БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

УДК 504.4.06(477.54):665.66

ВПЛИВ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА КОМПОНЕНТИ ГЕОСИСТЕМИ

Крайнюков О.М., Кривицька М.І., Крайнюков О.О.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

На основі вивчення та аналізу літературних джерел показано, що проблема просторового розповсюдження вуглеводневого забруднення у межах басейнової геосистеми практично не досліджувалась. Має місце також недосконаліть системи оцінки впливу вуглеводневих забруднень на геоекологічний стан нафтогазоносних територій, що не дозволяє отримувати об'єктивну інформацію щодо екологічної небезпеки рівня вуглеводневого забруднення компонентів ландшафту нафтопродуктами та своєчасно здійснювати природоохоронні заходи.
Ключові слова: басейнова екосистема, нафтопродукти, компоненти ландшафту, вуглеводневе забруднення, ґрунти, донні відклади, поверхневі води.

Постановка проблеми. Надзвичайно небезпечним джерелом забруднення території є нафтогазопереробні підприємства, в районах розташування яких створюються локальні плями – так звані «техногенні поклади» вільних нафтопродуктів. На цей час на території України загальна площа таких плям сягає 30 тис. га. Утворились «техногенні поклади» в результаті надходження техногенних потоків від об'єктів широко розгалуженої структури нафтогазопереробної галузі, складів паливно-мастильних матеріалів та при виникненні аварійних витоків нафтопродуктів [1]. Скопичення плям нафтопродуктів у геологічному середовищі – це надзвичайно небезпечне джерело забруднення ґрунтів зони аерації, підземних вод, свердловин питних водозаборів та водних об'єктів, розташованих нижче за техногенним потоком від джерела забруднення [2; 3].

Вуглеводневе забруднення геологічного та суміжних з ним середовищ має свої особливості за характером впливу на геосистеми у зв'язку з тим, що нафтопродукти мають багатокомпонентний різноманітний хімічний склад. Основними характеристиками складу нафтопродуктів, які визначають їх вплив на екологічний стан території і на біотичну складову екосистем, є вміст легкої фракції циклічних вуглеводнів, твердих парафінів, смол, асфальтенів та сірки. Легка фракція нафтопродуктів – це прості низькомолекулярні метанові (алкани), нафтенові (циклопарафіни) та ароматичні вуглеводні. Метанові вуглеводні, володіючи наркотичними властивостями, чинять токсичну дію на ґрунтові і водні організми. До циклічних належать нафтенові та ароматичні вуглеводні. Загальний вміст нафтенових вуглеводнів у складі нафтопродуктів змінюється від 35 до 60%; вміст ароматичних вуглеводнів складає від 20 до 40%, основна маса яких належить бензолу. Ароматичні вуглеводні – найбільш токсичні компоненти. Наслідки вуглеводневого забруднення природного середовища визначаються сукупністю факторів: кількістю та хімічним складом нафтопродуктів, характером взаємодії абіотичних умов та біотичної складової екосистем. Від сукупної дії цих факторів залежить, адаптується екосистема до вуглеводневого навантаження, чи буде деградувати [4].

При вуглеводневому забрудненні території створюються техногенні міграційні потоки нафтопродуктів, основне навантаження від яких приймають ґрунти, підземні та поверхневі води.

Головними джерелами забруднення геологічного середовища нафтопродуктами є розливи нафти і нафтопродуктів, стічні води і викиди нафтоперегінних заводів і нафтохімічних підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При забрудненні нафтопродуктами ґрунтів відбуваються порушення екологічної рівноваги в геосистемі, зниження продуктивності земель, зміна морфологічних характеристик та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, створюється загроза потрапляння нафтопродуктів у підземні та поверхневі води [5].

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами зумовлює зміни їх фізико-хімічних властивостей: склеювання структурних частин ґрунту нафтою призводить до значного зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує його повітряно-водний режим; ґрунти, просочені емульсією нафтопродуктів, втрачають здатність вбирати і утримувати вологу [6]. Через забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами виникають анаеробні умови, змінюється окисно-відновлювальний потенціал, порушується вуглецево-азотний баланс. Витоки нафтопродуктів з високим вмістом важких фракцій вуглеводнів утворюють на поверхні ґрунту щільну, в'язку бітумінозну кірку, яка утруднює газообмін між атмосферою і ґрунтом [7; 8].

Порушення слабких ґрунтових структур і диспергування ґрунтових часток супроводжуються зниженням водопроникності ґрунтів. За рахунок забруднення нафтопродуктами в ґрунтах різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом, зменшується вміст рухомих форм фосфору та калію, внаслідок чого погіршуються водний, повітряний та поживний режими, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток [9].

© Крайнюков О.М., Кривицька М.І., Крайнюков О.О., 2018

Потрапляючи на поверхню землі і мігруючи в ґрунт, нафтопродукти забруднюють ґрунтовий покрив і підземні води, у результаті чого родючий шар землі не відновлюється протягом тривалого періоду часу. Пояснюється це тим, що із ґрунту витісняється кисень, необхідний для життєдіяльності організмів.

Через наявність ароматичних і поліциклічних вуглеводнів та інших сполук нафтопродукти токсичні для ґрунтової біоти, тому ґрунти дуже повільно самовідновлюються шляхом біологічного розкладання нафти та нафтопродуктів. Ґрунт – біологічно активне середовище, у яком живе величезна кількість різних організмів. Визначальна роль у деструкції нафтопродуктів у ґрунті належить мікроорганізмам, які здатні засвоювати широкий спектр вуглеводнів, у тому числі й найбільш токсичні [10]. Ґрунти, що підлягають впливу нафтопродуктів, характеризуються специфічною мікрофлорою зі сталим видовим складом. Загальноприйнято, що головну роль у розкладанні вуглеводнів у ґрунті відіграє бактеріальна мікрофлора, переважна частина якої належить мікроорганізмам роду *Pseudomonas*. У складі бактеріальної мікрофлори нафтозабруднених ґрунтів домінують також представники родів *Vibrio, Arthrobacret, Aeromonas* та ін. Більшість досліджень, які проводились у різних біоклиматичних зонах, свідчать, що ґрунтові мікроорганізми відповідають на нафтохімічне забруднення підвищенням валової чисельності й посиленням активності. У той же час знижується видова розмаїтість мікроорганізмів за рахунок відбору видів з підвищеною метаболічною активністю й зміною у зв'язку з цим структури комплексу ґрунтових мікроорганізмів [11].

Є відомості про вплив нафтопродуктів на рослинні організми. За даними [12], вплив нафтопродуктів на рослини обумовлено як їх безпосереднім токсичним впливом, так і трансформацією ґрунтового середовища. Надходячи в клітини рослин, нафтопродукти викликають токсичні ефекти. Вони проявляються у швидкому ушкодженні, руйнуванні, а потім і відмиранні всіх живих, активно функціонуючих тканин рослин у вегетуючому стані.

Виклад основного матеріалу. Ґрунтові тваринні організми є одним із важливих компонентів наземних геосистем і виконують багатофункціональну роль у процесах трансформації органічних речовин. Вплив вуглеводневого забруднення на ґрунтові тваринні організми визначається, насамперед, інтенсивністю забруднення. У зоні найбільш інтенсивного забруднення великі безхребетні зникають повністю, чисельність дрібних безхребетних різко знижується. При поверхневому забрудненні в окремих групах (кліщі, ногохвостки) спостерігається короткочасна стимуляція, що змінюється на різке пригнічення їх життєдіяльності. При більш сильному забрудненні в зоні нафтової плями зникають як великі, так і дрібні безхребетні. Основна маса ґрунтових тварин гине в перші дні після забруднення при концентрації нафтопродуктів 5-10 кг/м^2, через 3 дні після забруднення чисельність дрібних членистоногих зменшується в 10 разів, а основна частина великих безхребетних гине через 2 місяці після забруднення. Найбільш токсичні для ґрунтових тварин легкі фракції нафтопродуктів [13].

Нафта і нафтопродукти являють собою найбільш розповсюдженими й екологічно небезпечними забруднюючими сполуками водного середовища.

У роботі [14] детально охарактеризовано можливі джерела надходження нафтопродуктів у підземні та поверхневі води, наведено кількісні дані щодо впливу вуглеводневого забруднення на якість водного середовища в різних країнах світу. Значні об'єми нафтопродуктів надходять у поверхневі води в процесі їх транспортування водним шляхом, зі стічними водами нафтогазовидобувних та переробних підприємств. У зоні нафтогазопромислів забруднення ґрунтових вод пов'язано з інфільтрацією нафтопродуктів зі ставків-відстійників, земляних амбарів, інших резервуарів. Забруднення може відбуватися також внаслідок розливів нафтопродуктів на поверхню землі при аваріях на нафтогазопроводах, перетіканні вод, що містять нафтопродукти, у водоносні горизонти і таке ін.

Таким чином, у стічні води нафтопереробних виробництв надходить велика кількість забруднюючих речовин, з яких найбільш значимі кінцеві продукти переробки нафти: нафтопродукти, нафтенові кислоти, їх солі, деемульгатори, смоли, феноли, бензол, толуол. Вміст окремих хімічних сполук в таких стічних водах коливається в широких межах. Як видно із наведеного, нафтопродукти – це складна суміш органічних сполук, більшість з яких є екологічно небезпечними для водних екосистем.

Потрапляючи у водний об'єкт, нафтопродукти можуть знаходитись у різних міграційних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на завислих речовинах і в донних відкладах, а також у вигляді плівки на поверхні води. Нафтова плівка й емульговані частки, залежно від сили і напрямку вітру та швидкості течії води, можуть переміщуватися на значні відстані від джерела забруднення, або викидатися на берег, забруднюючи берегову смугу, що може служити джерелом вторинного забруднення води, або осідати на дно. Таким чином, легкі фракції у вигляді плівки або водяного розчину отруюють організми, що живуть у товщі води, а важкі фракції, потрапляючи на дно, знищують донні організми. Донні відклади, просочені нафтопродуктами, служать також вторинним джерелом забруднення водних об'єктів.

Нафтопродукти навіть у малих концентраціях шкідливі для водних організмів. Здатність нафтопродуктів до розтікання, прилипання, плівкоутворення на границях середовищ створює важко переборні для життєво важливих газів і рідин бар'єри. Плівка нафти заважає й віддачі водоростями кисню, який вони продукують.

Забруднення водних об'єктів нафтопродуктами може призводити до: порушення газота водообміну між атмосферою і поверхнею води; зміни температурного режиму вод; пригнічення та загибелі водних організмів внаслідок отруєння; появи неприємного запаху і смаку води, погіршання смакової якості риби; злипання пір'я у водоплавних птахів; розчинення жиру на поверхні шкіри тварин, що призводить до їх загибелі від переохолодження.

Шкідливий вплив нафтопродуктів на рибу є залежним від розчинності у воді легких вуглеводнів, які чинять летальний ефект на риб при

дуже низьких концентраціях. Ще більш токсичними для риб є нафтенові кислоти. Крім прямої токсичної дії на риб, нафтопродукти, що надходять у водні об'єкти, знищують нерестовища і нагульні угіддя, перешкоджають природній аерації і порушують процеси самоочищення води. Водні об'єкти, що забруднені нафтопродуктами, втрачають рибогосподарську цінність на довгий час, а часто назавжди. Нафтопродукти псують якість рибної продукції. Встановлено, що наявність у воді навіть незначних концентрацій нафтопродуктів (0,1 мг/л) надає м'ясу риб непереборний ні при яких технологічних обробках присмак і запах нафти. Така риба стає непридатною навіть для згодовування тваринам й знищується.

В останні десятиріччя, як одному із чинників, що негативно впливають на здоров'я людей, особлива увага приділяється забрудненню навколишнього природного середовища нафтопродуктами. Це пов'язано з тим, що за численними літературними даними [15; 16] виявлена чітка кореляція між наявністю вуглеводнів у навколишньому середовищі і патологічними змінами щитовидної залози. Так, при обстеженні стану щитовидної залози у 4500 осіб, найбільшу кількість захворювань (до 20%) на вузловий зоб було зафіксовано у працівників нафтопереробного підприємства. При цьому у робітників нафтогазопереробної промисловості, порівняно навіть з робітниками хімічних підприємств, статистично достовірне збільшення патології щитовидної залози було виявлено у 30-39 річному, в той час як у працівників хімічної промисловості у 40-50 річному віці.

У роботі [14] наведено приклади впливу різних вуглеводнів на організм людини: алкани, гексан, октан, декан та інші можуть викликати невропатію; бензол при потраплянні в організм людини порушає функцію печінки та нирок, чинить вплив на нервову систему; толуол викликає подразнення шкіри та негативно впливає на зір; ксилол при постійному вдиханні викликає атаксію, подразнює дихальні шляхи, порушує координацію руху; етилбензол при вдиханні призводить до розладу зору і сну та функції дихання.

Таким чином, дослідженнями ряду авторів встановлено, що одним із факторів ризику для здоров'я людей є їх перебування в умовах забруднення навколишнього природного середовища нафтопродуктами.

Узагальнюючи наведену у даному розділі інформацію можна зробити висновок, що постійне вуглеводневе забруднення геосистем навколишнього природного середовища призвело до формування в наземних та водних екосистемах специфічних об'єктів, так званих «Chemical Time Bombs» [17] – довго живучих вторинних джерел забруднення, які можуть призводити до безперервної дестабілізації природних геосистем.

Формування та подальша трансформація ореолів вуглеводневого забруднення навколишнього природного середовища у просторі і часі – це складний, багатоаспектний процес, який здатний призвести до дуже небезпечних екологічних наслідків.

Висновки. Аналіз наукових праць з питань розповсюдження і міграції нафтопродуктів у компонентах ландшафту показав, що даній проблемі присвячено багаточисельні публікації вітчизняних та зарубіжних авторів, однак особливості просторово-часового розповсюдження вуглеводневого забруднення в умовах басейнової геосистеми практично не досліджувались.

Список літератури:

1. Митропольский О.Ю., Байсарович І.М. Нафтохімічне забруднення та проблеми екології Карпатського регіону // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К.: Знання, 2002. – С. 62–65.
2. Кузьмин В.В., Чураевская Н.Н. Обоснование нормативов (целевых показателей) очистки подземных вод на участках нефтехимического загрязнения // Захист довкілля від антропогенного навантаження. – Київ-Кременчук-Харків: ПП Швидка, 2006. – С. 5–21.
3. Огняник М.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. та ін. Забруднення підземного середовища легкими нафтопродуктами та визначення захисних властивостей зони аерації. – К.: Знання, 2000. – 68 с.
4. Пиковский Ю.И. Геохимические особенности техногенных потоков в районах нефтедобычи // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. – М.: Наука, 1981. – С. 135–148.
5. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация / Н.П. Солнцева, Ю.И. Пиковский и др. // Докл. симп. VII Делегатского съезда Всесоюзн. об-ва почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 246–254.
6. Кесельман Г.С., Махмудбеков Э.А. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
7. Андресон Р.К., Мукатанов А.Х., Бойко Т.Ф. Экологические последствия загрязнения почв нефтью // Экология, 1980. – № 6. – С. 21–25.
8. Никифорова Е.М., Солнцева Н.П., Кабанова Н.В. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под воздействием нефти // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – М.: Наука, 1987. – С. 241–253.
9. Джура Н., Цвілинюк О., Терек О. Вплив нафтового забруднення ґрунту на морфофізіологічні особливості рослин / Вісник Львівськ. у-ту, Сер.: біол, 2005. – Вип. 40. – С. 51–58.
10. Стабникова Е. В., Селезнева М.В., Рева О.Н. и др. Выбор активного микроорганизма-деструктора углеводородов для очистки нефтезагрязненных почв / Прикл. биохимия и микробиология. – 1995. – Том 31, № 5. – С. 534–539.
11. Исмаилов Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1998. – С. 42–56.
12. Шилова И.И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1998. – С. 159–168.
13. Артемьева Т.И., Жеребцов А.К., Борисович Т.М. Влияние загрязнения почвы нефтью и нефтепромысловыми сточными водами на комплекс почвенных животных // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1998. – С. 82–99.
14. Огняник М.С., Митропольский О.Ю., Білоус А.М. та ін. Деякі проблеми забруднення підземних вод нафтопродуктами, пов'язане з екологічною безпекою України. – К.: Знання, 1997. – 28 с.

15. Карамова Л.М. Профессиональные заболевания, развивающиеся при добыче и переработке нефти // Руководство и профессиональные заболевания. – М.: Медицина, 1996. Т. 1. – 306 с.
16. Александров Ю.К. Система раннего активного выявления, хирургического лечения и реабилитации больных с узловым зобом в эндемическом очаге: Автореф. дисс. д-ра мед. наук. – Ярославль, 1997. – 35 с.
17. Геохимия ландшафтов в районах добычи и транспортирования углеводородного сырья. // Природно-антропогенные процессы и экологический риск. – М.: Городец, 2004. – С. 416–426.

Крайнюков А.Н., Кривицкая М.И., Крайнюков А.А.
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ГЕОСИСТЕМЫ

Аннотация
На основе изучения и анализа литературных источников показано, что проблема пространственного распространения углеводородного загрязнения в пределах бассейновой геосистемы практически не исследовалась. Имеет место также несовершенство системы оценки воздействия углеводородного загрязнения на геоэкологическое состояние нефтегазоносных территорий, что не позволяет получать объективную информацию об экологической опасности уровня углеводородного загрязнения компонентов ландшафта нефтепродуктами и своевременно осуществлять природоохранные мероприятия.
Ключевые слова: бассейновая экосистема, нефтепродукты, компоненты ландшафта, углеводородное загрязнение, почвы, донные отложения, поверхностные воды.

Krainiukov A.N., Kryvytska M.I., Krainiukov A.A.
V.N. Karazin Kharkiv National University

INFLUENCE OF CARBOHYDRATE POLLUTION TO GEOSYSTEM COMPONENTS

Summary
Based on the study and analysis of literary sources, it has been shown that the problem of spatial propagation of hydrocarbon pollution within the basin geosystem was practically not investigated. There is also an imperfection of the system of assessing the impact of hydrocarbon pollution on the geoecological state of oil and gas territories, which prevents obtaining objective information on the environmental hazard of the level of hydrocarbon pollution of the landscape components of oil products and timely environmental protection measures.
Keywords: basin ecosystem, oil products, landscape components, hydrocarbon pollution, soils, bottom sediments, surface waters.