

Шифр «Речовина»

Оцінка техногенного навантаження на гео- та гідросферу
теплоенергетичним комплексом

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 Методи дослідження міграції забруднюючих речовин.....	5
1.1 Дослідження снігового покриву.....	5
1.2 Дослідження ґрунтів.....	5
1.3 Дослідження рослинності	7
1.4 Дослідження підземних вод.....	7
РОЗДІЛ 2 Оцінка захищеності підземних вод у районі Сумської ТЕЦ.....	9
РОЗДІЛ 3 Результати досліджень на території впливу Сумської ТЕЦ	12
3.1 Дослідження міграції забруднюючих речовин на території впливу Сумської ТЕЦ	12
3.2 Дослідження снігового покриву в зоні аерації Сумської ТЕЦ.....	12
3.3 Дослідження забруднення ґрунтів у зоні впливу Сумської ТЕЦ.....	16
РОЗДІЛ 4 Методика дослідження сорбційних здатностей протифільтраційного екрана.....	22
4.1 Дослідження структури зразків глини рентгенодифракційним методом...	22
4.2 Дослідження сорбції природним сорбентом.....	22
РОЗДІЛ 5 Перевірка адекватності математичної моделі перенесення ЗР у зоні аерації Сумської ТЕЦ.....	25
ВИСНОВКИ	26
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	28

ВСТУП

Робота присвячена актуальній проблемі зменшення техногенного навантаження на гідросферу тепловими електростанціями шляхом моделювання та прогнозування процесів поширення забруднюючих речовин (ЗР) в зоні розміщення об'єктів теплоенергетики. Результати роботи пройшли достатню апробацію та мають впровадження, що підтверджено відповідними актами.

Метою роботи є вирішення наукової проблеми підвищення рівня екологічної безпеки при функціонуванні теплоелектростанцій шляхом оцінки, моделювання впливу та розробки заходів із зменшення навантаження об'єктів теплоенергетики на гідросферу. З метою оцінки впливу Сумської ТЕЦ на стан прилеглих територій та виявлення шляхів міграції ЗР проведені дослідження снігового покриву, ґрунтів та рослинності на вміст важких металів. Виявлені перевищення фонових значень концентрацій важких металів в сніговому покриві являються джерелом забруднення підземних вод при інфільтрації ЗР та призводять до порушення природного співвідношення форм знаходження важких металів. Проведена оцінка забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення показала, що рівень забруднення ґрунтів в зоні аерації – припустимий, в зоні золовідвалу: для верхнього горизонту – середній, для нижнього – низький, що свідчить про комплексний вплив на гідросферу, забруднення атмосферного повітря та міграцію речовин з тіла золошлаконакопичувача.

Оцінка інтенсивності поглинання представницькими видами рослинності іонів важких металів за коефіцієнтом біогеохімічної активності показала максимальну здатність до акумуляції іонів міді у пирія повзучого, іонів цинку – у кульбаби лікарської, що дає можливість для використання цих рослин в якості індикаторів забруднення ґрунтів. З метою зменшення впливу місць складування золошлакових відходів на гідросферу розроблено заходи, які передбачають улаштування захисного екрану в золошлаконакопичувачі та переробку

золошлаків. У результаті проведених досліджень підтверджена можливість використання у якості сорбентів місцевих глинистих матеріалів. В результаті обробки експериментальних даних отримані значення коефіцієнтів в рівнянні Фрейндліха. З метою вивчення ефективності процесів поглинання іонів Ni^{2+} , а також встановлення ступеня входження іонів в структуру глинистих мінералів були проведені дослідження по десорбції відпрацьованих глинистих сорбентів. Результати дозволяють стверджувати, що іони нікелю надійно затримуються в структурі мінералів. Здатність глин поглинати і утримувати іони важких металів дозволить використовувати їх в якості природних геохімічних бар'єрів.

З метою розробки пропозицій по зменшенню кількості відходів було проведене обстеження золошлаків Сумської ТЕЦ, яке показало можливість їх використання в будівництві.

Техногенний вплив об'єктів теплоенергетики на прилеглі екосистеми залежить від шляху надходження ЗР, тобто забруднення відбувається у результаті розсіювання промислових викидів або розміщення відходів виробництва. ЗР, які містяться у відходах, на відміну від газопилових викидів, не переміщаються на значні відстані і можуть бути джерелами лише локального забруднення. Якщо місця складування відходів переповнені або обладнані неналежним чином, то збільшується небезпека водної та повітряної міграції ЗР, що збільшує площу і ступінь забруднення прилеглих територій. Тому при оцінці впливу підприємств теплоенергетики на гідросферу проводились дослідження міграції ЗР у зоні аерації теплоелектростанції та на майданчику ТЕЦ і ділянці золошлаконакопичувача.

РОЗДІЛ 1 Методи дослідження міграції забруднюючих речовин

Для вивчення міграції ЗР у зоні розташування ТЕЦ проводились дослідження снігового покриву, ґрунтів, рослинності, вод.

1.1 Дослідження снігового покриву

Дослідження снігового покриву проводилось відповідно до «Методических рекомендаций по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» [2]. Сніг відбирався в лютому, на початку періоду сніготанення з рівної поверхні. Керни снігу відбирались з площі 25x25 см на всю товщину снігового покриву без приземного шару (2–3 см), щоб унеможливити попадання у пробу частинок ґрунту. Проби снігової маси відбирали протягом однієї доби у всіх пунктах спостереження для виключення випадіння снігових опадів, що може зменшити ступінь достовірності результатів. Об'єм талої води становив 2,5 л.

Визначення рН відібраних проб здійснювалось за допомогою іоніметра рХ-150 МІ (Білорусь) зі скляним комбінованим електродом «ЕКС-10603». Межа основної похибки приладу $\pm 0,05$ одиниці рН. Вміст важких металів визначали на спектрофотометрі С115-М1 (ВАТ «СЕЛМІ», Україна) з електротермічним атомізатором. Вміст завислих речовин визначався гравіметричним методом.

1.2 Дослідження ґрунтів

Відбір проб ґрунтів проводили відповідно до вимог [3-5].

Різка зміна морфологічних і фізичних властивостей міських ґрунтів і особливості їх генезису відображаються на характері розподілу елементів за профілем. У більшості випадків накопичення важких металів виявляється у верхньому 20-сантиметровому шарі і перевищує їх вміст у нижчих шарах у 2-3 і

більше разів. Але бувають і протилежні випадки, коли під верхнім незабрудненим шаром залягають сильно забруднені. Крім того, можливий розподіл важких металів із декількома максимумами за профілем. Тому недостатньо проводити оцінку екологічного стану ґрунтів тільки у верхніх 20 сантиметрах ґрунтового профілю. Дослідження профільного розподілу важких металів [16, 17, 19, 20] демонструють необхідність враховувати запас поллютанта у всьому шарі, де міститься коріння рослин. Сумарні запаси поллютанта у цьому шарі будуть більш адекватним показником забруднення і пригнічення рослинності, ніж поверхневі концентрації.

Виходячи з вищенаведеного, для оцінки перенесення речовин з атмосферного повітря та при пилінні з тіла золовідвалу відбір проб проводився пошарово з глибини 0–20 см і 20–40 см. Проби ґрунтів були відібрані методом конверта. Об'єднану пробу складали не менше, ніж з п'яти точкових проб, взятих з одного майданчика. Маса кожної проби становила не менше 1 кг.

Підготовку проб проводили за методикою [5]. Відібрані проби просушували за стандартних умов (750,06 мм рт. ст., температура 298 К). Після ретельного перемішування пробу розподіляли рівномірним шаром та відбирали методом квартування необхідну для аналізу кількість зразка. Потім зразки розтирали в порошок у фарфоровій ступці та просіювали через сито d-1мм. Повітряно-сухі проби ґрунту зберігались у скляній тарі. Для приготування витяжки з повітряно-сухих зразків був використаний ацетатно-амонійний буферний розчин із рН = 4,8. Цей екстрагент прийнятий агрохімічною службою для вилучення доступних рослинам мікроелементів та використовується для оцінювання забезпеченості ґрунтів цими елементами.

Контроль рН [6] проводили за допомогою іономіра рХ-150 МІ.

Дослідження рухомих форм ВМ проводилось методом атомно-абсорбційного аналізу на спектрофотометрі С115-М1 (ВАТ «СЕЛМІ», Україна) з електротермічним атомізатором.

1.3 Дослідження рослинності

З метою дослідження міграції ЗР на прилеглих до Сумської ТЕЦ територій у місцях відбору ґрунтових проб проводився збір трав'янистої рослинності. Найбільш репрезентативними серед відібраних видів рослин виявилась Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) та Пирій повзучий (*Elytrigia repens*). Вибір рослин визначався їх таксономічною належністю та кількістю на досліджуваних територіях. Зразки дикоростучих і культурних рослин відбиралися з 1 м² площі у тих же місцях, що і ґрунт, у трикратній повторюваності.

Проби рослин просушувались та подрібнювались до порошкоподібного стану. Повітряно-сухі проби зберігались у скляній тарі. Для приготування витяжки з повітряно-сухих зразків був використаний ацетатно-амонійний буферний розчин із рН = 4,8. Проби рослин попередньо піддавали мокрому озоленню сумішшю концентрованих кислот HNO₃: HClO₄ в об'ємному відношенні 4:1.

1.4 Дослідження підземних вод

Польові дослідження якості підземних вод включали вимірювання фізико-хімічних параметрів води безпосередньо на місці випробування до відбору проб]. Для польових досліджень використовувалися портативні прилади Hanna Instruments HI-98130 Combo, HI- 98121, ULAB SX-751, за допомогою яких вимірювалися температура води, електропровідність, водневий показник (рН) та окислювально-відновний потенціал (Eh або ORP). Окремо відмічалася наявність завислих речовин (мутність), запаху, присутність вуглеводневої плівки на поверхні води та інші візуальні ознаки якості води. Після проведення польових вимірювань у чисті скляні пляшки з кришкою відбиралися проби води на повний хімічний аналіз.

Лабораторний аналіз проб підземних вод зі спостережних свердловин

виконувався хімічною лабораторією. Перелік компонентів, вміст яких визначався, включає основні іони, що формують хімічний склад води – гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній, натрій; другорядні компоненти – нітрати, калій. Вибір компонентів, що підлягали аналізу, ґрунтувався на результатах попередніх досліджень на території діяльності ТЕЦ. Концентрації всіх компонентів у воді визначалися прямими методами вимірювання за стандартними методиками (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Методики визначення хімічного складу вод

Компонент	Інтервал визначення	Метод визначення (стандарт)
Cl, мг/дм ³	0,5-100	ГОСТ 4245-72
SO ₄ , мг/дм ³	2-25	ГОСТ 4389-72
NO ₃ , мг/дм ³	0,1-10	ГОСТ 18826-73
Na, мг/дм ³	0,02-1000	ISO 11885:1996(E) (Атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою)
K, мг/дм ³	2-1000	
Ca, мг/дм ³	0,01-1000	
Mg, мг/дм ³	0,001-1000	
pH, од.	0-12	Потенціометричний
Сухий залишок, мг/дм ³	50-100000	ГОСТ 18164-72

Оцінка екологічного стану підземних вод проводилася згідно з вимогами нормативних документів [8, 9]. Значення гранично-допустимих концентрацій компонентів у підземних водах зі спостережних свердловин, що використовувалися в оцінці, відповідають вимогам до складу питних підземних вод з колодязів та каптажів джерел, наведених у санітарних правилах і нормах [8]. ГДК компонентів у поверхневих водах узяті відповідно до вимог санітарних правил охорони поверхневих водойм, що діють в Україні [9].

РОЗДІЛ 2 Оцінка захищеності підземних вод у районі Сумської ТЕЦ

Можливість забруднення підземних вод з поверхні землі у значній мірі визначається захищеністю водоносних горизонтів.

Для розрахунку захищеності підземних вод у районі розташування Сумської ТЕЦ були розглянуті техногенні та природні фактори, які впливають на можливість забруднення підземних водоносних горизонтів.

Характеризуючи техногенні фактори впливу Сумської ТЕЦ на підземні води, виділяємо територію підприємства та територію золошлакозакладу [11]. На території підприємства міграція ЗР можлива з вугільного поля та реагентного господарства, а також у зоні аерації підприємства.

Золошлакозаклад буде створювати більшу загрозу для підземних вод, оскільки для проникнення ЗР, які знаходяться у розчиненому вигляді, потрібно менше часу, ніж для інфільтрації твердих і газоподібних відходів. Аналіз проб води з поверхневої водойми золошлакозакладу показує, що вона характеризується змінним складом у залежності від сезону, тобто від кількості атмосферних опадів та інтенсивності випаровування. В аніонному складі домінують сульфати і хлориди із змінним переважанням, а в катіонному – головними виступають, відповідно кальцій і натрій. Мінералізація води коливається у межах 900–1200 мг/дм³. За водневим показником вода є нейтральною (рН 7,3–7,5), іноді відзначається підвищеною лужністю – рН до 9,0 [12].

Внаслідок слабого вивчення фільтраційних властивостей порід зони аерації реальна якісна оцінка захищеності проводили за трьома показниками: глибині рівня ґрунтових вод, потужності слабо проникних порід у розрізі зони аерації та коефіцієнту фільтрації цих порід (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Бальна оцінка захищеності підземних вод

Рівень ґрунтових вод, м					Сумарна потужність (м) та літологія слабопроникного шару														
<5	10-	20-	30-	>40	0-2			2-4			4-6			6-8			8-10		
					a	b	c	a	b	c	a	B	c	a	b	c	a	b	C
1	2	3	4	5	1	1	2	2	3	4	3	4	6	4	6	8	5	7	10
Сумарна потужність (м) та літологія слабопроникного шару																			
10-12			12-14			14-16			16-18			18-20			більше 20				
a	b	c	a	b	c	a	b	c	A	b	C	a	b	c	a	b	C		
6	9	12	7	10	14	8	12	16	9	13	18	10	15	20	12	18	21		

За сумою балів виділяють шість категорій [14], які наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Категорії захищеності підземних вод

Сума балів	<5	5-10	10-15	15-20	20-25	>25
Категорія	I	II	III	IV	V	VI

Принципи дослідження гідрогеологічної захищеності ґрунтуються на таких положеннях (за В. М. Гольдбергом та ін.) [15]:

Аналізуючи геоморфологічний профіль майданчику Сумської ТЕЦ та золошлаконакопичувача, відповідно до табл. 1 оцінюємо захищеність підземних вод. Розрахунки зведемо в табл. 2.3.

На основі проведених розрахунків визначена категорія захищеності підземних вод. Для майданчика ТЕЦ категорія захищеності підземних вод V, тобто підземні води захищені, для майданчика золошлаконакопичувача категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води незахищені.

Недостатня захищеність підземних вод висуває завдання оцінки можливості потенційного забруднення підземних вод у зоні аерації та золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ.

Таблиця 2.3 – Оцінка захищеності підземних вод

Показник	Значення	Бали
Майданчик ТЕЦ		
Рівень ґрунтових вод, м	28	3
Сумарна потужність (м) та літологія слабо-проникного шару	23 м, піски, суглинки, лесоподібні суглинки	18
Сума балів		21
Категорія захищеності		V
Територія золошлаконакопичувача		
Рівень ґрунтових вод, м	7	1
Сумарна потужність (м) та літологія слабо-проникного шару	8 м, піски, супіски, прошарки замулених, заторфованих суглинків	5
Сума балів		6
Категорія захищеності		II

РОЗДІЛ 3 Результати досліджень на території впливу Сумської ТЕЦ

3.1 Дослідження міграції забруднюючих речовин на території впливу Сумської ТЕЦ

Для оцінки впливу підприємства на екологічний стан прилеглих територій, визначення шляхів міграції ЗР були проведені дослідження снігового покриву, ґрунтів і рослинності в районі розташування ТЕЦ та золошлаконакопичувача.

При виборі речовин для дослідження забруднення зони аерації Сумської ТЕЦ брали до уваги склад пилогазових викидів. Як свідчать дані інвентаризації, викиди Сумської ТЕЦ містять цілий ряд важких металів. Важкі метали належать до пріоритетних ЗР, спостереження за якими обов'язкові в усіх середовищах. При оцінці екологічної небезпеки забруднення навколишнього середовища в зоні впливу Сумської ТЕЦ враховували не тільки інтенсивність, а й присутність елементів, віднесених до першого і другого класів небезпеки. Серед полютантів, контрольованих під час дослідження, до I класу небезпеки відносяться Zn, до II класу небезпеки – Ni, Cu, Cr.

3.2 Дослідження снігового покриву в зоні аерації Сумської ТЕЦ

Аераційний шлях міграції ЗР передбачає їх перенесення з атмосферними опадами. Для оцінки внеску цього шляху міграції ЗР в загальний рівень забруднення проводились дослідження снігового покриву в зоні аерації Сумської ТЕЦ. Для відбору проб снігового покриву організовано пункти спостереження з урахуванням середньорічного напрямку вітру. Проби снігового покриву відбирали із навітряної та підвітряної сторони підприємства на відстані 500, 1000 і 1500 м від підприємства (рис. 3.1) Контрольні зразки проб (фонові проби) були відібрані на відстані 10 км від джерела викидів. У пробах відібраного снігу визначали рН, вміст твердих частинок та важких металів.

Отримані дані (табл. 3.1) свідчать, що розташування Сумської ТЕЦ на підвищенні та значна висота труб (62 м та 100 м) сприяють «перекиду» ЗР. Це пояснює максимальні концентрації забруднювачів на відстані 1000 м.

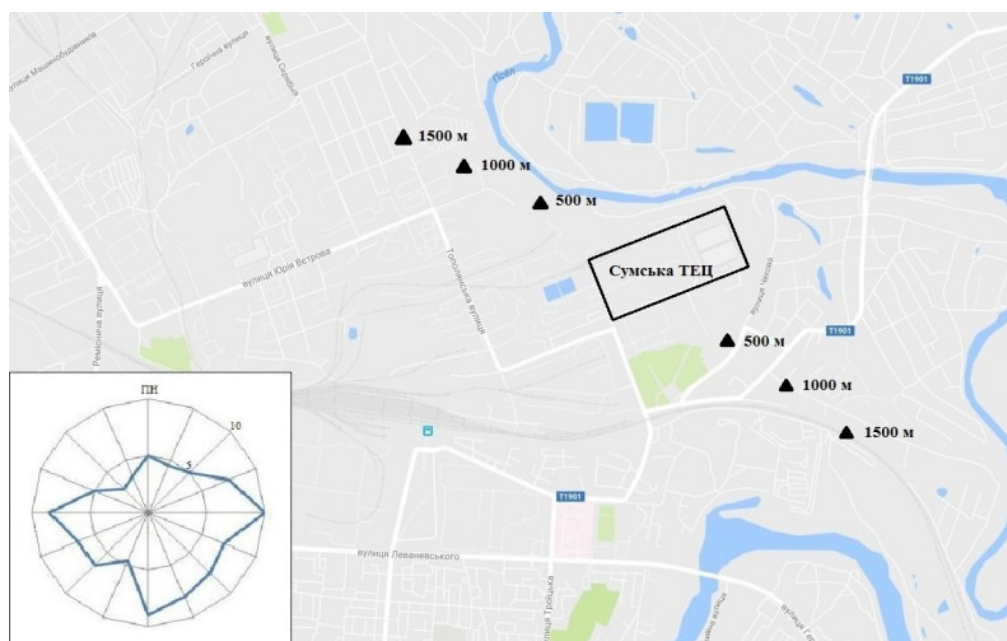


Рисунок 3.1 – Розташування точок відбору снігу навколо Сумської ТЕЦ

Дослідження снігового покриву показали, що забруднення атмосферного повітря призводить до зростання рН снігу на відстані 1000 м від теплоелектростанції (табл. 3.2). Цей фактор буде сприяти підвищенню лужності ґрунтів при таненні снігу та рухомості аніонних форм важких металів, і, відповідно, полегшить міграцію ЗР в підземні води.

Таблиця 3.1 – Значення рН талої води в залежності від відстані до Сумської ТЕЦ

Напрямок вітру	Фонове значення рН	Значення рН на відстанях, м		
		500	1000	1500
Пд-Сх	5,85	6,81	7,31	7,13
Пн-Зх		6,65	7,12	6,92

Результати досліджень вмісту важких металів у пробах талої води наведено на рис. 3.2

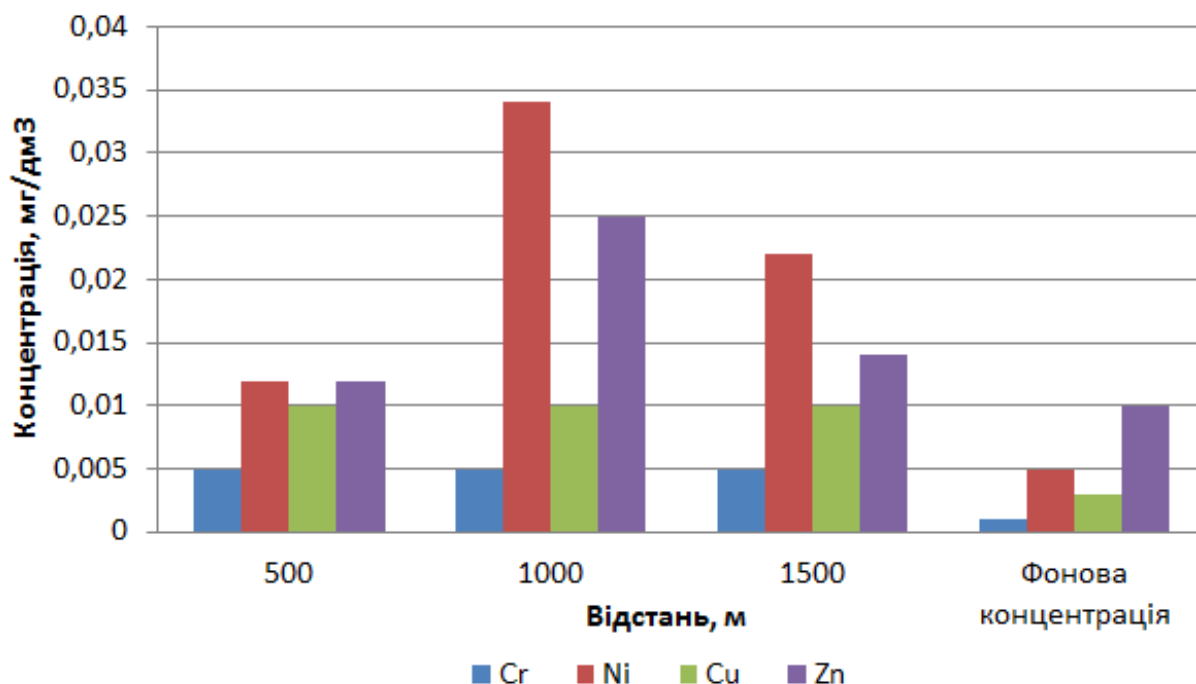


Рисунок 3.2 – Залежність концентрації ЗР в сніговому покриві від відстані від Сумської ТЕЦ (південно-східний напрямок)

Таблиця 3.2 – Концентрація ЗР у пробах талої води

Назва речовини	Фонові концентрації, мг/л	Концентрація ЗР на відстанях, мг/л					
		Пд-Сх			Пн-Зх		
		500	1000	1500	500	1000	1500
Тверді частинки	5,8	150	95,1	70	136	66,7	50,4
Cr	0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ni	0,005	0,012	0,034	0,022	0,012	0,018	0,01
Cu	0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	0,01	0,012	0,025	0,014	0,012	0,016	0,007

Як свідчать дані рис. 3.2 та табл. 3.2, майже в усіх контрольних точках спостерігається перевищення вмісту важких металів у сніговому покриві порівняно з фоновою концентрацією. Найбільший рівень забруднення спостерігається для Ni (близько 6 фонових концентрацій) та Zn (близько 2 фонових концентрацій).

Комплексну оцінку ступеня забруднення снігового покриву проводили за сумарним показником забруднення за формулою (3.1) [2]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1), \quad (3.1)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення;

K_{ci} – коефіцієнт концентрації i -ї ЗР;

n – кількість речовин.

Коефіцієнт концентрації враховує токсичність ЗР відносно фонових територій

$$K_{ci} = c_i / c_{\phi i}, \quad (3.2)$$

де c_i – концентрація i -ї ЗР, мг/л;

$c_{\phi i}$ – фонові концентрації i -ї ЗР, мг/л.

Рівень забруднення снігового покриву визначали відповідно до табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Рівні забруднення снігового покриву [2]

Рівень забруднення	Сумарний показник забруднення снігового покриву Z_c
Низький	32–64
Середній	64–128
Високий	128–256
Дуже високий	>256

Отримані результати розрахунку забруднення снігового покриву наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти концентрації та сумарний показник забруднення снігового покриву на різних відстанях від Сумської ТЕЦ

Назва речовини	K_{ci}					
	Пд-Сх			Пн-Зх		
	500	1000	1500	500	1000	1500
Тверді частинки	25,9	14,7	12,1	23,4	11,5	8,7
Cr	5	5	5	5	5	5
Ni	2,4	6,8	4,4	2,4	3,6	2
Cu	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Zn	1,2	2,5	1,4	1,2	1,6	0,7
Z _c	37,6	32,3	26,2	35,3	25	19,7

Відповідно до сумарного показника забруднення, в районі впливу Сумської ТЕЦ спостерігається припустимий та низький рівень забруднення снігового покриву залежно від відстані від підприємства та напрямку вітру [13]. Максимальні значення сумарного показника забруднення снігового покриву спостерігаються у південно-східному напрямку.

3.3 Дослідження забруднення ґрунтів у зоні впливу Сумської ТЕЦ

Відбір проб ґрунту в зоні аерації Сумської ТЕЦ здійснювався у тих же точках, що і відбір снігу, та на відстані 100 м за периметром золошлакозаклада (рис. 3.3).

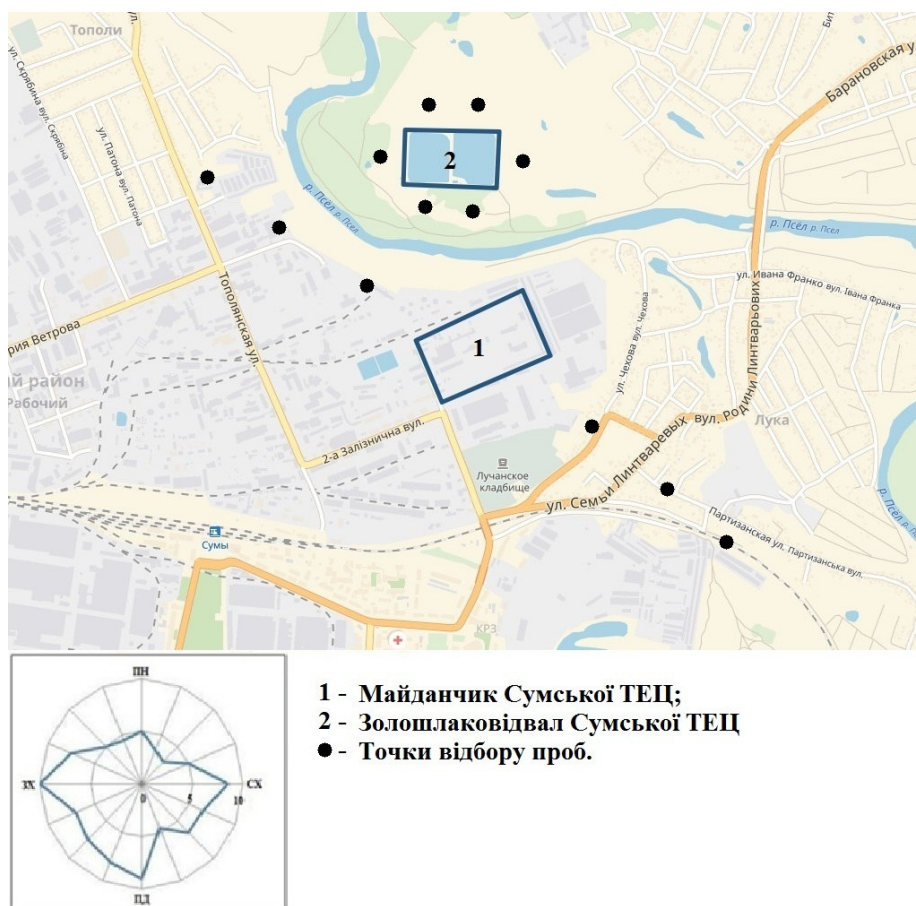


Рисунок 3.3 – Розташування точок відбору ґрунту навколо Сумської ТЕЦ та золошлаконакопичувача

Результати досліджень ґрунтів в зоні аерації Сумської ТЕЦ показали перевищення фонових концентрацій досліджуваних важких металів у верхньому шарі ґрунту в південно-східному напрямку, що відповідає найбільшим концентраціям ЗР у сніговому покриві та свідчить про аерозольне забруднення ґрунтів ЗР, які містяться у відхідних газах ТЕЦ.

Результати дослідження вмісту важких металів в ґрунтах зони аерації Сумської ТЕЦ наведені на рис. 3.4, в ґрунтах біля золошлаконакопичувача – на рис. 3.5. Як свідчать дані, вміст іонів важких металів нижчий в зоні аерації, ніж в точках відбору проб біля золошлаконакопичувача, що свідчить про вплив накопичення золошлакових відходів на екологічний стан ґрунтів.

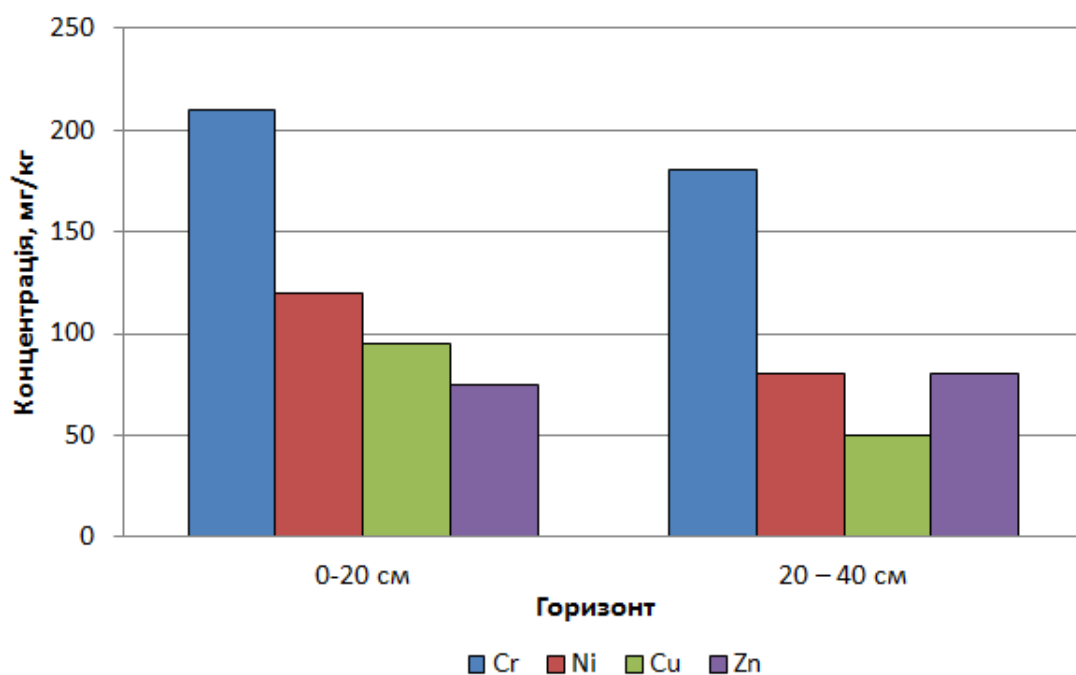


Рисунок 3.4 – Концентрація ЗР в пробах ґрунту в зоні аерації Сумської ТЕЦ на відстані 1000 м від станції (південно-східний напрямок)

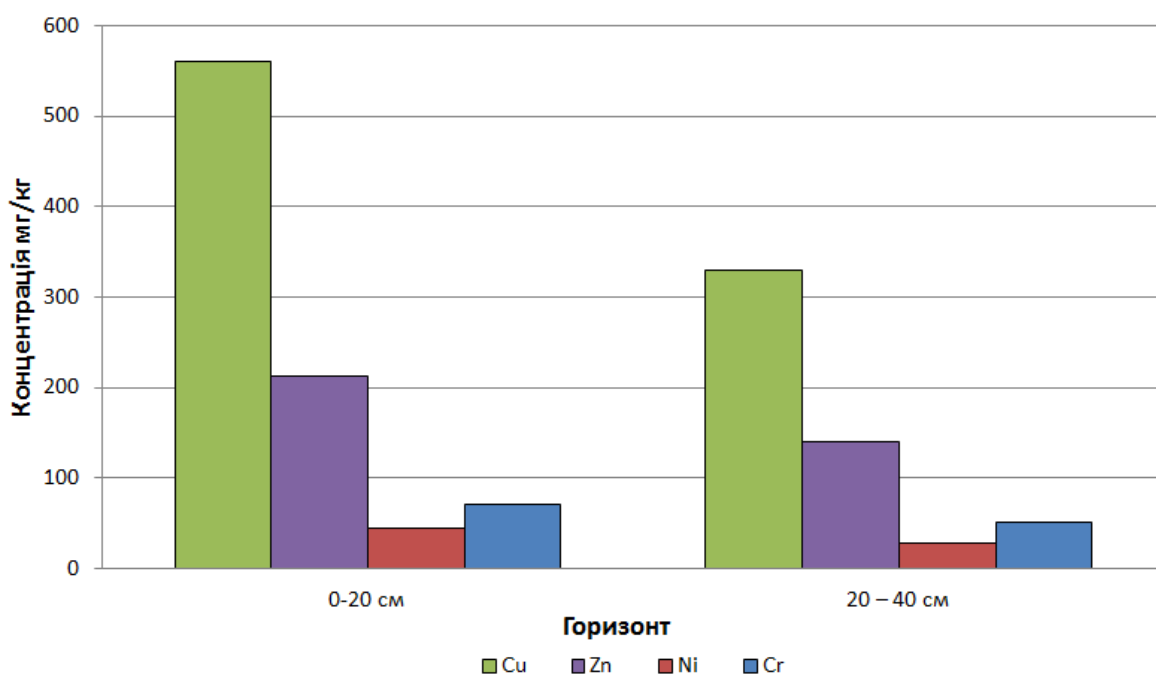


Рисунок 3.5 – Концентрація ЗР у пробах ґрунту в зоні золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ

Отримані результати показують, що максимальний внесок у забруднення ґрунтів у зоні аерації Сумської ТЕЦ чинить хром, а в зоні

золошлаконакопичувача – мідь. Найбільша міграція вниз по профілю спостерігається для хрому, цинку та міді.

Збільшення вмісту важких металів та їх здатності до міграції залежить не тільки від значення рН ґрунту, а й від основних агрохімічних показників ґрунту – цим пояснюється відмінність отриманих результатів.

Цинк утримується ґрунтами більш міцно, що зумовлює ідентифікацію менших його кількостей у вигляді обмінної форми. Цинк в основному акумулюється у поверхневих горизонтах, де він сорбується глинистими частинками, залізистими мінералами та органічною речовиною, причому при $pH < 7$ відбувається катіонний обмін, а при $pH > 7$ більший вплив чинить хемосорбція. У лужних умовах цинк адсорбується найбільш міцно, в цих умовах можливе його включення в решітку глинистих мінералів. Іони цинку швидше сорбуються та міцніше утримуються твердою фазою. Іони міді найбільше переходять у рідку фазу.

Комплексну оцінку ступеня забруднення ґрунтів проводили по сумарному показнику забруднення за формулою (3.1). Рівень забруднення ґрунтів визначався відповідно до [1] (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Рівні забруднення ґрунтів

Рівень забруднення	Сумарний показник забруднення ґрунтів Z_c
Низький	8–16
Середній	16–32
Високий	32–128
Дуже високий	>128

Результати розрахунків коефіцієнтів концентрації ЗР та сумарного показника забруднення по ґрунтових горизонтах у зоні аерації Сумської ТЕЦ та на ділянці золошлаконакопичувача наведені в табл. 3.6 та 3.7 відповідно.

Отримані дані свідчать про допустимий та низький рівень забруднення ґрунтів у зоні аерації Сумської ТЕЦ в залежності від напрямку вітру та глибини горизонту, середній рівень забруднення ґрунтів на глибині 0–20 см і низький – на глибині 20–40 см у зоні розташування золошлаконакопичувача, про що свідчить сумарний показник забруднення.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти концентрації ЗР та сумарний показник забруднення по ґрунтових горизонтах у зоні аерації Сумської ТЕЦ

Забруднюючі речовини	Фонова концентрація, мг/кг	Концентрація ЗР, мг/кг на відстанях/ K_{ci}		
		500 м	1000 м	1500 м
Напрямок Пд-Сх				
Горизонт 0–20 см				
Cr	50	100/2	210/4,2	150/3
Ni	30	60/2	120/3	80/2,7
Cu	30	60/2	95/3,2	80/2,7
Zn	60	60/1	75/1,25	60/1
Z_c		7	11,65	9,4
Горизонт 20–40 см				
Cr	50	90/1,8	180/3,6	110/2,2
Ni	40	55/1,4	80/2	70/1,8
Cu	30	30/1	50/1,7	45/1,5
Zn	60	60/1	80/1,3	60/1
Z_c		5,2	8,6	6,5
Напрямок Пн-Зх				
Горизонт 20–40 см				
Cr	50	90/1,8	130/2,6	100/2
Ni	30	50/1,7	75/2,5	60/2
Cu	30	50/1,7	80/2,7	60/2
Zn	60	60/1	70/1,2	60/1
Z_c		6,2	9	7
Напрямок Пн-Зх				
Горизонт 0–20 см				
Cr	50	60/1,2	80/1,6	60/1,2
Ni	30	40/1,3	60/2	50/1,7
Cu	30	30/1	40/1,3	30/1
Zn	60	50/0,8	60/1	55/0,9
Z_c		4,3	5,9	4,8

Таблиця 3.7 – Коефіцієнти концентрації ЗР та сумарний показник забруднення по ґрунтових горизонтах на ділянці золонакопичувача Сумської ТЕЦ

Забруднюючі речовини	Фонова концентрація, мг/кг	Концентрація ЗР, мг/кг	K_{ci}
Горизонт 0–20 см			
Cr	50	71	1,4
Ni	30	45	1,5
Cu	30	560	18,7
Zn	60	212	3,5
Z_c			25,1
Горизонт 20–40 см			
Cr	50	52	1
Ni	40	28	0,7
Cu	30	330	11
Zn	60	140	2,3
Z_c			15

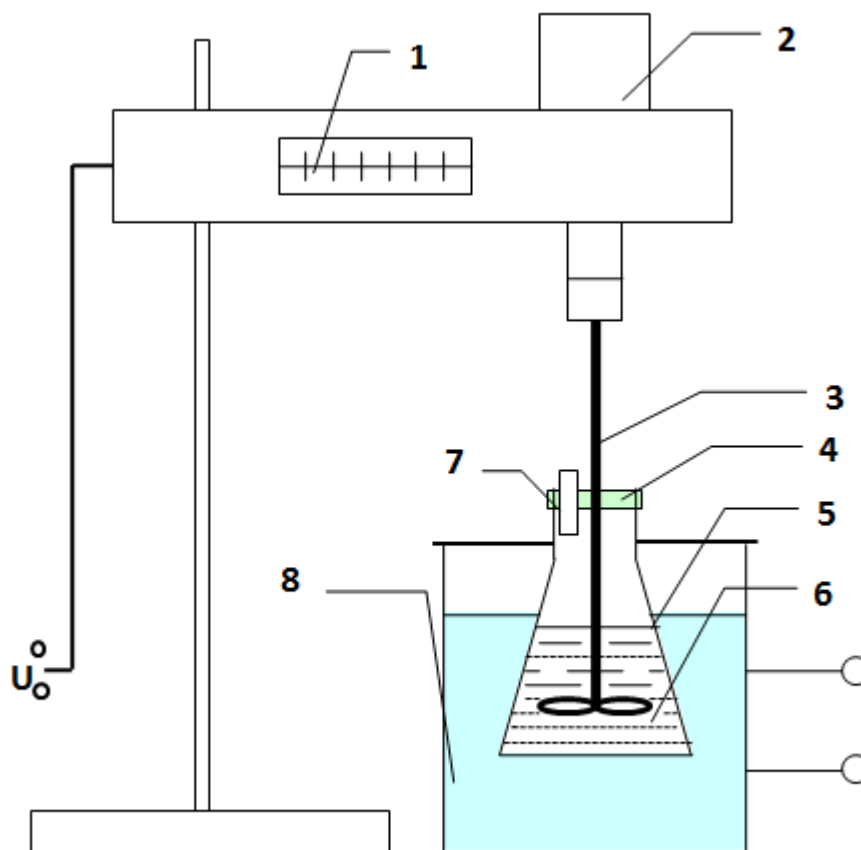
РОЗДІЛ 4 Методика дослідження сорбційних здатностей протифільтраційного екрана

4.1 Дослідження структури зразків глини рентгенодифракційним методом

Дослідження були виконані на автоматизованому дифрактометрі ДРОН-4-07 (НВП «Буревісник», Санкт-Петербург, Росія). Система автоматизації ДРОН-4-07 базується на мікропроцесорному контролері, що забезпечує керування гоніометром ГУР-9 і передачу даних у цифровому вигляді на ПК. Експериментальні результати передавалися безпосередньо до програмного пакету підтримання експерименту DifWin-1 (ТОВ «Еталон ПТЦ», Москва, Росія). Для ідентифікації кристалічних фаз робили подальшу передачу даних із вищезазначеного пакета у програмний пакет Crys-tallographica Search-Match Oxford Cryosystems Ltd [10]. Ідентифікація ліній рентгенівського спектра виконувалася шляхом автоматичного порівняння отриманих результатів із базою даних картотеки JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards).

4.2 Дослідження сорбції природним сорбентом

Дослідження сорбції природним сорбентом проводились на установці, схема якої представлена на рис. 4.1.



1 – регулятор обертів мішалки, 2 – електродвигун, 3 – вал мішалки, 4 – ущільнювач, 5 – колба, 6 – досліджуване середовище, 7 – пристрій для відбирання проб, 8 – термостат

Рисунок 4.1 – Схема експериментальної установки апарату з мішалкою

Для дослідження процесів адсорбції готували модельний розчин $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, який містив іонів Ni^{2+} від 0,025 моль-екв./л до 0,35 моль-екв./л. Наважку адсорбенту брали масою 3,00 г, об'єм модельного розчину - 60 г із розрахунку $T : P \sim 1 : 20$. Готували 5% суспензію адсорбенту з модельним розчином та перемішували її протягом 30 хв. Температурний режим підтримувався 20 ± 1 оС. Усі досліди проводили за однакових гідродинамічних умов.

Після закінчення процесів сорбції розчин відділяли від твердої фази фільтруванням крізь паперовий фільтр. У фільтраті концентрацію Ni^{2+} визначали, використовуючи його комплексоутворення з ЕДТА. Індикатором

служить мурексід, який утворює комплекс з іоном Ni^{2+} , але цей комплекс менш стійкий, ніж $\text{Ni} - (\text{EDTA})$.

Титрування проводять у лужному середовищі із використанням аміачного буфера при $\text{pH} = 10$. Додають трохи індикатора мурексиду та чекають повного розчинення. Далі проводять титрування розчином ЕДТА до зміни кольору досліджуваного розчину: від жовтого до пурпурного. Якщо зміна кольору при завершенні титрування буде відбуватися повільно, додають трохи концентрованого розчину аміаку.

Показник адсорбції розраховували як різницю концентрацій вихідного та рівноважного розчинів адсорбату:

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C)V}{m}, \quad (4.1)$$

де c_0 – вихідна концентрація адсорбату, моль-екв/л;

c – рівноважна концентрація адсорбату, моль-екв/л;

V – об'єм розчину адсорбату, л;

m – маса адсорбенту, г;

Γ – показник адсорбції, моль-екв/г.

Математичну обробку результатів експериментів проводили за допомогою пакета програм Microsoft Office Excel.

РОЗДІЛ 5 Перевірка адекватності математичної моделі перенесення ЗР у зоні аерації Сумської ТЕЦ

Перевірка адекватності математичної моделі перенесення ЗР при інфільтрації проводилась при порівнянні результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень по вмісту іонів Ni^{2+} у ґрунтах зони аерації Сумської ТЕЦ (рис. 5.1).

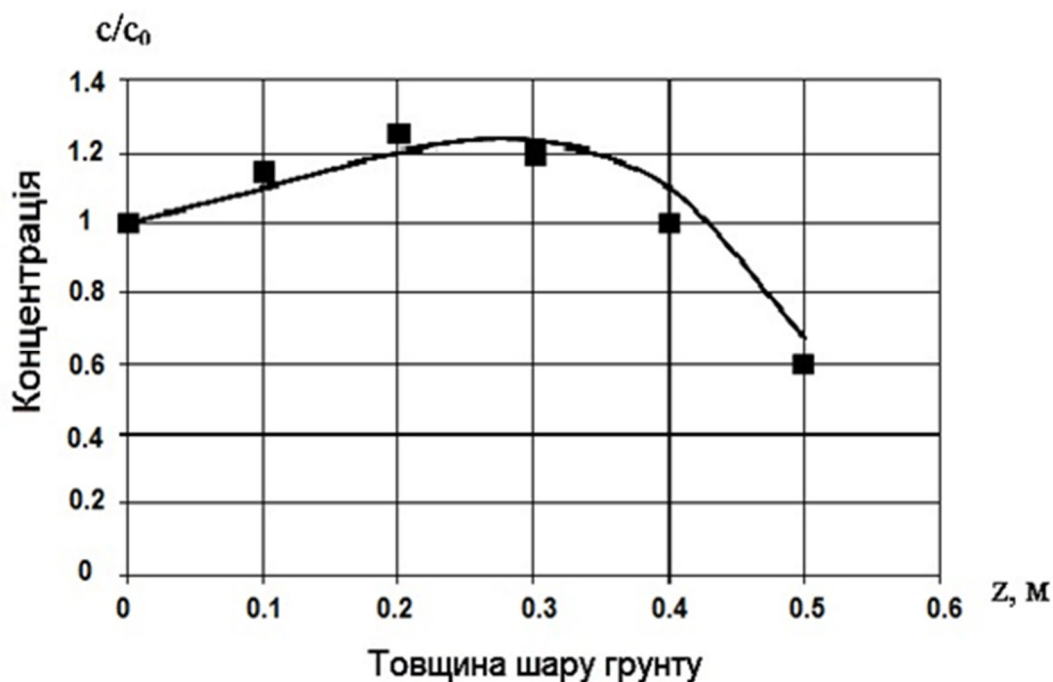


Рисунок 5.1 – Порівняння результатів моделювання та експериментальних даних: лінія – розрахунок, точки – експериментальні дані

Аналіз наведених на рис. 5.1 даних свідчить, що похибка розрахунку становить 5-7%. Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що розроблена математична модель перенесення ЗР при інфільтрації адекватно описує процеси, що протікають у реальних умовах.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження з оцінки захищеності підземних вод у районі розташування Сумської ТЕЦ показали різну захищеність підземних вод на майданчику ТЕЦ та ділянці розміщення золошлакозакладу. Якісна оцінка захищеності ґрунтових вод проводилась за рівням їх залягання, потужності та фільтраційних властивостях слабо проникних порід зони аерації. Для майданчика ТЕЦ категорія захищеності підземних вод V, тобто підземні води захищені, для майданчика золошлакозакладу – категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води незахищені.

Відібрані проби снігового покриву, ґрунтів і рослинності досліджені на вміст важких металів.

Виявлені перевищення фонових значень концентрацій важких металів у сніговому покриві, що призвело до порушення природного співвідношення форм знаходження важких металів.

Вміст іонообмінних форм важких металів у ґрунтах зменшується у ряду: $Cu > Zn > Pb > Ni > Cr$. Проведена оцінка забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення показала, що рівень забруднення ґрунтів у зоні аерації – припустимий, у зоні золовідвалу: для верхнього горизонту – середній, для нижнього – низький, що свідчить про комплексний вплив забруднення атмосферного повітря та міграції речовин з тіла золошлакозакладу.

Оцінка інтенсивності поглинання представницькими видами рослинності за коефіцієнтом біогеохімічної активності іонів важких металів показала максимальну здатність до акумуляції іонів міді у пирія повзучого, іонів цинку – у кульбаби лікарської.

Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдного водоносного комплексу на ділянці золошлакозакладу вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золовідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді

із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза.

Перевірка адекватності математичної моделі інфільтрації ЗР шляхом порівняння розрахункових даних і даних щодо дослідження міграції ЗР в ґрунтах зони аерації Сумської ТЕЦ показала розбіжність на рівні 5–7 %.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Москва, 1970. С. 488.
2. МР 5174-90. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Москва, 1990. С. 15.
3. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Якість довкілля. Відбір проб ґрунтів та відходів при здійсненні хіміко-аналітичного контролю просторового (загального і локального) забруднення об'єктів навколишнього природного середовища в районах впливу промислових, сільськогосподарських, господарсько-побутових і транспортних джерел забруднення: інструкція. Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2005. 24 с.
4. ДСТУ ISO 10381 – 1: 2002. – ISO 10381-1:2002. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 1. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 38 с.
5. ГОСТ 17.4.4.02–84. – Утв. МЗ СССР от 19 декабря 1984 г. – № 4731. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Москва: Издательство стандартов, 1984. 8 с.
6. ДСТУ ISO 10390. Якість ґрунту. Визначення рН. Чинний від 2009-10-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 4 с.
7. Гурець Г.М., Пляцук Л.Д. Моніторинг підземних вод в районі золовідвалу Сумської ТЕЦ. Сучасні технології в промисловому виробництві. Матеріали та програма III Всеукраїнської міжвузівської конференції (Суми, 22-24 квітня 2014 р.). 2014. Ч. 2. С. 34–35.
8. ДержСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною”, затвердж. наказом № 400 МОЗ України від 12.05.2010.
9. СанПіН № 4630-88 “Санитарные правила и нормы охраны

поверхностных вод от загрязнения”, утвержд. МОЗ СССР, 04.07.1988. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=v4630400-88>.

10. Программный пакет Crystallographica Search–Match. Oxford Cryosystems. Software for research, teaching and powder pattern analysis. URL: <http://www.oxcryo.com/-software/crystallographic>

11. Пляцук Л.Д., Мякаева Г.М., Мякаев О.В. Оцінка захищеності підземних вод в районі розташування Сумської ТЕЦ. Екологічна безпека: Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля. 2017. №2(24). С. 59–63.

12. Пляцук Л.Д., Гурець Г.М. Оцінка впливу золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ на підземні води. Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Ресурсозбереження і хіміко-екологічні проблеми технологічних процесів, м. Харків, 10-12 листопада 2014 р. С. 174–175.

13. Pliatsuk L., Hurets L., Miakaieva H., Miakaiev O. Assessing the impact of Sumy CHP on soil. Environmental Problems. 2017. Vol. 2, No. 2. P. 58–64.

14. Заносова В.И. К методологии эколога-гидрогеологических оценок состояния территорий. Ползуновский вестник. 2011. № 4–2. С. 11-14.

15. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. Москва. 1984. С. 266.

16. Шелковська І.М. Структурно-функціональна модель геоінформаційного моніторингу земель адміністративних територій. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2014. Випуск 6(89), Ч. 1. С. 171–177.

17. Янчев В.К., Сулейманов С.П. Оценка степени загрязнения природных вод вблизи крупных теплоэнергетических комплексов. Водные ресурсы. 1992. №1. С.162–165.

18. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Каневская Р.Д., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. Москва, 2006. С. 488

19. Ромм Е. С. Структурные модели порового пространства горных пород. Ленинград, 1985. С. 240.

20. МР 5174-90. Методические рекомендации по оценке степени

загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Москва, 1990. С. 15.

21. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Якість довкілля. Відбір проб ґрунтів та відходів при здійсненні хіміко-аналітичного контролю просторового (загального і локального) забруднення об'єктів навколишнього природного середовища в районах впливу промислових. Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2005. 24 с.

22. ДСТУ ISO 10381 – 1: 2002. – ISO 10381-1:2002. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 1. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 38 с.

23. ГОСТ 17.4.4.02–84. – Утв. МЗ СССР от 19 декабря 1984 г. – № 4731. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Москва: Издательство стандартов, 1984. 8 с.

24. ДСТУ ISO 10390. Якість ґрунту. Визначення рН. Чинний від 2009-10-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 4 с.

25. Гурець Г.М., Пляцук Л.Д. Моніторинг підземних вод в районі золівідвалу Сумської ТЕЦ. Сучасні технології в промисловому виробництві. Матеріали та програма III Всеукраїнської міжвузівської конференції (Суми, 22-24 квітня 2014 р.). 2014. Ч. 2. С. 34–35.

26. ДержСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною”, затвердж. наказом № 400 МОЗ України від 12.05.2010.

27. СанПіН № 4630-88 “Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения”, утвержд. МОЗ СССР, 04.07.1988. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=v4630400-88>.

28. Программный пакет Crystallographica Search–Match. Oxford Cryosystems. Software for research, teaching and powder pattern analysis. URL: <http://www.oxcryo.com/-software/crystallographica/>