

ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ КИСЛОТНО-СОЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПЕДОСФЕРИ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА)

Борисов Олександр Олександрович аспірант

Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського"

Borysov O.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація: описано хімічні та фізико-хімічні процеси, що відбуваються в довіллі з основними компонентами емісії відпрацьованих газів автомобілів, зазначено ризики цих перетворень для здоров'я людини і вищих тварин. Зроблено висновок щодо необхідності комплексного аналізу екологічного стану території, розташованих поблизу автомагістралей. За методами хімічного і фізико-хімічного аналізу проведена оцінка кислотно-сольового забруднення атмосферних опадів та придорожніх ґрунтів поблизу транспортних розв'язок однієї з основних автомагістралей м. Києва – проспекту Перемоги. Встановлено, що навесні, після використання протижелезних засобів, рН водних витяжок зразків придорожніх ґрунтів сильно зміщений у бік лужного середовища, а забруднення іонами Хлору зросло майже в 1,9–2,6 рази. Окрім того, після 3–5 діб знаходження сніжного покриву поблизу автомагістралі спостерігалось суттєве збільшення в ньому грубодисперсного і дрібнодисперсного пилу, а також зміна рН до лужного і слабколужного.

Ключові слова: педосфера, ґрунти, кислотно-сольове забруднення, забруднення автотранспортом, дорожньо-транспортний комплекс, кислотність.

Вступ

Загальновідомо, що забруднення навколишнього природного середовища в багатьох регіонах нашої країни набуває загрозливого рівня та створює реальну небезпеку здоров'ю населення. І особливо шкідливим для довіллі і людини експерти вважають вплив автотранспортного комплексу (АТК), що відбивається на всіх складових біосфери – повітряному середовищі, поверхневих і ґрунтових водах, ґрунтах тощо.

Таке становище зумовлено тим, що у великих містах і передмістях збільшуються площі земель, зайнятих автомагістралями, зростає інтенсивність руху автотранспорту, і, як наслідок, – обсяги споживання нафтового моторного палива, кількість викидів токсичних речовин з відпрацьованими газами тощо. На геохімічних бар'єрах поряд із транспортними "артеріями" та автодорогами і, особливо, поблизу транспортних розв'язок формуються техногенні аномалії шкідливих речовин (ШР), які, в свою чергу, здатні спричинити подальше забруднення довіллі, впливати на здоров'я людей і особливо – дітей.

Такі техногенні аномалії є потенційно небезпечними не тільки для біологічних об'єктів і людини, а й становлять загрозу для репродуктивної функції та здоров'я наступних поколінь, оскільки, за даними фахівців [1], здатні провокувати безпліддя, зростання вірогідності народження дітей з генетичними вадами і призводити до порушень нормального розвитку дітей. Отже, комплексне дослідження екологічного стану території, розташованих поряд з автомагістральними шляхами і автотранспортними розв'язками, а також визначення потенційного впливу АТК на педосферу і здоров'я населення є важливими і актуальними завданнями сучасності.

Постановка проблеми і аналіз попередніх досліджень

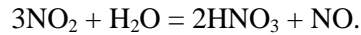
Шкідливі речовини можуть потрапляти до педосфери різними шляхами та в різному агрегатному стані, зокрема, з атмосферного повітря (різноманітні аерозолі – як грубодисперсні, так і дрібнодисперсні), з опадами і ґрунтовими водами, при використанні взимку комунальними службами протижелезних хімічних реагентів тощо. Серед основних забруднювачів атмосферного повітря – оксиди Нітрогену, Сульфуру і Карбону, поліциклічні вуглеводні (зокрема, бенз(а)пірен), формальдегід тощо. У дрібнодисперсному стані до атмосфери можуть потрапити сполуки важких та інших металів (Плюмбум, Кадмій, Нікол, Молібден, Цинк, Купрум, Меркурій, Станум, Ферум тощо), а також пил різного походження і дисперсності та ін.

З атмосферними опадами (дощем і снігом) до педосфери, ґрунтових і поверхневих вод можуть потрапити нітратна і сульфатна кислоти, а також сульфати, нітрати та інші токсичні сполуки. Як наслідок, відбувається не тільки забруднення ґрунту і вод ШР, а й зміна їх кислотності (водневого показника рН) та сольового складу. Як показує практика екологічного моніторингу, через можливі у навколишньому природному середовищі хімічні й біохімічні перетворення токсичність первинних забруднювачів може не

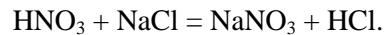


тільки спадати, а й різко зростати. Розглянемо детальніше деякі з можливих хімічних і фізико-хімічних перетворень токсичних викидів автотранспортних засобів у природному середовищі.

У вологому повітрі оксид Нітрогену (IV) NO_2 реагує з аерозолем хлориду Натрію NaCl , що завжди присутній у ньому (особливо після використання взимку як протиожеледного засобу у вигляді піщано-сольової суміші) з утворенням нітрату Натрію NaNO_3 і сильної хлоридної (соляної) кислоти HCl , яка є надзвичайно шкідливою для довкілля. Цей процес відбувається у дві стадії, і перша стадія процесу проходить з утворенням ще сильнішого забруднювача довкілля – нітратної (азотної) кислоти [2]:

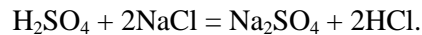


Друга стадія процесу – адсорбція парів нітратної кислоти частинками хлориду Натрію з виділенням HCl :



Оксид Карбону (IV) при взаємодії з дощем або вологою повітря розчиняється з утворенням слабкої карбонатної (вугільної) кислоти H_2CO_3 ($\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), а Оксид Карбону (II) зберігає при цьому свою молекулярну форму. Оксид Сульфуру (IV), що завжди присутній у вихлопах автомобілів та інших автотранспортних засобів, здатний до фотохімічного (або за іншим механізмом) окиснення до оксиду Сульфуру (VI), взаємодія якого з водою призводить до утворення сильної сульфатної (сірчаної) кислоти H_2SO_4 . При цьому, якщо, наприклад, у атмосферному повітрі присутній амоніак NH_3 (сам по собі дуже шкідлива для природного середовища і здоров'я людини речовина), то він здатен дещо нейтралізувати шкідливу дію сульфатної кислоти за рахунок утворення твердого дрібнодисперсного сульфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Кінцевими продуктами трансформації оксиду Сульфуру (IV) у довкіллі можуть бути також сульфат Натрію Na_2SO_4 , який утворюється при взаємодії крапель сульфатної кислоти з аерозольним хлоридом Натрію NaCl , та хлоридна кислота HCl :



Аналогічна взаємодія відома й для карбонатів [2].

Забруднюючі речовини, потрапляючи у ґрунт, можуть переходити в ґрунтові й поверхневі води, в рослини тощо і далі рухатися по трофічних ланцюгах до організмів тварин і людини. З пилом ШП можуть мігрувати на великі від джерел викидів відстані, формувати ареали забруднень на природних і техногенних геохімічних бар'єрах, спричинюючи небезпечне і неконтрольоване забруднення селітебних територій. І особливо шкідливими є оксиди Сульфуру й Нітрогену, а також сполуки важких металів, формальдегід та циклічні вуглеводні. Не можна ігнорувати також здатність живих організмів до біоаккумуляції ШП і можливість їх перенесення, наприклад з листям, на інші, незабруднені території.

Зокрема сполуки важких металів можуть адсорбуватися та взаємодіяти з ґрунтовим гумусом, утворюючи міцні поганорозчинні сполуки, що накопичуються в ґрунтовому покриві і призводять до вторинного забруднення поверхневих і ґрунтових вод. Відомо [3], що глибина проникнення сполук важких металів у ґрунт становить в середньому 15–20 см (хоча, за іншими даними, вони здатні проникати й на глибину до 160 см) [4]. Причому, найбільшу міграційну здатність виявляють сполуки Цинку і Меркурію (розповсюджуються в ґрунті майже рівномірно до 20 см в глибину), а сполуки Плюмбуму, навпаки, концентруються у поверхневому шарі педосфери (глибина проникнення приблизно 2–2,5 см), створюючи особливу небезпеку для здоров'я людей і тварин. Сполуки Кадмію, як правило, займають проміжне положення [3; 5].

Навіть біогенні елементи у випадку потрапляння до організму людини вище за необхідну для життєдіяльності норму здатні призводити до важких отруєнь і хвороб. У першу чергу це стосується такого "металу життя", як Купрум, надлишок якого в організмі є небезпечним для здоров'я. Тобто існує певний поріг як за мінімальною концентрацією, так і за максимальною концентрацією речовини, іону або хімічного елементу, у межах якого життєдіяльність людини зберігається в нормальному стані.

Безумовно, проблема забруднення навколишнього природного середовища є комплексною, оскільки всі його складові перебувають у постійному взаємозв'язку. На сьогодні в Україні і в світі загалом накопичено велику кількість експериментального матеріалу з проблем забруднення різних елементів довкілля ШП, в тому числі й під тиском автотранспорту. Однак, цілий ряд питань ще залишаються невирішеними і потребують додаткових досліджень.

У зв'язку з цим, *метою статті* є комплексне оцінювання геоекологічного стану територій, розташованих поблизу великих автомагістральних шляхів, за допомогою методів хімічного і фізико-хімічного аналізу опадів (дощу, снігу) та водних ґрунтових витяжок, тобто кількісне і якісне



визначення кислотно-сольового забруднення придорожніх ґрунтів та атмосферних опадів.

Основні результати дослідження

Під час підготовки до комплексного дослідження геоecологічного стану територій поблизу великих автомагістралей виявлено, що забудова м. Києва має несприятливу в ecологічному відношенні структуру вулично-дорожньої мережі, особливо у центральних районах міста, в тому числі й на досліджуваних ділянках в безпосередній близькості до проспекту Перемоги (пр. Перемоги). Великі ecологічні проблеми для міста створює нерозвинена і майже неконтрольована система паркування автомобілів, що, в свою чергу, спричинює утворення додаткових заторів руху і зменшення швидкості автотранспорту; а також розростання площ доріг, постійне скорочення зелених насаджень, використання взимку різноманітних протижелезних засобів, в тому числі й піщано-сольових сумішей.

Все це спричинює погіршення ecологічного стану як самої автомагістралі, так і придорожніх територій, ґрунтових і поверхневих вод тощо, негативно впливає на тваринний і рослинний світ і, як наслідок, сприяє втраті стабільності екосистем і негативному впливу на здоров'я людей. Тому об'єктом дослідження обрано території поблизу пр. Перемоги (м. Київ), який є частиною української магістралі М-06, що, у свою чергу, становить частину міжнародного транспортного коридору Е 40. І особливу увагу в цьому контексті вважаємо за необхідне приділити транспортним розв'язкам, розташованим біля станцій метро "Житомирська", "Святошин", "Нивки", "Берестейська" і "Політехнічний інститут".

Проспект Перемоги простягається зі сходу на захід майже на 11,8 км та має по чотири полоси руху з кожного напрямку. Майже всі пішохідні переходи (за невеликим винятком) знаходяться або під землею, або здійснюються через мости. Максимальна дозволена швидкість руху автотранспорту по проспекту становить 60 км/год. Поряд або поблизу з пр. Перемоги працюють декілька стаціонарних постів спостережень, організованих Центральною геофізичною обсерваторією (ЦГО), м. Київ. Це, зокрема, пост № 2 (вул. Довженка, 8; станція метро "Шулявська"), пост № 6 (площа Перемоги) та пост № 11 (пр. Перемоги, 98/2; станція метро "Святошин") [6].

За даними багаторічних спостережень ЦГО, проспект Перемоги є одним з найбільш забруднених місць м. Києва (і особливо – райони поблизу станції метро "Святошин" і площі Перемоги) через високий уміст у повітрі формальдегіду та оксиду Нітрогену (IV). Причому найбільший рівень забруднення цих територій спостерігається у період з березня по серпень кожного року з традиційним максимумом забруднення у травні–червні [6; 7].

У зв'язку з поставленими завданнями дослідження на основі аналізу картографічної інформації і літературних джерел, а також за допомогою власних натурних спостережень за рухом автотранспорту на проспекті було проведено зонування придорожньої території та обрано ділянки (точки) спостережень, що репрезентативно відображають геоecологічний стан придорожнього ґрунту та атмосферних опадів. Зокрема проби ґрунту для приготування водних витяжок бралися в 12 досліджуваних точках уздовж пр. Перемоги. Місця відбору проб фіксувалися за допомогою GPS-навігатора і відмічалися на мапі (рис. 1). Це було зроблено для того, щоб через певний час (за програмою дослідження) можна було б відібрати проби в тих самих точках.

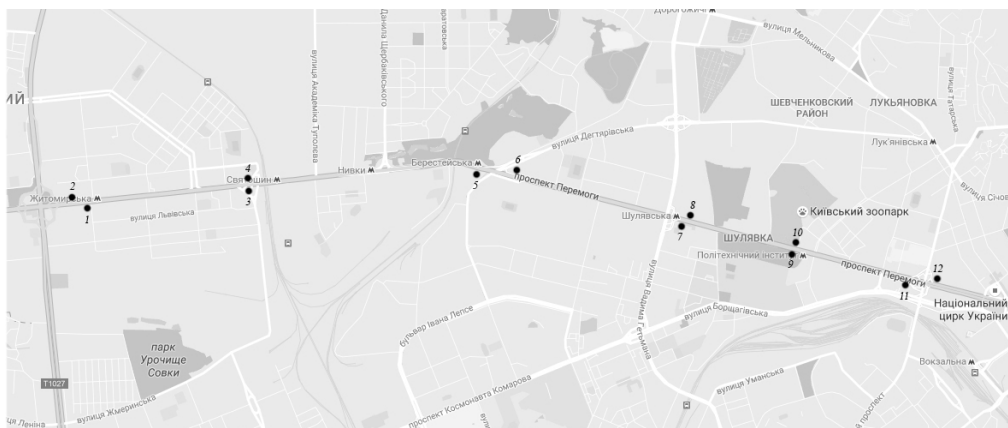


Рис. 1. Точки спостережень за кислотно-сольовим забрудненням атмосферних опадів і придорожніх ґрунтів (пр. Перемоги, м. Київ)

Точки спостережень на досліджуваних ділянках проспекту обирались по обидва боки від



автомагістралі у місцях серйозних транспортних розв'язок і великих скупчень автотранспорту. Такий вибір зумовлений тим, що саме в таких місцях відбувається різке зменшення швидкості руху та гальмування автотранспортних засобів (АТЗ), створюються великі затори ("пробки") тощо, а тому спостерігаються максимальні обсяги викидів ШР автотранспортом.

Над пр. Перемоги проходять кілька мостів (у районах станцій метро "Берестейська", "Шулявська", а також міст Повітрофлотський), є мости поблизу станцій метро Житомирська та Святошин, причому, всі вони також є частинами інших дуже завантажених автошляхів. Тут інтенсивне забруднення довкілля спричинене не тільки рухом і гальмуванням АТЗ, а й великим скупченням автотранспорту та слабким розсіюванням ШР під мостами. В межах досліджуваних зон (точок спостережень) також вивчалась інтенсивність транспортного руху в різні дні (робочі та вихідні), в різні часові інтервали (зокрема, у так звані часи "пік"), а також у різні пори року.

У дослідженні основна увага приділялась вивченню кислотно-сольового забруднення атмосферних опадів та ґрунтового покриву територій біля автомагістралей у осінньо-зимній та особливо – у ранньовесняний період, коли тільки-но сходить сніговий покрив, і до ґрунту активно потрапляють не тільки ШР, що викидаються стаціонарними і пересувними джерелами забруднення, а й залишки протижелезних засобів. Зокрема багаторічне використання взимку піщано-сольових сумішей (приблизно 92 % піску та 8 % технічної кухонної солі NaCl), суміші солі NaCl і хлориду Кальцію CaCl_2 у пропорції 88:12 [8] та інших протижелезних реагентів (наприклад, рідкого реагенту – 28 %-го розчину модифікованого хлориду Кальцію CaCl_2 та ін.) призводить не тільки до збільшення навесні у ґрунтах і ґрунтових водах концентрації хлориду Натрію (точніше – іонів Cl^- і Na^+) або хлоридів і сульфатів інших металів, але й до витискування з ґрунтового поглинаючого комплексу таких важливих катіонів, як катіони Кальцію Ca^{2+} і Магнію Mg^{2+} , що заміщуються на більш рухомий катіон Натрію.

На жаль, таке заміщення призводить до погіршення фізичних і хімічних властивостей ґрунтів, сприяючи його подальшій ерозії і деградації. А оскільки протижелезні реагенти та матеріали можуть вноситися робітниками комунальних служб у кількостях, що перевищують необхідні дози, то взимку під час відлиг та у весняний період і ці реагенти, і піщаний пил активно потрапляють до ґрунтів і ґрунтових вод. Окрім того, піщано-сольові суміші досить часто використовують і для обробки тротуарів, що розташовані поблизу газонів, і для обробки доріжок лісопаркових зон міста. Також взимку можна спостерігати так звану роторну перевалку снігу на газони, що сильно сприяє сольовому забрудненню ґрунтового покриву.

За оцінками фахівців, проникнення ШР з поверхні ґрунту у глибину становить приблизно 20–50 см, тобто достатньо велика частина токсичних речовин залишається на поверхні педосфери, а інша частина, утворюючи колоїдні системи, мігрує у глибину з атмосферними опадами, потрапляючи і до ґрунтових і поверхневих вод, і у тканини рослин, тварин тощо. У зв'язку з цим нами проведено також фізико-хімічний аналіз проб атмосферних опадів (дощу та снігу), взятих як безпосередньо на проспекті Перемоги, так і на відстанях 0,1–10 м від брівки автомагістралі.

Геоєкологічний стан примагістральних ґрунтів у точках спостережень (рис. 1) досліджувався шляхом аналізу проб водних ґрунтових витяжок у осінньо-зимній період та навесні, одразу після танення основної товщі снігу на початку вегетаційного періоду деревних рослин. Проби збирали у скляні пляшки під час дощу та снігопаду в обраних точках спостережень по 3 проби з кожної. Далі за методом концентрування 500 мл опадів упарювали на водяній бані, постійно підливаючи в упарювальну чашку нові порції рідини. Після упарювання в чашку додавали по краплинах дистильовану воду і розтирали отриманий осад скляною паличкою, зливаючи все у пробірку. Ще три рази змивали вміст чашки дистильованою водою, щоб об'єм рідини в кожній пробірці становив по 5 мл (при цьому вихідна концентрація речовин збільшувалась у 100 разів).

Для визначення кислотності (водневого показника) опадів використовували 1 мл рідини з пробірки та індикаторним методом визначали рН середовища (за допомогою лакмусового папірця). Застосовувалась така шкала кислотності опадів: рН = 3–4 – сильно кислі; рН = 4–5 – кислі; рН = 5–6 – нейтральні; рН = 7–8 – слабо лужні; рН = 8–9 – лужні; рН = 9–10 – сильно лужні [9]. Проби снігу бралися одразу після снігопаду та через 3–5 діб після нього з метою визначення ступеня і динаміки забруднення досліджуваних ділянок місцевості. Як наслідок забруднення придорожніх територій, тротуарів і примагістральних ділянок викидами від стаціонарних (їх дію також не можна вилучити) і пересувних джерел було зафіксовано зміну кислотності опадів від нейтральної (рН = 5,5–7,0) під час снігопаду до слабо лужної (рН = 7,5–8,5) і лужної (рН = 8,6–9,1) (на окремих ділянках проспекту) реакції середовища. Як правило, проби снігу, взяті після 3–5 діб, показували також різке зростання концентрації іонів Хлору та суттєве підвищення кількості грубодисперсного і дрібнодисперсного пилового забруднення.



Змішані ґрунтові зразки відбиралися за стандартним методом конверту – з кутів і центральної частини квадрату розміром 5×5 м з поверхневого горизонту до глибини 15–20 см. Зразки ґрунту відбиралися у пластикові пакети і маркувалися згідно рис. 1. Далі зразки висушували, вилучали сторонні включення, розтирали у порцеляновій ступці та просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм. Для приготування водної ґрунтової витяжки 100 г підготовленого повітряно-сухого ґрунту поміщали в колби, додавали 500 мл дистильованої води, ретельно перемішували впродовж 10–15 хв. та залишали у закритих колбах у темному прохолодному місці на 24 год., а потім фільтрували через паперовий складчастий фільтр. Визначення проводили одразу після фільтрування ґрунтового розчину.

Оскільки як протижеледні засоби комунальні служби все ще використовують піщано-сольову суміш, найактивнішим компонентом якої є хлорид Натрію NaCl, або рідкий модифікований хлористий Кальцій CaCl₂, то нами в якості показників кислотно-сольового забруднення придорожніх ґрунтів досліджувався вміст іонів Хлору і зміна кислотності водних ґрунтових витяжок.

pH ґрунтової витяжки визначали потенціометричним методом з використанням потенціометра (іономера), відкаліброваного в одиницях pH, при температурі 20±0,05°C. Як електрод порівняння використовували хлорсрібний електрод, а індикаторним електродом був скляний. Калібрування скляного електроду проводилось за 5-ма буферними розчинами, що охоплюють усю досліджувану область значень pH (1,68; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18). Отримані експериментальні дані за досліджуваними точками спостережень у певні пори року подано у табл. 1.

Якісний аналіз опадів і водних ґрунтових витяжок на наявність аналітичних кількостей хлорид-іонів Cl⁻ проводили за тест-реакцією з нітратом Аргентуму AgNO₃. Тест вважається позитивним, якщо внаслідок взаємодії утворюється характерний сіруватий творожистий осад хлориду Аргентуму AgCl:



Кількісне визначення вмісту в опадах і ґрунтових витяжках іонів Хлору проводили за титриметричним методом Мора у слабо-лужному середовищі (pH = 6,5–10). Для цього в конічну колбу вміщували 50 мл ґрунтового розчину (витяжки), додавали 1 мл 5 %-го розчину хромату Калію і титрували 0,05 моль/л розчином нітрату Аргентуму (титр якого попередньо був визначений методом прямого титрування за стандартним розчином NaCl) при ретельному перемішуванні до появи слабого червоного (рожевого) забарвлення розчину. Слабо-лужна реакція середовища була обрана через те що в сильно кислому середовищі (при pH < 6,5) осад хромату Аргентуму здатний розчинятися з утворенням біхромат-іонів за реакцією: $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}^+ = 4\text{Ag}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, а у сильно лужних середовищах може утворитися коричневий осад Ag₂O.

Таблиця 1

Водневий показник pH (актуальна кислотність) опадів та водних витяжок ґрунту у досліджуваних точках у різні пори року

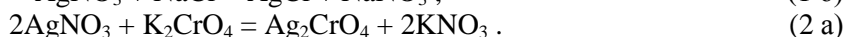
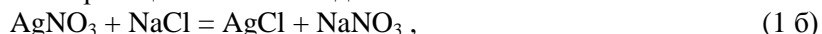
Точка спостереження	pH опадів (одразу після снігопаду)	pH ґрунтової витяжки (в осінньо-зимній період)	pH ґрунтової витяжки (навесні)
1	5,53	5,89	7,97
2	5,97	6,04	7,96
3	6,74	7,49	8,98
4	7,01	8,03	9,04
5	6,80	7,86	8,48
6	6,98	8,12	8,15
7	6,78	6,95	7,51
8	6,69	7,12	8,04
9	7,02	7,31	9,03
10	6,58	7,19	8,85
11	6,83	7,33	8,67
12	6,45	7,38	8,59
Контрольний показник ("фон")	6,03	5,68	6,05

Обраний метод об'ємного титриметричного аналізу [10] базується на різниці у розчинності осадів хлориду і хромату Аргентуму. Оскільки добуток розчинності (ДР) AgCl набагато нижчий за ДР Ag₂CrO₄, то спочатку з іонами Аргентуму будуть зв'язуватися (реагувати) іони Cl⁻ за реакцією (1a), і тільки потім – хромат-іони CrO₄²⁻ (за реакцією (2б)). Іони Аргентуму зв'язуються з хромат-іонами, утворюючи цегляно-червоний осад хромату Аргентуму Ag₂CrO₄, тоді як за реакцією (1a) осад хлориду Аргентуму – сіруватий



творожистий. Отже, поява червоного (або рожевого) забарвлення розчину (тобто поява зольо Ag_2CrO_4) вказує на досягнення еквівалентної точки титрування, а Ag_2CrO_4 є так званим осаджувальним індикатором повного зв'язування хлорид-іонів іонами Аргентуму.

У молекулярному вигляді зазначені реакції мають вигляд:



В іонному вигляді реакція (2а) має вигляд:



Титрування проводили тричі, визначали середнє значення $V_{\text{ср}}(\text{AgNO}_3)$, мл. Далі за законом еквівалентів розраховували концентрацію іонів Хлору (у мг/л) у досліджуваних зразках.

При проведенні геоекологічних досліджень доцільно порівнювати отримані величини забруднень з фоновими значеннями, що визначені на мінімально забруднених територіях. Тому як "фон" (контрольна точка) спочатку було взято проби ґрунту з парку "Нивки" (м. Київ) на відстані 100–200 м від проспекту Перемоги. Проте і в цих пробах було виявлено досить значну кількість кислотно-сольових забруднень, тому в подальшому для визначення фонових значень концентрації досліджуваних забруднювачів (іонів Хлору) та кислотності атмосферних опадів і ґрунтових витяжок було обрано середні значення показників проб, взятих з дачної та лісової ділянок, розташованих поблизу р. Ірпінь на відстані 200–250 м від Житомирської траси (Київська область).

У роботі як кількісний критерій сольового забруднення ґрунту використано показник $K_{\text{сол. з}}$ (у відсотках), що дорівнює відношенню концентрації іонів Хлору у ґрунтовій витяжці зразка, взятого в певній точці спостереження $C(\text{Cl}^-)$, до значення фонові концентрації іонів Cl^- $C_{\text{ф}}(\text{Cl}^-)$ у контрольній точці:

$$K_{\text{сол. з}} = C(\text{Cl}^-) 100\% / C_{\text{ф}}(\text{Cl}^-).$$

На діаграмі (рис. 2) порівнюються показники сольового забруднення зразків ґрунту, взятих у різні пори року.

При проведенні інструментальних досліджень проводили статистичну обробку результатів – визначали середні значення, стандартне відхилення, а також перевіряли значимість отриманих результатів за критерієм Стюдента, вважаючи результат значимим при рівні значимості $\alpha < 0,05$ ($p > 0,95$).

Висновки

Отже, як наслідок кислотно-сольового забруднення придорожніх ґрунтів було зафіксовано зміну кислотності ґрунтового субстрату, тобто рН ґрунтових розчинів змінювався в межах від 5,9–8,0 одиниць (при контрольному значенні 5,7) до 7,5–9,0 (при контрольному значенні 6,1). Тобто практично на всіх досліджуваних ділянках уздовж проспекту спостерігалось підлугування ґрунту після танення снігового покриву та потрапляння до нього залишків реагентів протиожеледних засобів. Дещо менша зміна кислотності ґрунтових розчинів (в діапазоні 7,0–8,0) встановлена в районі станції метро Політехнічний інститут.

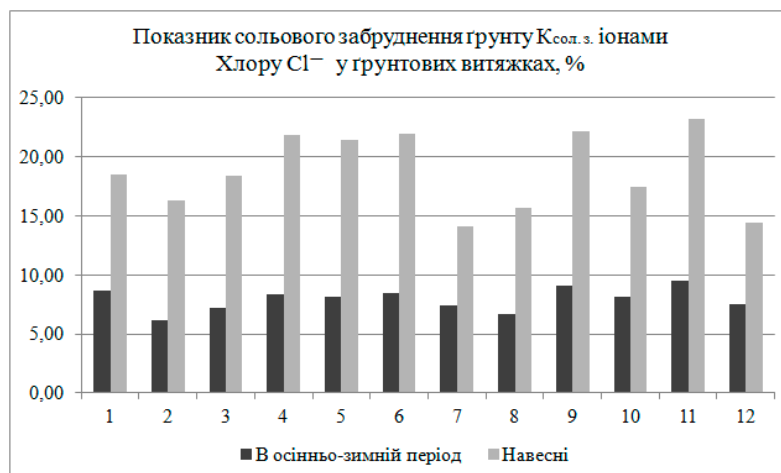


Рис. 2. Показники сольового забруднення ґрунтів $K_{\text{сол. з}}$ іонами Хлору Cl^- у водних ґрунтових витяжках

Визначено, що навесні, після застосування взимку протиожеледних засобів, водневий показник рН водних витяжок зразків придорожніх ґрунтів сильно зміщений у бік лужного



середовища, а забруднення іонами Хлору (за абсолютними значеннями) зросло майже в 1,9–2,6 рази. Окрім того, після 3–5 діб знаходження сніжного покриву поблизу автомагістралі спостерігалось суттєве збільшення в ньому грубодисперсного і дрібнодисперсного пилу, а також зміна рН до лужного і слабколужного.

Отже, у межах міських ландшафтів, особливо у великих містах, відбувається значне порушення придорожніх ґрунтів; на геохімічних бар'єрах формуються техногенні аномалії хімічних речовин, а, отже, створюється зовсім нова, несприятлива геоecологічна обстановка. Відомо, що відхилення кислотності ґрунтового середовища у бік лужного більш згубно для рослин, ніж таке саме відхилення у бік кислотного. Деревні породи є одніми з основних компонентів озеленення вулиць та саме вони приймають на себе основний тиск з боку автотранспортних забруднень. Отже, зміна кислотності ґрунтів і збільшення в них концентрації хлорид-аніонів та, відповідно, і катіонів Натрію призводять до підвищення осмотичних тисків ґрунтових розчинів, що, у свою чергу, знижує здатність засвоєння вологи рослинами.

Крім того, залишкові кількості хлориду Натрію у вигляді дрібнодисперсного аерозолу осаджуються на деревах, спричинюючи їх пригнічення, втрату біологічної стійкості та навіть загибель. І найбільш уразливими вважаються поодинокі дерева та чагарники, що ростуть уздовж автомагістральних шляхів. У вологому повітрі оксид Нітрогену (IV) NO_2 реагує з аерозолем хлориду Натрію NaCl , утворюючи такі сильні забруднювачі, як нітратна і хлоридна кислоти. Отже, отримані в роботі критерії кислотно-сольового забруднення ґрунтів придорожніх територій можуть бути використані в подальшому для комплексного геоecологічного дослідження (наприклад, на основі гало- та біоіндикації) екологічного стану та фітотоксичності міських територій, розробки ефективних протикорозійних заходів та заходів з озеленення міста за рахунок відбору найбільш стійких до кислотно-сольового забруднення порід дерев, оскільки саме ґрунти є специфічними індикаторами геохімічного забруднення та стійкості екосистем.

Список літератури

1. Кириллов Н.Г. Природный газ как моторное топливо // Нефть. Газ. Промышленность. – 2006. – № 2. – С. 40–65.
2. Опаловский А.А. Планета Земля глазами химика / Опаловский А.А. – М.: Наука, 1990. – 224 с. (Сер. Наука и технический прогресс).
3. Химия загрязняющих веществ и экология: монография / Венигорова В.Н., Макридин Н.И., Соколова Ю.А., Максимова И.Н. – М.: Палеотип, 2005. – 240 с.
4. Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства / Яковлев А.П., Сидорович Е.А., Арабей Н.М. [и др.] // Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси / НАН Беларуси, ЦБС. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – т. 2 – С. 185–187.
5. Сухарева М. М. Технические средства и технологии локализации и ликвидации техногенного воздействия на придорожные ґрунты города Санкт-Петербург: автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата технич. наук: спец.: 25.00.36 / Сухарева М. М. – Спб.: 2009. – 22 с.
6. Центральна геофізична обсерваторія [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua>. – Назва з екрану.
7. ЦЕНЗОР.НЕТ [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://sensor.net.ua/n41623>. – Назва з екрану.
8. Степура В.С. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів: навч. посіб. / В. С. Степура, А. О. Белятинський, Н. В. Кужель. – К.: НАУ, 2013. – 204 с.
9. Екологія людини [Електронний ресурс]:[метод. реком. до лаб. робіт для студ. напряму підготов. 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування"] / О.В. Кофанова. – К.: НТУУ "КПІ", 2010.–Режим доступу: <http://library.ntu-kpi.kiev.ua:8080/handle/123456789/608>. – Назва з екрану.
10. Институт биотехнологии, пищевой и химической инженерии Алт ГТУ. Аналитическая химия. Титриметрический и гравиметрический анализ, комплексонометрическое и окислительно-восстановительное титрование [Електронний ресурс]:[учеб. пособ.]. – Режим доступу: <http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/index.html>. – Назва з екрану.

References

1. Kirillov N.G. Prirodnyi gaz kak motornoe toplivo // Neft. Gaz. Promyshlennost. – 2006. – № 2. – S. 40–65.
2. Opalovskii A.A. Planeta Zemlia glazami khimika / Opalovskii A.A. – M.: Nauka, 1990. – 224 s. (Ser. Nauka i tekhnicheskii progress).
3. Khimiia zagriazniaiushchikh veshchestv i ekologiiia: monografiia / Venigorova V.N., Makridin N.I., Sokolova Iu.A., Maksimova I.N. – M.: Paleotip, 2005. – 240 s.



4. Teoreticheskie i prikladnye aspekty introdukcii rastenii kak perspektivnogo napravleniia razvitiia nauki i narodnogo khoziaistva / Iakovlev A.P., Sidorovich E.A., Arabei N.M. [i dr.] // Mater. Mezhdunar. nauch. konf., posviashch. 75-letiiu so dnia obrazovaniia TcBS NAN Belarusi / NAN Belarusi, TcBS. – Minsk: Edit VV, 2007. – t. 2 – S. 185–187.
5. Sukhareva M. M. Tekhnicheskie sredstva i tekhnologii lokalizatsii i likvidatsii tekhnogennoho vozdeistviia na pridorozhnye grunty goroda Sankt-Peterburg: avtoref. diss. na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnich. nauk: spets.: 25.00.36 / Sukhareva M. M. – SPb.: 2009. – 22 s.
6. Tsentralna heofizychna observatoriia [Elektronnyi resurs]:[Sait]. – Rezhym dostupu: <http://www.cgo.kiev.ua>. – Nazva z ekranu.
7. TSENZOR.NET [Elektronnyi resurs]:[Sait]. – Rezhym dostupu: <http://censor.net.ua/n41623>. – Nazva z ekranu.
8. Stepura V.S. Osnovy ekspluatatsii avtomobilnykh dorih i aerodromiv: navch. posib. / V.S. Stepura, A. O. Bieliatynskiy, N.V. Kuzhel. – K.: NAU, 2013. – 204 s.
9. Ekolohiia liudyny [Elektronnyi resurs]:[metod. rekom. do lab. robit dlia stud. napriamu pidhotov. 6.040106 "Ekolohiia, okhorona navkolishnoho seredovyshcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia"] / O.V. Kofanova. – K.: NTUU "KPI", 2010. – Rezhym dostupu: <http://library.ntu-kpi.kiev.ua:8080/handle/123456789/608>. – Nazva z ekranu.
10. Institut biotekhnologii, pishchevoi i khimicheskoi inzhenerii AltGTU. Analiticheskaia khimiia. Titrimetricheskii i gravimetricheskii analiz, kompleksono-metricheskoe i okislitelno-vosstanovitelnoe titrovaniie [Elektronnyi resurs]:[ucheb. posob.]. – Rezhim dostupu: <http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/index.html>. – Nazva z ekranu.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА КИСЛОТНО-СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПЕДОСФЕРЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИЕВА)

Аннотация: описаны химические и физико-химические процессы, происходящие в окружающей среде с компонентами эмиссии отработавших газов автомобилей, показаны риски этих трансформаций для здоровья человека и высших животных. Сделан вывод о необходимости комплексного анализа экологического состояния территорий, расположенных вблизи автомагистралей. Методами химического и физико-химического анализа проведена оценка кислотного-солевого загрязнения атмосферных осадков и придорожных почв вблизи транспортных развязок одной из основных автомагистралей г. Киева – проспекта Победы. Установлено, что весной, после использования противогололедных средств, pH водных вытяжек образцов придорожных почв сильно смещен в сторону щелочной среды, а загрязнение ионами хлора выросло почти в 1,9-2,6 раза. Кроме того, после 3-5 суток нахождения снежного покрова вблизи автомагистрали наблюдалось существенное увеличение в нем крупнодисперсной и мелкодисперсной пыли, а также изменение pH до щелочного и слабощелочного.

Ключевые слова: педосфера, почвы, кислотно-солевое загрязнение, загрязнение автотранспортом, дорожно-транспортный комплекс, кислотность

GEOECOLOGICAL RISK ASSESSMENT OF THE ACID-SALINE CONTAMINATION OF THE PEDOSPHERE AREAS NEAR HIGHWAYS (ON THE KYIV EXAMPLE)

Summary: in the article chemical and physical-chemical processes that occur in the environment with the main components of the car exhaust gases emissions are described, the risks of these changes to the health of the human beings and higher animals are specified. The conclusion about the necessity of the comprehensive analysis of the environmental condition of the areas near highways is made. The assessment of the acid-saline contamination of the precipitation and roadside soils near one of the main highways of the Kyiv – Peremohy Avenue, was made with the help of chemical and physical-chemical analysis. It was determined that in the spring, after sleetproof facilities usage, pH of the water extracts of the roadside soil samples is strongly shifted towards alkaline medium. At the same time, chlorine ions pollution rose almost 1,9-2,6 times. In addition, after 3-5 days of the snow cover presence near the highway, there was a significant increase in its large and fine disperse dust, and the pH change to the alkaline and slightly alkaline.

Keywords: pedosphere, soils, acid-saline contamination, automobile pollution, road-transport complex, acidity