведено у лабораторних умовах методом ґрунтових пластин з використанням рослинного біотесту - пшениці озимої за М.О.Красильніковим. За результатами досліджень виявлено стимулюючий ефект цементного пилу на ріст і розвиток рослинного біотесту у межах 2-6-кілометрової зони впливу (рис.2).

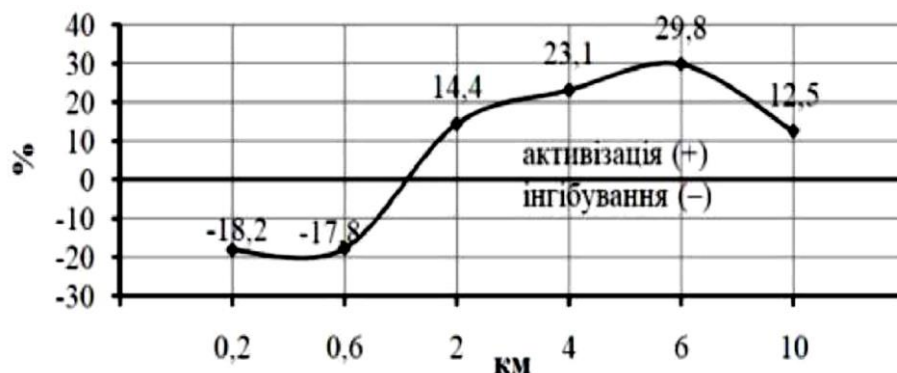


Рисунок 2 – Вплив викидів цементного виробництва на формування загальної біомаси тест-культури

У межах вказаної зони маса 100 рослин тест-культури становила 11,9-13,5 г. На відстані 0,2 та 0,6 км - продукти техногенезу спричиняли інгібуючий ефект на її розвиток. В умовах максимального техногенного навантаження загальна маса тест-культури на 17,8-18,2 % виявилася нижчою від контрольного варіанта. Максимальний стимулюючий ефект цементного пилу (29,8 %) зафіксовано на відстані 6 км. За результатами обліку маси певних структурних елементів пшениці озимої встановлено, що інгібуючий ефект для кореневої системи та

надземної маси відрізнявся не істотно і практично був на однаковому рівні (15,4-23,1 %). Проте, в умовах помірного техногенного навантаження (4-6 км) едафічні умови для розвитку кореневої системи пшениці озимої виявилися найсприятливішими.

Визначення рівнів акумуляції важких металів у агрофітоценозах зони впливу ПАТ «Волинь-Цемент». У численних дослідженнях доведено, що ВМ зменшують величину врожаїв сільськогосподарських культур та можуть суттєво погіршити якість рослинницької продукції. Дослідники спостерігають збіднення флори навколо промислових підприємств під дією ВМ, було виявлено випадки негативного впливу ВМ на вегетативні органи рослин.

В результаті проведеної роботи було встановлено рівні забруднення ВМ у рослинницькій продукції зони впливу ПАТ «Волинь-Цемент» та досліджено накопичення ВМ в овочевій продукції. Відбір зразків здійснювали на тих же ділянках, що і ґрунти. Досліджували овочі листові та городні:петрушка городня (*Petroselinumsativum Hoffm.*), огірки посівні (*CucumissativusL.*), кабачки (*CucurbitareroL.*) (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст ВМ в листових овочах (петрушка городня) на різній віддалі від джерела забруднення, мг/кг

Звбруднення, м	Концентрація елементу, мг/кг ($M \pm m$)			
	Pb	Cd	Zn	Cu
Східний напрямок				
500	6,02 ± 0,15	1,07 ± 0,03	62,02 ± 1,5	5,06 ± 0,12
750	7,37 ± 0,21	0,77 ± 0,02	50,62 ± 1,4	5,34 ± 0,14
1000	8,81 ± 0,26	0,96 ± 0,02	48,51 ± 1,3	5,51 ± 0,13
1500	6,70 ± 0,19	0,00 ± 0,00	116,00 ± 2,5	11,40 ± 0,31
3000	5,80 ± 0,12	0,00 ± 0,00	47,80 ± 1,0	17,20 ± 0,45
5000	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	71,80 ± 2,1	10,60 ± 0,24
7000	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	58,70 ± 1,7	17,20 ± 0,46
ГДК	0,5	0,03	10,0	5,0

Найбільш забрудненими виявились листові овочі - петрушка городня (*Petroselinumsativum Hoffm.*). У східному (підвітряному за розою вітрів) напрямку у СЗЗ перевищення Cd коливалося від 25,6 ГДК до 35,6 ГДК (ГДК=0,03 мг/кг); Pb на відстані до 3 км - від 11,6 ГДК до 17,6 ГДК (ГДК=0,5 мг/кг); Zn на віддалі до 7 км від 4,8 ГДК до 11,6 ГДК (ГДК= 10 мг/кг); Cu на віддалі до 7 км від джерела забруднення - від 2 ГДК до 3,4 ГДК (ГДК=5,0 мг/кг).

Отже, у рослинницькій продукції, вирощеній у зоні впливу ПАТ «Волинь-Цемент» спостерігається підвищений вміст ВМ. Встановлено, що критичною по відношенню до накопичення ВМ є петрушка городня, меншою мірою їх накопичують огірки посівні та кабачки. Пріоритетними забруднювачами агрофітоценозів є свинець, кадмій, цинк та мідь.

Результати аналізу та оцінки екологічного ризику в зоні впливу підприємства. Ідентифікація небезпеки на ПАТ «Волинь-Цемент» передбачала встановлення фактору небезпеки або наслідків негативного впливу даного об'єкта.

В процесі виготовлення цементу на ПАТ «Волинь-Цемент» використовуються: паливно-мастильні матеріали, енергія, вода, глина, мінеральні домішки, пакувальні матеріали тощо. Діяльність підприємства може призводити до погіршення стану повітряного, водного та геологічного середовища, а також впливає на населення, яке мешкає у зоні впливу підприємства. На основі проведеної ідентифікації екологічних небезпек нами побудована матриця оцінки екологічних ризиків діяльності підприємства.

Аналіз матриці свідчить про те, що високий ступінь екологічного ризику становлять: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря; використання альтернативного палива; скиди забруднюючих речовин з території підприємства у водні об'єкти; накопичення важких металів у рослинах та ґрунтовому покриві.

Характеристику ризику розвитку не канцерогенних ефектів здійснювали шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки.

Розрахунок розвитку ризику не канцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на ПАТ «Волинь-Цемент» проводився за всіма напрямками рози вітрів за 2011 та 2017 роки, а також за переважаючими напрямками вітру Здолбунівського району в період з 2011 по 2017 роки.

Також був проведений аналіз зміни показника ризику за весь досліджуваний період (2011-2017 роки). Аналіз змін свідчить про те, що у 2009 році за північно-західним напрямом вітру мінімальне значення становить 1,07, а максимальне - 22,16. У 2013 році значення мінімального сумарного ризику становило $HI = 2,1$ за східним напрямком, максимум спостерігається за північно-західним напрямом та становить 3,77. Для 2011 року мінімальний сумарний ризик склав 2,96, а максимальний - 3,88 за східним напрямком вітру. Щодо 2014 року, можна зазначити, що мінімальне значення (1,82) спостерігається за східним напрямом, а максимальне (3,56) - за північно-західним напрямом вітру. Отримані результати розрахунків сумарного ризику за 2017 рік засвідчують, що мінімум спостерігається за східним напрямом та становить 2,22, а максимальне значення (4,10) – за південно-західним напрямом вітру.

На основі результатів розрахунку за період з 2011 по 2017 роки нами побудовані колові діаграми поширення ризику не канцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на різних відстанях відповідно до «рози вітрів» за різними напрямками вітру у період з 2011 по 2017 роки.

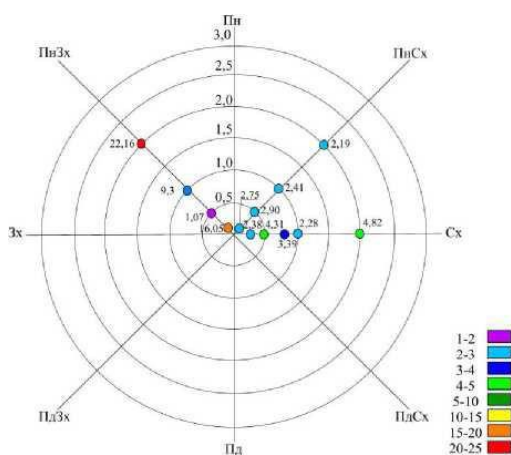


Рисунок 3 – Колова діаграма поширення ризику не канцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин за переважаючими напрямками вітру станом на 2011 рік на території ПАТ «Волинь-Цемент»

Аналіз діаграми (рис. 3) свідчить про те, що показники поширення розвитку ризику не канцерогенних ефектів за північно-східним напрямком за кількісними показниками знаходиться в межах від 2 до 3 і оцінюється, як зростаючий. За східним напрямком показники ризику змінюються від 2 до 5, і також оцінюється, як зростаючі. За північно-західним напрямком відмічається явне зростання показників ризику неканцерогенних ефектів комбінованого впливу: на відстані 100 м показник НІ складає 16; на відстані 500 м показник незначний (1,07), а із зростанням віддалі до 2 км відмічається підвищення показника ризику до 22. Вищенаведені показники ризику неканцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин за весь період наших досліджень є максимальними. Цей стан обумовлюється впливом підприємств (АВКТ ВТ «Завод залізобетонних конструкцій», ТОВ «Волинь-шифер», ПАТ «Здолбунівський механічний завод», ВАТ «Рівне-нафтобаза»), а також впливом пересувних джерел.

Аналіз діаграми за 2012 свідчить про те, що за східним напрямком вітру із віддаленням від джерела забруднення показник рівня розвитку ризику зменшується: на відстані 500 м - 3,49, а на відстані 2000 м - 2,10. За північно-західним напрямком показник рівня розвитку ризику знаходиться в межах від 2 до 4 і характеризується, як зростаючий.

Аналіз діаграми за 2015 р. свідчить про те, що на віддалі 100 м від джерела забруднення показник НІ рівний 3,84; на віддалі 300 м рівень ризику зменшується і становить 2,96. Спостерігається тенденція до зростання значення ризику на відстані 500 м, НІ знаходиться в межах від 3 до 4 і характеризується високим рівнем розвитку ризику.

Аналіз діаграми за 2016р. свідчить про те, що показники поширення розвитку ризику не канцерогенних ефектів за північно-західним напрямком за кількісними показниками знаходиться в межах від 2 до 4 і оцінюється, як зростаючий. За східним напрямком зі збільшенням віддалі від джерела забруднення спостерігається тенденція до зменшення значення показників ризику від 3,54 до

Аналіз діаграми за 2017 р. свідчить про те, що рівень розвитку неканцерогенних ефектів на території зони впливу підприємства у порівнянні з 2006 роком зменшується. За південно-східним напрямком значення НІ знаходиться в межах від 3 до 4 на всіх віддальх відбору проб. За північно-західним напрямком значення показників знаходиться в межах від 2 до 5 і характеризується, як високий. Північно-західний напрямок на відстанях 300 м та 500 м характеризується низьким значенням показника НІ (2-3), на віддалі 1000 м - показник НІ зростає до 4. За північно-східним напрямком показники ризику змінюються від 2 до 4, що характеризується високим рівнем розвитку ризику.

Оцінка розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів на території ПАТ «Волинь-Цемент». Сучасні мегаполіси та великі міста, які характеризуються складною та багатошаровою інфраструктурою, є основою антропогенного впливу на Землю загалом. Передусім з цієї інфраструктури необхідно виділити такий елемент, як великі промислові об'єкти, що чинять потужне статичне та динамічне навантаження на земельні ресурси, у великих кількостях використовують корисні копалини, ґрунтові та підземні води, тим самим утворюють депресивні воронки, порушують цілісність порід та сприяють розвитку небезпечних фізико- та інженерно-геологічних процесів.

Для вирішення проблеми взаємодії природного середовища з техносферою Здолбунівського ПАТ «Волинь-Цемент» та прогноз поширення того чи іншого небезпечного процесу, який може приховано відбуватись на території підприємства з підвищеним антропогенним навантаженням та складною будовою пропонується застосувати системний підхід з використанням методу аналізу ієрархій (МАІ), який запропонували та успішно втілили в життя П.Г. Черняга, Т.В. Бухальська та А.В. Люсак у дослідженні під назвою оптимізаційна модель врахування небезпечних фізико- геологічних процесів при формуванні землекористувань міста.

МАІ являє собою систему нарощуваних рівнів, кожний з яких складається з багатьох елементів. Головною перевагою ієрархії є можливість простежити вплив окремих факторів найнижчого рівня на найвищий та навпаки. Така функціональна

здатність дає змогу аналізувати складні різносторонні проблеми за допомогою простих правил та знаходити найоптимальніше рішення.

Територія заводу належить до Волино-Подільської плити, а точніше, розміщена в межах Луцько- Рівненської лесової височини, абсолютні відмітки поверхні якої становлять 164-210 м, а загальний похил спрямований до північного заходу.

Геологічну основу сучасної поверхні Волинської височини становлять розмиті верхньокрейдяні відклади, які залягають з поверхні до глибини 50, місцями 100 метрів, подекуди перекриваються пісковиками та вапняками нижнього сармату. Найважливішою особливістю геологічної будови височини є поширення по всій її території майже суцільної лесоподібної товщі.

Завод розташований у долині р. Устя, а точніше на Гільчо-Здолбунівській ділянці, де Устя перетинає широку заболочену рівнину. Тут переважають процеси акумуляції та сучасного заболочування.

Побудуємо власну схему ієрархії небезпечних інженерно-геологічних процесів, які можуть розвиватись на території ПАТ «Волинь – Цемент» (рис. 4).

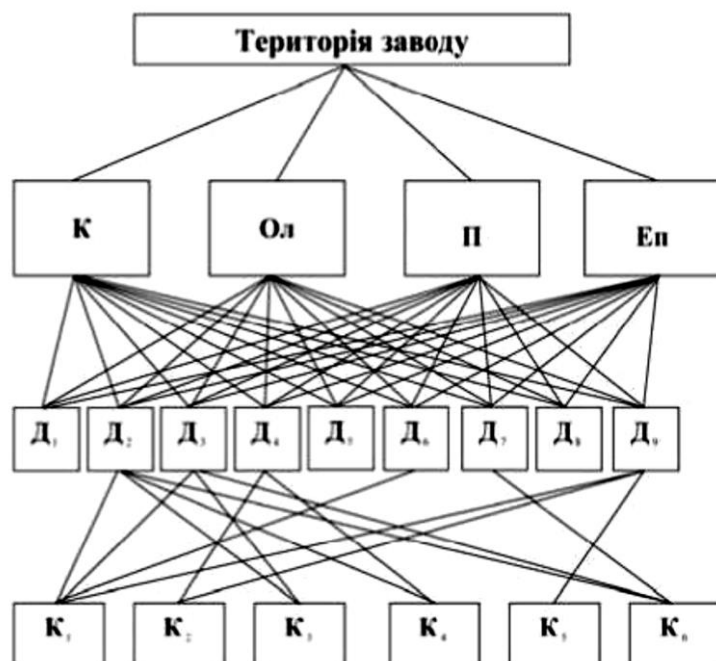


Рисунок 4 – Ієрархія небезпечних інженерно-геологічних процесів на території ПАТ «Волинь – Цемент»

На першому рівні нашої моделі зображена територія заводу (ТЗ), на якій безпосередньо можуть розвиватись небезпечні інженерно-геологічні процеси та явища.

Другий рівень складається з чотирьох альтернатив:

К - карст (антропогенного походження);

Ол - осідання в лесових породах (просідання);

П - підтоплення (локальне підтоплення техногенного характеру);

Еп - ерозія площинного характеру

Цей перелік процесів неповний, тому що він притаманний саме території ПАТ «Волинь – Цемент».

Третій рівень у нашій ієрархії представлений природними факторами, а точніше, якостями та властивостями, якими володіє природне середовище та від яких залежить утворення і поширення небезпечних інженерно-геологічних процесів:

Д1 - характеристика геологічного розрізу,

Д2 - фізико-механічні властивості ґрунтів,

Д3 - рівень ґрунтових вод та капілярного підняття,

Д4 - хімічний тип ґрунтових вод,

Д5 - тепловий режим ґрунтових вод,

Д6 - крутість схилу,

Д7 - режим поверхневого стоку,

Д8 - робота поверхневих вод,

Д9 - характер ґрунтово-рослинного покриву.

Третій рівень висвітлює природну складову заводу. На цьому рівні представлена інженерно-геологічна система з геологічною, гідрогеологічною та геоморфологічною підсистемами. Також до третього рівня входять гідрологічна та геоботанічна системи.

Всі відображені вище системи є основними якісними властивостями та факторами обмеження природного середовища, які впливають на активізацію

та поширення різних інженерно-геологічних процесів на території ПАТ «Волинь – Цемент».

Четвертий рівень визначає метеорологічні та антропогенні сили, що впливають на природне середовище:

К1 - виробничі та невиробничі підрозділи заводу (статичне навантаження),

К2 - заводське виробництво (вплив на екологічний стан території),

К3 - енергетична інфраструктура заводу (комунально-промислове водо-газо-, тепло-, енергопостачання та водовідведення),

К4 - транспортна інфраструктура заводу (динамічне навантаження),

К5 - знищення рослинного покриву,

К6 - кількість атмосферних опадів з урахуванням втрат.

У цьому випадку на четвертому рівні нашої ієрархії розміщені антропогенні та метеорологічні чинники, що можуть суттєво впливати на стабільність та стійкість природного середовища, яке, своєю чергою, відповідальне за розвиток небезпечних інженерно-геологічних процесів на досліджуваній території.

Оскільки основою території, на якій розташоване ПАТ «Волинь-Цемент», є лесові породи, то на першому місці за можливістю утворення та рівнем небезпеки такий інженерно-геологічний процес, як осідання в лесових породах, його пріоритет становить (0.47). Структура лесових порід за міцністю неоднакова, одні руйнуються під дією антропогенного навантаження та одночасного замочування, а другі лише внаслідок водонасичення та ваги власної товщі. Тож для виявлення процесу осідання та запобігання йому важливо враховувати фізико-механічні властивості ґрунтів (0.24), насиченість місцевості ґрунтовими водами (0.17) та характеристику геологічного розрізу (0.17). Певну роль у процесі замочування лесових порід відіграє також крутість схилу (0.12) та режим поверхневого стоку (0.12).

Істотну небезпеку для території підприємства становить карстоутворення (0.27). Цей інженерно-геологічний процес може призводити до надзвичайно великих просідань або й до повних провалів споруд та будівель у приховані

карстові воронки. Характеристика геологічного розрізу (0.23) покаже схильні для карсту породи (вапняки, мергелі, крейда) в сукупності з агресивним водним середовищем (хімічний тип ґрунтових вод (0.18)) та високими температурами (тепловий режим ґрунтових вод (0.17)), що є основними формотворчими чинниками цього небезпечного процесу. Фізико-механічні властивості ґрунтів (0.11), рівень ґрунтових вод (0.10), крутість схилу (0.09) та характер ґрунтово-рослинного покриву (0,06) також мають певний вплив на утворення карсту.

Підтоплення території (0.16) - один з найнебезпечніших фізико-геологічних процесів. Підземні води, що рухаються в порах та пустотах гірських порід, призводять до їх вимивання та розчинення, що, своєю чергою, веде до поширення суфозії та карсту, ще підтоплення може призводити й до заболочення земель. Та оскільки територія підприємства мало підвладна цьому небезпечному процесу, то його пріоритет за рейтингом займає третє місце. Підтоплення території відбувається передусім завдяки підняттю рівня ґрунтових вод (0.23) та поганому режиму поверхневого стоку (0.23). Ще необхідно враховувати такі елементи, як фізико-механічні властивості ґрунтів (0.15), характеристика геологічного розрізу (0.15) та крутість схилу (0.11).

Найменший вплив, за результатами досліджень, на земельні ресурси ПАТ «Волинь-Цемент» чинить площинна ерозія (0.09), однак не варто недооцінювати цей небезпечний екзогенний процес. Площинна ерозія – це процес розмиву гірських порід всіма текучими водами, який згодом призводить до площинного змиву, утворення тріщинуватості порід та механічної суфозії. Виникнення цього процесу залежить від великої кількості природних сил та факторів, зокрема від рівня ґрунтових (0.22) та поверхневих вод (0.22), крутості схилу (0.10) та режиму поверхневого стоку (0.10), не останню роль в поширенні ерозії відіграє тепловий режим ґрунтових вод (0.15). Варто зазначити, що в лесах та лесових суглинках (характеристика геологічного розрізу (0.07)) ерозія розвивається значно швидше, але темпи її поширення зменшуються, якщо є густий ґрунтово-рослинний покрив (0.07).

Загалом на природне середовище, яке підвладне утворенню різноманітних інженерно-геологічних процесів, постійно діють антропогенні та метеорологічні фактори, що часто спричиняють порушення балансу природних сил та зміни їх якісних характеристик. Основні з цих факторів подано в матриці власних векторів локальних пріоритетів четвертого рівня.

На фізико-механічні властивості ґрунтів в основному впливає загальна вага заводу (виробничі та невиробничі підрозділи заводу (0.53)) та постійний внутрішньозаводський рух транспорту (транспортна інфраструктура заводу (0.27)). Оскільки лесові породи чутливі до перепадів сезонної вологості, то деякою мірою властивості ґрунтів також можуть змінюватись через зміни кількості атмосферних опадів з урахуванням втрат (0.13).

Рівень ґрунтових вод та капілярного підняття - цей природний чинник бере участь в утворенні та поширенні кожного з представлених вище небезпечних інженерно-геологічних процесів, однак сам він формується під дією статичного навантаження (виробничі та невиробничі підрозділи заводу (0.56)) на геологічне середовище та літньо-осіннього і зимово-весняного рівня опадів (кількість атмосферних опадів з урахуванням втрат (0.32)).

Деякий вплив на зміну рівня ґрунтових вод може здійснювати енергетична інфраструктура заводу (0.12) (комунально-промислове водо-, газо-, тепло-, енергопостачання та водовідведення).

Часто швидкість поширення небезпечних інженерно-геологічних процесів залежить від агресивності водного середовища (хімічний тип ґрунтових вод), на яке в цьому випадку впливають шкідливі викиди підприємства (заводське виробництво (0.75)) та забруднення вод безпосередньо продуктом виробництва цементного заводу, який потрапляє у ґрунт під час фасування, транспортування та складування портландцементу (транспортна інфраструктура заводу (0.25)).

Рельєф ПАТ «Волинь - Цемент» є рівнинним, він здебільшого формується під впливом наявних та запроектованих інженерно-будівельних конструкцій (виробничі та невиробничі підрозділи заводу), цей самий чинник найбільше впливає (1.00) на крутість схилу.

ПАТ «Волинь – Цемент» - це об'єкт, що працює щоденно, постійно взаємодіє з навколишнім природним середовищем та різнобічно змінює його. Тому інформацію, на основі якої було створено схему ієрархії небезпечних інженерно-геологічних процесів та проведено подальші розрахунки, взято з достовірних, але дещо застарілих джерел. Щоб зробити точний прогноз розвитку того чи іншого небезпечного процесу, необхідно виконати дороговартісні, спеціалізовані вишукування та дослідження безпосередньо на території заводу.

ВИСНОВКИ

Отже, в результаті проведеної роботи нами було встановлено:

1. За геолого-інженерною характеристкою для території ПАТ “Волинь-Цемент” найшкідливішим є такий процес, як осідання в лесових породах. Це підтверджується геологічним розрізом, що виявив переважання у ґрунті суглинків та супісків, які легко осідають (фізико-механічні властивості ґрунтів). Наявність рівнинного рельєфу (крутість схилу), поганий режим поверхневого стоку та перенасиченість місцевості ґрунтовими водами лише збільшує ймовірність виникнення цього небезпечного процесу.
2. Щодо впливу викидів підприємства на мікроорганізми та рослини встановлено наступне:
 - Цементний пил у межах 0,2 км зони впливу інтенсивно стимулює розвиток азотобактера, але пригнічує загальну активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів на 30,4 %, стрептоміцетів - на 55,5 та мікроміцетів на 48,2 %. На відстані 4-6 км функціональні характеристики мікробіологічного фону поліпшуються завдяки зростанню чисельності бактерій на 107,2 %, стрептоміцетів - на 29,9 і міксоміцетів - на 30,4 %. На 40 % активізуються ґрунтові мінералізаційно-іммобілізаційні процеси та на 40,6 % процеси газообміну.
 - На відстані 0,2-0,6 км від джерела емісії знижується вміст гумусу (на 0,47 %), в його складі на 5,2 % зменшується вміст гумусових кислот та зростає негідролізований залишок, на 3,0 % зменшується вміст гумінових кислот і до 4-х

разів - вміст їх рухомих форм, а зв'язані із кальцієм гумінові кислоти зростають від 84 до 96 %. Зниження ступеня гуміфікації органічної речовини за таких умов не спричиняє зміни фульватно-гуматного типу гумусу. На відстані 4-10 км забезпечуються найвищі темпи відтворення гумусових запасів у ґрунті, посилюються процеси гуміфікації органічної речовини, в складі гумусу на 2,5 % зменшується частка негідролізованого залишку, на 3,2 % підвищується вміст гумінових кислот, а їх відношення до фульвокислот розширюється від 1,13 до 1,33. Уповільнюються темпи трансформації органічної речовини ґрунту у рухомі гумінові кислоти, їх вміст знижується на 2,2 %, а частка, що зв'язана з ґрунтовим комплексом у вигляді гуматів кальцію, зростає на 4,4 %.

- Цементний пил на відстані 2-6 км від джерела викиду стимулює розвиток рослин, що проявляється в активізації розвитку кореневої системи тест-культури пшениці озимої (до 15%) та підвищенні її біологічної продуктивності (до 30 %). На відстані 0,2-0,6 км проявляється інгібуючий ефект техногенних викидів на розвиток культур. Унаслідок їх токсичної дії в середньому на 18 %.

3. Проаналізувавши ситуацію, яка склалась у 2011 та 2017 роках, можна стверджувати, що ймовірність розвитку ризиків не канцерогенних ефектів дещо зменшується. Це пояснюється тим, що за досліджуваний період на підприємстві були виконані роботи щодо впровадження компенсаційних природоохоронних заходів: введення в дію нового газоочисного обладнання; удосконалення фільтраційної системи очистки підприємства тощо.

4. З метою зниження ймовірності розвитку ризиків впливу ПАТ «Волинь-Цемент» необхідно:

- проводити постійний контроль стану забруднення атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони;
- дотримуватись технологічного регламенту, зокрема температурних параметрів спалювання палива та Правил технічної експлуатації цементних заводів при розпалі печей, з метою зменшення показника тривалості та кількості залпових викидів;

- дотримуватися проектних рішень - заходів щодо скорочення викидів забруднюючих речовин при несприятливих метеорологічних умовах.

Публікації за темою дипломної роботи:

Збірнику матеріалів XX Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «Екологічний інтелект – 2018» та публікація тези на XI Міжнародній науково-практичній конференції «Енергетика. Екологія. Людина».

АНОТАЦІЯ

Колочинська В. В. Оцінка впливу важких металів на навколишнє середовище від підприємств цементного виробництва

У магістерській роботі опрацьовано теоретичні основи комплексної екологічної оцінки. Встановлено вплив викидів підприємства на життєдіяльність мікроорганізмів та рослин. Виявлено залежність захворюваності дитячого населення Здолбунівського району від викидів ПАТ «Волинь - Цемент». Проведено аналіз стану ґрунтів у зоні впливу підприємства. Проаналізовано розвиток екологічного ризику не канцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на ПАТ «Волинь-Цемент» за всіма напрямками рози вітрів за 2011 та 2017 роки. Зроблено висновки та запропоновано заходи щодо оптимізації екологічного стану досліджуваної території.

Ключові слова: екологічна оцінка, забруднення ґрунту, екологічний ризик, цементний пил, викиди шкідливих речовин, геологічні процеси, важкі метали

ANNOTATION

Kolochynska V. The influence of heavy metals on the environment from the enterprises of cement production

In the master's thesis the theoretical bases of ecological comprehensive evaluation worked out. The influence of the company's emissions on the activity of microorganisms and plants has been determined. Dependence of the incidence of children's population of Zdolbunivskyi region on emissions from Volyn-Cement PJSC

was revealed. The analysis of soil conditions in the zone of influence of the enterprise was carried out. The development of ecological risk of non-carcinogenic effects of combined effects of chemicals on PJSC "Volyn-Cement" on all directions of wind rose in 2011 and 2017 is analyzed. Conclusions and proposed measures to optimize the ecological state of the studied territory.

Key words: ecological evaluation, soil pollution, ecological risk, cement dust, emissions of harmful substances, geological processes, heavy metal.