

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 504.064:574(477.46)

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТЕРИТОРІЇ, ЩО ПРИЛЯГАЄ ДО ТЕС

Мислюк О.О., к.х.н., доцент,

Мислюк Є.В., к.т.н., доцент,

Ворона В.В.

Черкаський державний технологічний університет

Стаття посвячена оцінці якості ґрунто-ландшафтових промислової зони г. Черкаси по аніонному складу. Приоритетні забруднюючі речовини – хлорид-іони, по яких перевищується ПДК в 1,1–3,6 рази. Концентрація сульфатів відповідає середньому і високому вмісту сірки по оптимальному складу ґрунту, перевищення відносно ПДК відсутні. Отримані результати можуть бути використані при розробці комплексних планів по охороні природної середовища регіону для збереження параметрів середовища і підтримки екологічного балансу території.

Ключові слова: забруднюючі речовини, природне середовище, екологічний баланс.

Постановка проблеми. У зв'язку з значним зростанням ціни на імпортований газ спостерігається тенденція до збільшення частки твердого палива в паливному балансі України. Так, якщо із загальної річної потреби палива внесок вугілля до 2005 року складав всього 19,0–19,5 млн т умовного палива, то в 2015 році прогнозується 24–26 млн т. Таким чином, збільшення частки вугільних теплоелектростанцій у системі енергозабезпечення України з одночасним погіршенням якості викопного органічного палива, яке використовується в енергетичній галузі, використання застарілого неефективного обладнання і технологій збільшує кількість політантаів, що надходять в усі геосфери, зокрема закислюючих агентів і водорозчинних солей, і дестабілізує стан навколишнього середовища. Безперервний техногенний вплив призводить до постійних змін содового складу ґрунтів і, як наслідок перетворення їх екологічних властивостей. Саме тому вибрана для досліджень тема наукової роботи є актуальною.

Аналіз існуючих джерел. Теплові електростанції (ТЕС), які складають дві третини встановлених потужностей енергетики України і забезпечують до половини виробництва електроенергії, є одними з головних джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу. Напруження в цю ситуацію додає той факт, що близько 90 %

The article is devoted to the quality estimation of the soils in the industrial area of Cherkassy by anionic composition. The main contaminants are the ions of chlorine, which are exceeding the MPC (maximum permissible concentration) in 1,1-3,6 times. The concentration of sulfates is on middle or high level comparing to optimum composition of a soil, however there is no exceeding relatively to the MPC. These results can be used for the complex plans on the region environmental protection, for the maintenance of ecological balance within Cherkassy industrial area.

Key words: contaminants, natural environment, ecological balance.

енергоблоків виробили свій розрахунковий ресурс – 100 тис. годин, при цьому 51 % енергоблоків перетнули прийнятну в світовій енергетичній практиці межу граничного і фізичного спрацювання – 200 тис. годин [1–4]. У найближчі 5 років напрацювання більшості з них наблизяться до критично допустимої межі – 300 тис. год. Не в кращому становищі знаходиться і очисне обладнання, котре призначене в основному для уловлення золи. Установки сірко- і азотоочистки фактично відсутні на ТЕС України. За даними Європейської Економічної Комісії ООН загальні викиди сірки Україною складають 7% всіх європейських викидів цього забруднювача, а більшість наших ТЕС включені до списку 100 найбільш крупних джерел забруднення атмосфери Європи діоксидом сірки [5–7].

Значне місце серед інших міст України з розвинутою хімічною та машинобудівною промисловістю посідає м. Черкаси, для якого проблема забруднення довкілля є актуальною. Під впливом зростаючого антропогенного навантаження порушується функціонування ґрунто-ландшафтів, біогеоценозів тощо. Найбільшого впливу зазнали зелені насадження, що ростуть в безпосередній близькості до джерел забруднення [9–11].

Одним з головних чинників зміни стану рослинності в місті, разом з газопиловими вики-

дами, є легкорозчинні солі, які застосовують на дорогах і у дворах як реагенти проти ожеледиці. Під час танення снігу ці солі поступають в ґрунт і викликають її засолення. Відомо, що наявність у ґрунті водорозчинних солей у великій мірі впливає на його фізичні властивості, а також на здатність опору до навантажень. Засоленість викликає різку зміну реакції ґрунтового розчину, складу поглинених катіонів, підвищує мобільність органічної речовини, погіршує водний режим ґрунту, його структурно-текстурні особливості, створюються несприятливі умови для розвитку і росту рослин. При виникненні високої концентрації в ґрунтовому розчині іонів Cl^- у рослинах порушується процес транспірації. В умовах широкого розповсюдження солонцюватих і карбонатних ґрунтів відбувається зниження біопродуктивності гумусових горизонтів. Ступінь змін залежить від кількості та складу солей у ґрунтах [12, 13]. Токсичність солей варіює в залежності від природи катіонів і аніонів. Межі токсичності залежать від антагонізму іонів в ґрунті, від типу засолення та інших факторів, що зумовлюють механізми іонного обміну при взаємодії ґрунт–рослина. В засолених ґрунтах мають місце головним чином комплексні взаємодії, в яких переплітаються явища сумації, синергізму і антагонізму різних іонів [14].

Мета роботи. Ґрунт служить природним акумулятором багатьох речовин-забруднювачів. Завдяки своїй здатності накопичувати і зберігати забруднюючі речовини, що поступили на його поверхню з сухими і вологими випаданнями з атмосфери, ґрунтовий покрив є оптимальним об'єктом для оцінки забруднення навколишнього середовища. При вивченні екологічного стану міських ґрунтів, що формуються в умовах масованих і нерегульованих у просторі і часі антропогенних впливів, важливе значення має дослідження комплексу показників, що дозволяє оцінити сумарний ефект всіх змін абіотичного характеру на ґрунтові екосистеми і діагностувати на ранніх етапах розвиток ряду негативних ґрунтових процесів. З метою комплексної оцінки якості урболандшафтів був проведений геохімічний аналіз ґрунтів за вмістом водорозчинних сполук: карбонатів, нітратів, сульфатів, хлоридів й рН ґрунту. При проведенні спостережень враховували геоморфологічні та метеорологічні та кліматичні особливості території.

Результати досліджень та їх обговорення. Місто Черкаси розташовано в області північно-східного схилу гірського утворення – Українського кристалічного щита, який поступово опускається в напрямку річки Дніпро. Земельні масиви характеризуються відносно рівною поверхнею, проте мікрорельєф має де-

яку хвилястість та мікрозападни різної форми і глибини. Ґрунтовий покрив антропогенно глибоко перетворений, має неоднорідний рисунок, що пов'язано з різноманітністю геоморфологічної будови території, характером ґрунтоутворюючих порід якими є леси та лесовидні суглинки. В ході досліджень було встановлено, що морфологія міських ґрунтів навіть при мінімальному ступені порушеності, відрізняється рядом істотних особливостей в порівнянні із зональними ґрунтами. Щільність структури ґрунту $1,27 \text{ г/см}^3$, щільність твердої фази $2,28 \text{ г/см}^3$, пористість 44,3 %. Фільтраційні властивості ґрунтів досить високі. Гранулометричний склад ґрунтів формується під впливом наступних факторів: природних, головним чином літолого-геоморфологічних, і антропогенних, значення яких від периферії до центру міста зростає і стає домінуючим. З наведеними літологічними відмінностями пов'язані можливості як накопичення забруднюючих речовин, так і самоочищення ландшафтів.

Враховуючи, що рельєф місцевості слабо пагористий (коефіцієнт рельєфу місцевості приймається рівним 1), на формування ареалу розсіювання будуть впливати головним чином метеорологічні особливості території [10]. На механізм просторового розподілу шкідливих домішок в регіоні впливає низька середньорічна швидкість руху повітряних мас, а також наявність інверсійних процесів, що відбуваються в атмосфері. Метеорологічний потенціал розсіюючої здатності атмосфери МПА $< 0,7$, тобто в регіоні переважають процеси накопичення домішок, а не їх розсіювання. Потенціал забруднення атмосфери у районі, якій охоплює територію у радіусі 100 км, дорівнює 3,4, що згідно умовній класифікації, відповідає високому потенціалу забруднення [15], потенційна генетична стійкість природного середовища переважно нестійка, що й спричиняє аеротехногенне забруднення екотопів міста. Комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА), у 1991 році (високий рівень антропогенного навантаження) складав 21,34, в 2007 р. – 7,85 [16].

Говорячи про вплив місцевих кліматичних умов, які зумовлюють сезонні зміни у співвідношенні тепла і вологи, на процеси забруднення і самоочищення ґрунтів, відзначимо, що порівняно високі літні температури повітря (середня липнева 20°C) і помірна кількість опадів (400–500 мм) обумовлюють випаровуваність і аерацію ґрунтових вод (особливо тих що залягають на глибині 2–4 м), напівпромивний (імпермацідний) водний режим ґрунтів. Отже, сили самої природи до зовнішньої техногенної дії недостатні і є значний ступінь ризику – при збільшенні

антропогенного тиску збільшується вірогідність високого забруднення ландшафтів.

В комплексі антропогенних факторів, які негативно впливають на навколишнє середовище, особливе місце по своїй значимості та ступеню впливу на довкілля займає аеротехногенне забруднення атмосфери. У місті 2064 підприємства, які забруднюють довкілля, з них 290 здійснюють викиди в атмосферу стаціонарними джерелами [17]. Сьогодні в атмосферу міста викидається понад 150 найменувань шкідливих речовин, що підлягають обліку.

Значними забруднювачами повітря є підприємства хімічної (22 %), енергетичної (20 %) та харчової (15 %) промисловості. Хоча частка цих підприємств у загальній кількості викидів незначна – 24 %, проте від них надхо-

дить у довкілля 57 % забруднюючих речовин. Активним забруднювачем природних ландшафтів є також транспортні засоби.

Проведений аналіз існуючих джерел забруднення показав, що одним з головних забруднювачів біосфери поллютантами, що надходять аеротехногенним шляхом, у місті є ТЕС (табл. 1), яка розташована у південно-східному промвузлі. Основні види енергоносіїв на підприємстві – природний газ та вугілля, частка якого в останні роки значно зросла (рис. 1) в зв'язку із зростанням цін на природний газ, а якість погіршилася, що, звичайно, призвело до збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, зокрема оксидів азоту і твердих частинок [18, 19], та зростання категорії небезпеки підприємства (рис. 2).

Таблиця 1

Викиди забруднюючих речовин від основних забруднювачів, тис. т

Джерело забруднення	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Черкаська ТЕС	7,058	7,090	7,087	7,096	7,104	13,001	11,241	8,576
ВАТ "Азот"	5,235	6,543	7,969	9,441	6,439	6,586	5,878	7,404
ВАТ "Хімволокно"	2,085	2,090	2,091	2,011	2,020	0	0	0
Автотранспорт	20,086	21,553	20,491	18,794	19,714	18,402	19,580	17,830

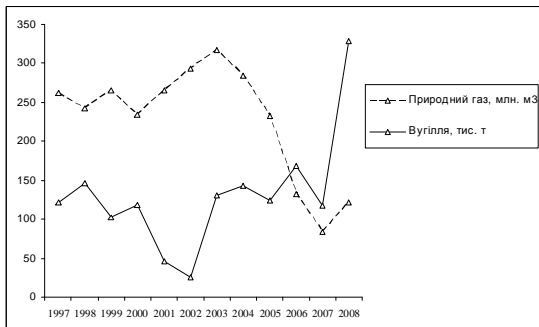


Рис. 1. Споживання палива на ТЕС

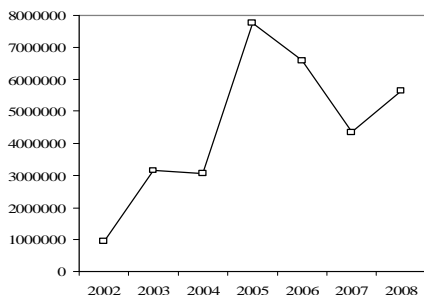


Рис. 2. Динаміка зміни категорії небезпеки ТЕС

Приоритетними за валовим викидом виявилися: діоксид азоту, діоксид сірки, пил вугільного концентрату (рис. 3), за КНР – діоксид азоту і діоксид сірки (рис. 4), тому з врахуванням їх імовірних хімічних перетворень припускалося утворення кислотоутворюючих іонів і,

як наслідок, закислення ґрунтів, їх трансформація, порушення функцій ґрунту тощо.

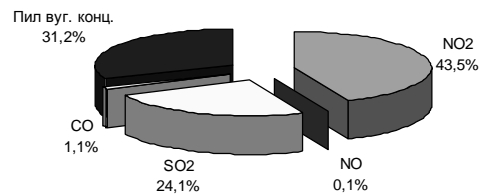


Рис. 3. Ранжування забруднюючих речовин по масі викиду

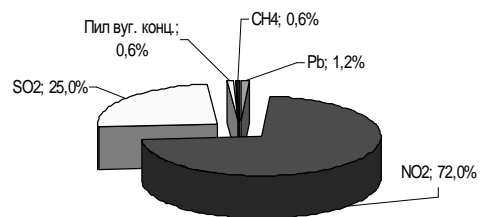


Рис. 4. Ранжування забруднюючих речовин по КНР

Для виявлення закономірностей формування несприятливих екологічних ситуацій в місті необхідне вивчення хімічного складу депонуючих середовищ, а також природних факторів забруднення і самоочищення ландшафтів. При виконанні досліджень використовувався еколого-геохімічний підхід. Вихідними робочим документом була карта-схема

міста (масштаб 1:20000) з нанесеною багато-річною розою вітрів (за 8 румбами). З геометричного центру дослідження (основне джерело забруднення атмосферного повітря) на карту – схему наносили точки на відстані 100, 500, 1000, 1500 і 2000 м від санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємства.

Об'єкт досліджень – поверхневий шар ґрунту. Для отримання достовірних даних щодо рівня техногенного навантаження проводили порівняння з використанням загально-фононих показників з території с. Мельники. Дана ділянка розташована за 100 км від міста в північному напрямку. На даній території антропогенний вплив мінімальний, невелика частка автотранспорту, відсутність поблизу промисловості, отже дана ділянка є оптимальною для використання фононих показників.

Відбір проб ґрунту проводилися за ГОСТ 26423 – 85; дослідження рН ґрунту – за ГОСТ

26423-85 потенціометричним методом; дослідження вмісту карбонатів і гідрокарбонатів – за ГОСТ 26424-85 титрометричним методом; хлоридів – за ГОСТ 26425-85 титрометричним методом; сульфатів – за ГОСТ 26426-85 гравіметричним методом; нітрат-іонів – потенціометричним методом за допомогою іон-селективного електроду.

Для дослідження було обрано чотири модельні ділянки, а саме східний, західний, північний, і південно-західний напрямки від санітарно-захисної зони ТЕС. Дані модельні ділянки характеризуються підзолистим малогумусним ґрунтом, дерновий шар незначний, серед деревної рослинності переважає: липа серцелиста, береза повисла, тополя; зімкнутість крон – в межах 30%; трав'яний покрив представлений різновидністю злакових – 50%; метеоумови на час відбору проб: опади у вигляді короткочасного дощу, вітер північно-східний. Результати досліджень ґрунту представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика ґрунтів на модельних ділянках

Показник	Характеристика ґрунтів на відстані від СЗЗ, м																			
	100				500				1000				1500				2000			
	С	ПдЗ	Пн	З	С	ПдЗ	Пн	З	С	ПдЗ	Пн	З	С	ПдЗ	Пн	З	С	ПдЗ	Пн	З
рН	7,1	6,7	6,85	7,3	7,15	7,3	7,1	8,2	7,25	7,75	7,65	6,9	7,3	6,9	7,7	8,5	7,35	7,8	7,85	8,0
Кс (Cl ⁻)	7,5	3,3	5,0	6,7	8,3	5,3	7,0	7,5	6,7	4,7	5,0	8,3	10,0	6,3	4,7	10,0	6,7	4,7	4,3	13,3
Кс (НСО ₃ ⁻)	2,5	2,0	2,5	3,6	3,0	2,7	2,7	3,9	3,5	3,3	3,8	4,5	4,1	1,8	1,9	4,6	5,2	4,0	4,3	5,0
Кс (NO ₃ ⁻)	3,0	6,1	6,5	1,2	2,6	6,8	3,9	1,3	3,4	7,5	5,5	1,3	1,9	4,3	5,9	1,3	4,4	5,7	7,4	1,4
Кс (SO ₄ ²⁻)	1,1	3,4	2,8	1,3	1,2	3,6	4,0	1,4	1,2	3,9	4,0	1,6	1,3	4,3	4,6	1,6	1,3	4,5	4,9	1,7
Zc	11,4	11,8	13,8	9,8	12,1	15,4	14,6	11,1	11,8	16,4	15,3	12,7	14,3	13,7	14,1	14,5	14,6	15,9	17,9	18,4

Урбаноземі мають нейтральну і слабо лужну реакцію. За величиною рН згідно критеріям оцінки ступеню хімічного забруднення об'єктів навколишнього середовища [20, 21] ситуація оцінюється як відносно задовільна. Водорозчинних карбонатів у ґрунті не виявлено, що корелює із рН водної витяжки. Вміст гідрокарбонатів, який становить 15,3–44,2 мг/100 г ґрунту, підтверджує значення рН і свідчить про слабку лужність ґрунту. Вміст сульфатів коливається в діапазоні 0,6–2,6 мг/100 г ґрунту, що відповідає середньому і високому вмісту сірки по оптимальному складу ґрунту, перевищення відносно ГДК відсутнє.

За показником сумарного забруднення (Zc < 16) ситуацію на дослідженій території охарактеризується як відносно задовільна. Із збільшенням відстані від СЗЗ Zc зростає. В ґрунтах в східного і західного напрямку цей показник є найменшим і дану територію можна вважати такою, що зазнає менший антропо-

генний тиск. Приоритетними забруднюючими речовинами за величиною Кс є хлорид-іони (Кс = 3,3 – 13,3), на другому місці знаходяться нітрат-іони (Кс = 1,2 – 7,5), на третьому – гідрокарбонат-іони (Кс = 2,0 – 5,2). Найбільшими коефіцієнти концентрації по нітрат-іонам виявилися в ґрунтах в північному та південно-західному напрямках, що корелюється з розою вітрів і накладанням ареалів забруднення потужного джерела викидів – ВАТ «Азот».

За типом засоленості переважає хлоридне засолення, особливо в східному і західному напрямках (табл. 3, рис. 5). Вміст хлоридів на дослідженій території коливається від 52,7 до 191,7 мг/100 г ґрунту, що в порівнянні з ГДК відповідає перевищенню в 1,1–3,6 рази. Особливо високий вміст хлорид-іонів спостерігається поблизу доріг. За результатами досліджень з використанням системи MathCAD були побудовані карта-схема забруднення ґрунтів хлоридами (рис. 6).

Ступень і тип засоленості ґрунтів залежно від концентрації солей

Напрямок	Масова частка солей в сухому ґрунті, %			Тип засоленості	Ступень засоленості
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
Східний	0,11	0,001	0,03	хлоридне засолення	сильнозасолені
Південно-західний	0,07	0,002	0,02		середньозасолені
Північний	0,07	0,002	0,03		середньозасолені
Західний	0,13	0,001	0,04		сильнозасолені

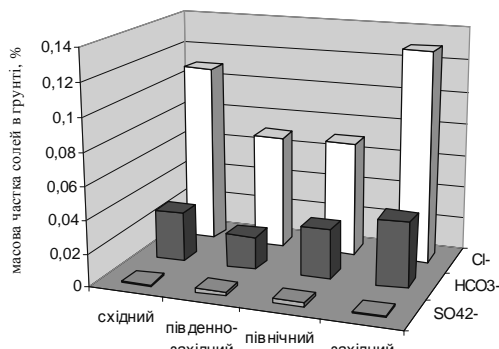


Рис. 5. Гістограма засоленості ґрунтів

Після атмосферних опадів аніонний склад ґрунту значно змінюється (табл. 4), а саме вміст хлоридів зменшився в 1,2–2,1, вміст нітратів,

сульфатів збільшився в 1,4–2,2 і 1,6–2,6 рази відповідно. Зменшення концентрації хлорид-іонів після дощу можна пояснити їх вимиванням в нижні горизонти ґрунту.

Кількість нітрат- і сульфат-іонів, що надходять з опадами, більше за кількість нітрат- і сульфат-іонів, що вимиваються. Таким чином, природний промивний режим не забезпечує необхідного зниження засоленості. Величина рН ґрунту збільшилась в бік лужності, що пояснюється розташуванням в досліджуваному регіоні ВАТ «АЗОТ», у викидах якого містяться такі речовини як аміак. Амонійний іон NH₄⁺, що утворюється при розчиненні аміаку (NH₃) у дощовій воді, має лужну реакцію і частково зменшує кислотність.

Таблиця 4

Вміст речовин в ґрунті до і після атмосферних опадів, мг/100 г ґрунту

Показники	Концентрація речовин в пробах на відстані від СЗЗ									
	100 м		500 м		1000 м		1500 м		2000 м	
	до дощу	після дощу	до дощу	після дощу	до дощу	після дощу	до дощу	після дощу	до дощу	після дощу
pH	7,1	8,15	7,15	7,95	7,25	8,10	7,3	8,10	7,35	8,25
Cl ⁻	107,8	52,69	119,8	100,6	95,8	57,12	143,7	67,06	95,8	71,85
HCO ₃ ⁻	20,9	23,16	25,5	26,35	29,9	32,64	35,10	36,52	44,20	44,87
NO ₃ ⁻	2,07	3,94	1,84	3,42	2,4	3,4	1,33	2,94	3,07	2,8
SO ₄ ²⁻	0,565	0,88	0,62	0,99	0,65	0,66	0,7	1,48	0,71	1,28

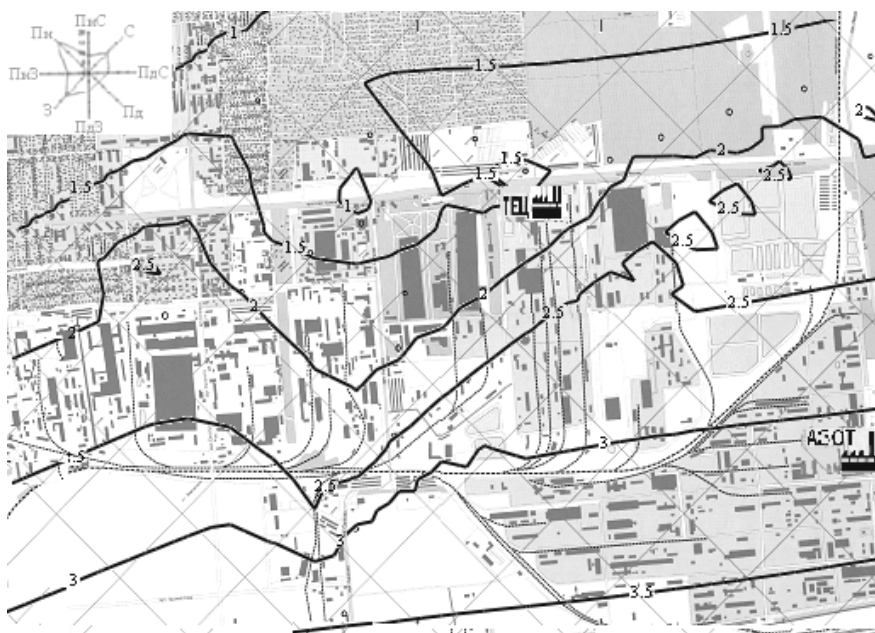


Рис. 6. Карта-схема забруднення ґрунтів хлоридами (в долях ГДК)

Висновки. Територія південно-східного промвузла є ареалом глибоко зміненої природи, в межах якої ґрунтовий покрив піддався радикальному перетворенню і в реальній дійсності є складною гетерогенною системою, що складається з поєднання численних антропогенних модифікацій ґрунтів і штучних ґрунтоподібних утворень. Найбільш характерним і екологічно значущим процесом урбаногенного перетворення ґрунтів є хімічне забруднення. Перехід ТЕС на вугілля збільшить навантаження на урболандшафти, зокрема по сірці, що призведе до збільшення степеню засоленості ґрунтів.

До характерних ознак антропогенної трансформації ґрунтів можна віднести різке збільшення в порівнянні з природними зональними ґрунтами ступені просторової неоднорідності аніонного складу ґрунтового покриву, що виникає в результаті складного поєднання процесів природної самоорганізації і різнохарактерних урбаногенних дій; розвиток в урбаноземах району процесів техногенного засолення, карбонатизації (зміна кислотно-лужного балансу у бік підлужовування).

Природний промивний режим не забезпечує необхідного зниження засоленості. Для покращення ситуації в квітні-травні слід організувати промивку ґрунту при нормі 100–110 л/м² води на супіщаних ґрунтах і 120–160 л/м² на суглинистих, не допускаючи її розмиву. Цей захід дозволяє знизити і лужність ґрунтів. Рекомендуються внесення кислих добрив: сірчанокислового амонію, сірчанокислового маґнію і ін. або гіпсу (при рН > 8) з розрахунку 0,3 кг/м². На лужних ґрунтах можливе використання кам'яновугільної золи, що присутня у відходах ТЕС.

Отримана в ході досліджень фактична інформація розглядається як попередній орієнтир для об'єктивнішої і науково обґрунтованої оцінки екологічного стану міських ґрунтів і організації ґрунтово-екологічного моніторингу міських територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Майстренко А.Ю. Вопросы повышения эффективности использования твердого топлива на ТЭС // Энергетика и электрификация. – 2004. – № 12. – С. 17–20.
2. Борисов М.А. Реабілітація ТЕС – забезпечення сталої роботи об'єднаної енергосистеми України // Энергетика и электрификация. – 2004. – № 3. – С. 2–3.
3. Энергетична стратегія України на період до 2030 року та подальшу перспективу (проект). Мінпаливенерго та НАН України, 2003.
4. Підсумки роботи електроенергетики у 2003 році: Звіт Мінпаливенерго України за 2003 рік від 20.02.2004 р.
5. Екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу України / М.М. Ворочук, О.С. Григор'єв, Б.З. Пірашвілі. – К., 2000. – 35с.

6. Целлингер Г., Грубер К.-Х. Снижение выбросов SO₂ в Европе // Мировая энергетика. – 1994. – № 1. – С. 14–16.
7. Про адміністративні та економічні важелі зменшення викидів у атмосферу від теплових електростанцій / Ю.П. Корчевой, І.А. Вольчин, А.А. Потапов, В.А. Ращепкін // Новини енергетики. – 2004. – № 3. – С. 45–52.
8. Про заходи щодо реконструкції та модернізації електростанцій у період до 2010 р.: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.09.2004 р. № 648-р.
9. Стан навколишнього середовища міста Черкаси, Випуск 1; Черкаси: НДІТЕХІМ – 1996 – 72 с.
10. Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. Природні і антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами. Повідомлення 1. // Вісник «Львівська політехніка». 2007. – № 590. – С. 260–269.
11. Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. Антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2007. – Вип. 4. – С. 48–53.
12. Каверина С.А., Климентьев А.И., Ложкин И.В. Геоэкологическая оценка трансформации почвенного покрова Орско-Новотроицкого промвузла. // Вестник ОГУ. – 2007. – №.3. – С. 134–142.
13. Назаренко І.І., Польшина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство. – Чернівці, 2003. – 400 с.
14. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы. – М.: ВО Агропромиздат, 1986. – С. 146–148.
15. Комплексное обследование загрязнения воздушного бассейна в г.Черкасы. // Отчет по НИР – Москва, Институт прикладной биофизики им. Федорова, 1991. – 40с.
16. Огляд стану забруднення атмосферного повітря. Черкаський обласний центр з гідрометеорології – Черкаси, 1991 – 2007.
17. Стан повітряного басейну Черкаської області. Черкаське обласне управління статистики.
18. Отчет по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников ГП «Черкасская ТЭС».
19. Звіт по 2-ТП повітря Черкаської ТЕС.
20. Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю.А. Афанасьева, С.А. Фомин, В.В. Меньшов и др. – Изд-во МНЭПУ, 2001 – 337 с.
21. Байтелова А.И., Шабанова С.В. Оценка экологического неблагополучия территории, прилегающей к котельной КСЧ Тоцкого района Оренбургской области. // Вестник ОГУ. – 2007. – № 1. – С. 100–106.

Мислюк О.О., к.х.н., доцент Черкаського державного технологічного університету.

Мислюк Є.В., к.т.н., доцент Черкаського державного технологічного університету.

Ворона В.В., студент Черкаський державний технологічний університет.