

УДК 504.054:665.71 (045)

Г.М. Франчук, д.т.н., проф.
М.М. Радомська, асп.

ОЦІНЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НАФТОПРОДУКТАМИ ВНАСЛІДОК ДІЯЛЬНОСТІ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

Подано методику та результати оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами на ділянках, прилеглих до території автозаправних станцій Києва на прикладі автозаправних станцій Деснянського і Дніпровського районів. На основі аналізу отриманих даних визначено закономірності формування і розподілу забруднення.

The technique and results of soils pollution with petrochemicals in the vicinity of filling stations of Kyiv are presented on the example of filling stations within Desnyansky and Dniprovsky areas. Based on the analysis of received data the regularities of pollution formation and distribution were defined.

Вступ

Зростання транспортного навантаження на урбо-екосистеми супроводжується формуванням додаткових джерел забруднення навколишнього середовища у формі підприємств обслуговування, зокрема, автозаправних станцій (АЗС).

Скупчення транспорту на обмежених ділянках спричиняє не лише погіршення стану повітря, а й формування ореолів забруднення ґрунтів, які викликають забруднення підземних вод і, як наслідок, впливають на стан здоров'я людей.

Аналіз досліджень і публікацій

Проведений нами аналіз нормативної бази, спрямованої на регулювання будівництва і діяльності АЗС в Україні, дає змогу зробити висновок про недостатній рівень нормативного забезпечення роботи автозаправних об'єктів. Передусім це стосується деталізації вимог для безпечної діяльності АЗС: через їх зведення в одному стислому документі (ДСанПіН 2.2.2-2004) не можна враховувати всі аспекти виробничих процесів АЗС, особливо це стосується пожежної та екологічної безпеки. Що стосується досвіду наших найближчих сусідів, то Росія має найбільш пророблені пакети вимог і нормативів у сфері АЗС, як і Білорусь. Детальний розгляд цих матеріалів свідчить про невідповідний рівень уваги до проблем забруднення ґрунтів на АЗС та пов'язаного з цим ризику забруднення підземних вод.

Дослідження, проведені у цій сфері, також обмежуються встановленням рівня атмосферного і шумового забруднення, чого, на нашу думку, недостатнє. Лише дослідження, виконане на території Москви у 2003 році, надає дані про рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами у зоні впливу АЗС, що свідчить про сильний рівень забруднення навіть на значних відстанях від АЗС [1].

Постановка завдання

Метою проведеного дослідження було об'єктивне оцінювання ступеня забруднення ґрунтів нафтопродуктами на ділянках, прилеглих до АЗС. З цією метою були обрані об'єкти для дослідження, на яких відібрані проби ґрунту для аналітичного контролю в лабораторних умовах з метою визначення масової частки нафтопродуктів у них. Результати, отримані на основі випробувань, треба проаналізувати з метою виявлення не лише рівнів, а й закономірностей розподілу забруднення. Ця інформація дасть можливість вирішити питання про можливість розроблення запобіжних та ліквідаційних заходів і методик, які підвищать рівень екологічної безпеки АЗС.

Порядок виконання і методика досліджень

Дослідження проводились у три етапи. На першому етапі було обрано об'єкти дослідження. Щоб забезпечити можливість зіставлення результатів, об'єкти дослідження обирались таким чином, щоб демонструвати однорідність умов та характеристик. Відповідно до цих вимог були обрані АЗС Деснянського та Дніпровського районів, які розміщуються вздовж основних автошляхів з інтенсивним рухом протягом дня, що зумовлює активне використання послуг АЗС учасниками транспортного руху. Всі АЗС розміщені в однакових географічних, кліматичних та геоморфологічних умовах. Вони працюють від дванадцяти до трьох років, тобто за своїми параметрами відповідають найновішим вимогам до об'єктів такого типу, а процеси негативних змін технічного стану обладнання на цих об'єктах ще не повинні набувати визначального щодо стану навколишнього середовища значення.

Серед обраних із просторових та вікових міркувань об'єктів було виділено 22 об'єкти, які доступні для проведення дослідження.

Під доступністю слід розуміти можливість організації відбору проб.

Основними ускладненнями для відбору проб є особливості благоустрою на території АЗС та прилеглих ділянках, тобто нанесення твердих покриттів, які перекривають доступ до ґрунтів. На території АЗС часто облаштовують зелені майданчики, але використаний для їх створення ґрунтовий покрив часто привізний, складається з кількох шарів різних матеріалів або являє собою суміш різних споріднених ґрунтових горизонтів нечіткого походження. Такий ґрунт не може бути репрезентативним щодо дійсного впливу АЗС на стан ґрунтів. Частина АЗС також була виключена з переліку через опір, який чинив персонал спробам провести відбір проб ґрунту.

Для отримання інформації про просторовий розподіл забруднення на досліджуваних АЗС було заплановано відбір 4 проб: фронтальної, тильної та 2 латеральних. Відповідний комплекс проб був відібраний не на всіх ділянках у зв'язку з архітектурними ускладненнями: частина об'єктів прилягає до суміжних споруд, не залишаючи необроблених ділянок. Крім цього, майже всі АЗС не мають вільних фронтальних ділянок: вони замінені зеленими острівцями, які виключені з дослідження.

Серед обраних об'єктів було чотири АЗС, які розміщувались на насипах, що дало змогу відібрати пробу ґрунту по вертикалі і дослідити вертикальний розподіл забруднювачів. У всіх випадках схили розміщувались в тильній частині АЗС, були незарегульовані і мали природне рослинне покриття, яке сформувалось за час існування АЗС. Хоча такі насипи мають штучне походження, слід зважати на те, що їх споруджували переважно з місцевих матеріалів з метою нівелювання території АЗС. Відбір проб був виконаний за трьома вертикальними профілями, що включали чотири точки. Висота схилів становила від 1,5 до 3,5 м, кут нахилу – до 60–75°.

Для забезпечення достовірності виконаних досліджень обов'язковим є врахування інформації про фонове забруднення територій нафтопродуктами. Оскільки йдеться про ґрунти на ділянках, прилеглих до автошляхів з інтенсивним транспортним рухом, то питання їх фонового забруднення стає надзвичайно актуальним. Тому поблизу частини досліджуваних АЗС, на відстані 50–100 м вбік від АЗС та 0,5 м від бровки дороги було відібрано фонові проби (загалом на 11 об'єктах, де існували умови для вибору зручної ділянки).

Проби ґрунту були відібрані відповідно до вимог ГОСТ 17.4.3.01-83 „Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору почв” та ГОСТ 17.4.4.02 „Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического,

бактериологического, гельминтологического анализа”. Проби відбирались із глибини 30 см по конверту розміром 1 на 1 м або 0,5 на 0,5 м у випадках територіальних обмежень. Відібраний ґрунт уміщувався у поліетиленовий пакет з відповідним маркуванням щодо місця та часу відбору проби, а також загального характеру ґрунту (тип та гранулометричний склад). Роботи з відбору проб проводились протягом короткого періоду з метою забезпечення єдиних погодних умов у межах місцевого клімату. Маса проби становила 1 кг.

Відібрані проби висушували на повітрі і розтирали. Після висушування з них видаляли включення та новоутворення, а потім їх розминали у ступці та просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм.

Масова частка нафтопродуктів у ґрунті визначалась гравіметричним методом відповідно до вимог МВВ № 081/12-0116-03 „ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом.” Цей метод ґрунтується на екстракції органічних речовин із наважки ґрунту хлороформом, видаленні хлороформу, розчиненні залишку в гексані, відділенні полярних сполук на колонці з оксидом алюмінію, видаленні гексану та гравіметричному вимірюванні маси залишку. Масову частку нафтопродуктів було визначено на основі результатів гравіметрії розрахунковим методом.

Точність цього методу характеризується границями сумарної відносної похибки $\pm 5-15\%$, причому величина похибки тим менше, чим більша масова частка нафтопродукту у ґрунті. Порядок виконання дослідження також визначається орієнтовним значенням вмісту нафтопродуктів: зменшується кількість необхідної наважки ґрунту та об'єму хлороформу для екстракції.

Порогова концентрація нафтопродуктів становить 200 мг/кг. Беручи до уваги очевидну наявність фонового забруднення ґрунту внаслідок викидів транспорту, робота проводилась відповідно до умов діапазону від 200 до 20000 мг/кг. Перевірка релевантності обраного діапазону проводилась на основі фонових проб, кожна з яких аналізувалась двічі: за умов мінімальних і максимальних орієнтовних значень вмісту нафтопродуктів.

Аналіз отриманих результатів

Визначення рівня забруднення ґрунту потрібне для вирішення питання про безпеку поширення забруднення у суміжні середовища та у напрямі впливу на людину, а також про доцільність проведення спеціальних робіт із санації ґрунту.

Небезпечним вважається рівень забруднення ґрунту, який перевищує межу потенціалу самоочищення. Інакше кажучи, ґрунти вважаються забрудненими, коли концентрація нафтопродуктів у них досягає такого значення, за якого починаються негативні екологічні зміни в навколишньому середовищі: порушується екологічна рівновага в ґрунтовій екосистемі, гине ґрунтова біота, падає продуктивність або настає загибель рослин, відбувається зміна морфології, водно-фізичних властивостей ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод у результаті вимивання нафтопродуктів з ґрунту і їх розчинення у воді.

Тому першочерговим завданням під час виконання аналізу рівня забрудненості ґрунтів є визначення допустимих або безпечних норм вмісту цього типу забруднення. Основною проблемою є власне те, що таких загальноприйнятних нормативів немає.

У Європі прийнято вважати верхнім безпечним рівнем вмісту нафтопродуктів в ґрунті 1–3 г/кг, початком серйозної екологічної шкоди – 20 г/кг і вище. У країнах ближнього зарубіжжя гранично-допустимі концентрації (ГДК) нафтопродуктів у ґрунті не розроблені, за винятком Татарстану (Росія). Для Татарстану ГДК нафтопродуктів у ґрунті становить 1,5 г/кг, що відповідає транслокаційному (фітоаккумуляційному) показнику шкідливості. Використовують також міграційний водний показник шкідливості (13,1 г/кг), міграційний повітряний (більше 5 г/кг) і загальносантиарний (більше 5 г/кг) [2–4].

В Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначена, є лише посилання на орієнтовно допустиму концентрацію (ОДК) 0,2 г/кг у "Методиці визначення збитку, обумовленого забрудненням і засміченням земельних ресурсів у результаті порушення природоохоронного законодавства". У РД 41-5804046-200-91 "Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ" визначена ОДК для ґрунту – 4 г/кг, який широко використовується для аналізу забрудненості ґрунтів нафтопродуктами.

Цей показник дещо завищений, й орієнтування на нього не може гарантувати отримання об'єктивних оцінок, особливо зважаючи на те, що кларк вмісту нафтових вуглеводнів у ґрунті в європейських країнах коливається у межах 0,01–0,5 г/кг, а у великих містах України досить звичні показники 1–3 г/кг [4]. На територіях, прилеглих до підприємств переробки, видобування та зберігання нафтопродуктів, фон досягає 6 г/кг.

Ураховуючи фізико-географічні умови України (клімат, типи і склад ґрунту, рослинність та ін.), а також характер землекористування, які впливають на процеси самоочищення у разі забруднення нафтопродуктами, В.І. Соловійов [4] пропонує прийняти такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами (з урахуванням кларку): незабруднені – до 1,5 г/кг; слабкозабруднені – від 1,5 до 5,0 г/кг; середньозабруднені – від 5,0 до 13,0 г/кг; сильнозабруднені – від 13,0 до 25,0 г/кг; дуже сильнозабруднені – більше 25,0 г/кг. Результати відповідного дослідження свідчать, що слабке забруднення може бути ліквідоване у процесі самоочищення ґрунту протягом наступних 2–3 років, середнє – протягом 4–5 років. Початком серйозного екологічного ушкодження є забруднення ґрунту нафтою в концентраціях, що перевищують 13 г/кг, оскільки за цих умов починається міграція нафтопродуктів у підземні води, істотно порушується екологічна рівновага у ґрунтовому біоценозі.

Відповідно для отримання різнобічної оцінки рівня забруднення нафтопродуктами під впливом діяльності АЗС було прийняте рішення порівняти отримані результати з ОДК, яке використовується згідно з РД 41-5804046-200-91, а також відповідно до меж, запропонованих у роботі В.І. Соловійова [4]. Приклад отриманих оцінок наведено в таблиці для АЗС, розміщених по вул. Братиславська Дніпровського району м. Києва.

Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами

Шифр проби	Масова частка нафтопродуктів, мг/кг	Рівень забруднення в частках ОДК	Рівень забруднення ґрунтів за В.І. Соловійовим
17.1	3765	0,94	Незабруднені
17.2	3149	0,78	Незабруднені
17.3	4223	1,05	Незабруднені
17.4	3017	0,75	Незабруднені
18.1	7490,5	1,87	Слабкозабруднені
18.2	7683	1,92	Слабкозабруднені
18.3	8816	2,2	Слабкозабруднені
18.4	7088	1,77	Слабкозабруднені
22.1	10014,6	2,50	Середньозабруднені
22.2	11234	2,80	Середньозабруднені
22.3	11166	2,79	Середньозабруднені
22.4	11187	2,79	Середньозабруднені
22.5	10563	2,64	Середньозабруднені

Загалом рівень забруднення ґрунтів на території АЗС досліджуваних районів коливається в широких межах. Порівняно з ОДК він становить від 0,6 до 5,3 частки, що безумовно свідчить про високий рівень забруднення. Відповідно до рекомендацій В.І. Соловйова 12 % проаналізованих проб належать до незабруднених, 21 % до слабкозабруднених, 47 % до середньозабруднених, а решта – до сильнозабруднених [4].

Порівняння отриманих масових часток нафтопродуктів у ґрунті з фоновими рівнями свідчить про істотний внесок діяльності АЗС у формування забруднення: відмінність між фоновим значенням і вмістом нафтопродуктів у просторово найближчій пробі становить від 15 до 44 %. Серед причин, які зумовили формування такого забруднення, слід враховувати і діяльність у межах АЗС, пов'язану з обігом нафтопродуктів, і особливості руху транспорту в межах території АЗС: зменшені швидкості та гальмування транспорту. Такий режим руху зумовлює зміни складу вихлопних газів та збільшення вмісту в них саме нафтопродуктів.

У наведених прикладах рівень забруднення ґрунтів на території АЗС помітно відрізняється. Аналогічні відмінності наявні і на інших досліджуваних об'єктах. Консолідація отриманої інформації дала можливість зробити такі висновки. Відмінності у рівнях забруднення на прилеглих АЗС пояснюються їх приналежністю до різних компаній і відповідно різними підходами до господарювання. При цьому чітко вираженої залежності між рівнем сформованого забруднення та компанією, яка володіє АЗС, не виявлено. Також простежується чітка закономірність між рівнями забруднення ґрунтів та терміном експлуатації АЗС, а також розташуванням на території допоміжних послуг, передусім мийок. Ця залежність має прямий характер: чим більший період роботи і обсяг наданих послуг, тим більше забруднення формується на території АЗС. Поряд з цим у 14 випадках було виявлено, що рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами підвищений на ділянках, які прилягають до зон розміщення резервуарних комплексів. Цей факт викликає занепокоєння, оскільки може свідчити про проблеми з дотриманням екологічної і технічної безпеки під час зливання з резервуарів і наливання в них нафтопродуктів (такі операції відбуваються дуже часто, оскільки у зв'язку з дефіцитом нафтопродуктів їх не зберігають на АЗС у значній кількості,

а поповнюють у разі потреби), або проблеми, пов'язані зі зберіганням нафтопродуктів та щільністю резервуарів та їх обв'язки (ця проблема за сучасних вимог до будівництва АЗС теоретично виключається).

Щодо профілів, за якими досліджувалось формування вертикального розподілу забруднення, то їх аналіз свідчить про зменшення його інтенсивності з наближенням до підшви схилу. При цьому яскраво виражений вплив гранулометричного складу ґрунту на рівень забруднення: піщані ґрунти легше пропускають нафтопродукти, а у випадку зміни характеру ґрунту на супіщаний або суглинистий формується своєрідний екран, над яким вміст нафтопродуктів підвищується порівняно з попередніми, вище розміщеними пробами, а під екраном масова частка нафтопродуктів помітно менша.

Висновки

Оцінювання рівня забруднення ґрунтів чітко вказує на вплив діяльності АЗС на формування підвищених, порівняно з фоновими, рівнів забруднення. Закономірності у розподілі забруднення ще потрібно докладно вивчити та виявити їх основні причини. Важливим фактом є необхідність проведення заходів, спрямованих на ремедіацію ґрунтів від нафтопродуктів після певного терміну роботи АЗС. Для регулювання такої діяльності потрібно розробити загальні рекомендації щодо частоти, інтенсивності обробок, а також стосовно вибору методик і препаратів, які забезпечуватимуть досягнення максимальних результатів у разі залучення помірних інвестицій, мінімальних затрат праці та без шкоди для навколишнього середовища. Не менш важливим є також розроблення рекомендацій, спрямованих на обмеження негативних впливів АЗС на навколишнє середовище в цілому і на стан ґрунтів зокрема.

Література

1. *Беляев А.Ю.* Оценка влияния автозаправочных станций (АЗС) на геологическую среду: моногр. – М.: МГСУ, 2005. – 67 с.
2. *Бочаров В.Л., Овсянников М.А.* Эколого-геохимические особенности загрязнения нефтепродуктами территории станции Графская Юго-Восточной железной дороги // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. – 2003. – № 2. – С.191–199.
3. *МУ 2.1.7.730-99.* Гигиеническая основа качества почвы населенных мест. Методические указания. – М.: Минприроды РФ, 1999. – 38 с.
4. *Соловьев В.И., Кожанова Г.А.* Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв // Мир экологии. – 2004. – № 2. – С. 21–25.