

УДК 504.056:574+504.53

О. М. КРАЙНЮКОВ, канд. геогр. наук, доц.
(Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна)

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАФТОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

На основі аналізу та узагальнення результатів польових обстежень та лабораторних екотоксикологічних досліджень проб підземних вод здійснено оцінку екологічної небезпеки нафтохімічного забруднення підземних вод на території чотирьох адміністративних районів Харківської області у межах зосередження діючих свердловин з видобування вуглеводневої сировини. Територію ранговано за рівнем нафтохімічного забруднення підземних вод та його токсичної та генотоксичної дії на тесторганізми.

К л ю ч о в і с л о в а: екологічна небезпека, нафтопродукти, підземні води, токсичність.

Постановка проблеми. Нафтохімічне забруднення навколишнього природного середовища є однією із самих гострих екологічних проблем сучасності у зв'язку з тим, що надходження нафтопродуктів в атмосферне повітря, геологічне й водне середовище відбувається постійно й повсюдно. Для території України, у тому числі й для Харківської області, цей вид забруднення є також найнебезпечнішим, що пов'язано зі специфікою його поширення, труднощами в організації й проведенні режимних спостережень за рівнем нафтохімічного забруднення на значних територіях, неоднозначністю оцінки його впливу на стан екосистем у зв'язку зі складністю компонентного складу нафтопродуктів і таке ін. У процесі нафтохімічного забруднення територій створюються техногенні міграційні потоки, основне навантаження від яких приймають ґрунти, підземні й поверхневі води. Численні літературні джерела присвячені різним проявам нафтохімічного забруднення зони аерації ґрунтів (зниження продуктивності, зміна фізико-хімічних властивостей, пригнічення ґрунтової біоти й таке ін.); водних об'єктів (порушення газообміну між атмосферою й поверхнею води, поява стороннього смаку й запаху води, погіршення якості риби, негативний вплив на процеси самоочищення й таке ін.).

Є також відомості про шкідливий вплив нафтопродуктів на здоров'я людей (патологічні зміни щитовидної залози, порушення функції печінки й нирок, подразнення дихальних шляхів, порушення координації руху й таке ін.).

Разом з тим, проблема забезпечення населення якісною питною водою є для багатьох регіонів України однією із пріоритетних проблем, від вирішення якої залежить збереження здоров'я людей. Зважаючи на це, у березні 2005 року Законом України була прийнята Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006 - 2020рр. [1].

Метою програми є забезпечення населення України питною водою, якість якої відповідає встановленим нормативним вимогам. У програмі підкреслюється, що особливої уваги потребує розширення використання для питних цілей підземних вод, як резервного джерела питного водопостачання. Це пов'язано з тим, що сучасний стан поверхневих водних об'єктів є незадовільним. Питна вода, яка отримується із цих джерел при недостатньо ефективній роботі водоочисних споруд, не відповідає встановленим вимогам за багатьма показниками згідно з ГОСТ 287482 [2].

У зв'язку з цим, одним із напрямів виконання програми є розробка заходів щодо захисту джерел водопостачання, зокрема підземних вод, від забруднення.

Аналіз вивчення проблеми. Аналіз підзаконних актів, нормативних та інших документів, які регламентують природоохоронну діяльність у галузі нафтогазовидобувної та переробної галузей, показав, що науково обґрунтовані вимоги до якості компонентів навколишнього природного середовища, що підлягають негативному впливу внаслідок забруднення нафтопродуктами, існують лише для поверхневих

вод. Зокрема, гранично допустима концентрація (ГДК) нафтопродуктів для води водних об'єктів рибогосподарського водокористування складає 0,05 мг/л [3]*, а для води водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування – 0,3 мг/л [4]**. Водогосподарськими органами колишніх держав-членів Ради Економічної Взаємо-допомоги були розроблені «Единые критерии качества вод» [5], у яких для поверхневих вод за вмістом нафтопродуктів було прийнято таку класифікацію: дуже чисті – нафтопродукти відсутні; чисті – 0,05 мг/л; незначно забруднені – 0,1 мг/л; забруднені – 0,3 мг/л; сильно забруднені – 1,0 мг/л; дуже сильно забруднені > 1,0 мг/л.

Що стосується вимог до якості підземних вод, то для них нормативу нафтопродуктів не встановлено, тому в Україні використовують ГДК для води водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування – 0,3 мг/л. Таке ж значення ГДК нафтопродуктів відповідно до ГОСТа «Вода питьевая» [2], рекомендується і для питної води, оскільки серед 10 унормованих показників (жорсткість загальна, поліфосфати, залізо, марганець, мідь, цинк, сульфати, хлориди, сухий залишок, рН) норматив на вміст нафтопродуктів не встановлено, а у п.1.6 означеного ГОСТа стверджується, що концентрація хімічних речовин, які не вказано у цьому переліку, не повинна перевищувати ГДК для води водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування за органолептичними і санітарно-токсикологічними ознаками, тобто 0,3 мг/л.

При цьому використання лише інформації щодо перевищення ГДК окремих хімічних речовин, що входять до складу нафтопродуктів, недостатньо для оцінки якості підземних вод, оскільки не враховується вплив сукупної дії полікомпонентних хімічних сполук (якою є нафтопродукти) на біотичну складову екосистем. Це пов'язано з тим, що концентрація ГДК передбачає нормування Ізольованого впливу хімічних речовин на відповід-

ні тест-організми, які використовуються при встановленні ГДК, в той час як у реальних умовах вплив чинять складні суміші речовин, унаслідок чого може проявлятися комбінований ефект впливу – адитивність, синергізм, антагонізм [6].

Взагалі, для оцінки впливу нафтопродуктів на екологічний стан навколишнього природного середовища необхідно мати інформацію, як мінімум, за такими характеристиками: вміст нафтопродуктів в окремих компонентах; швидкість їх хімічної і біологічної деструкції під впливом абіотичних і біотичних факторів; рівень токсичності нафтопродуктів по відношенню до живих організмів.

Стосовно інформації щодо вмісту нафтопродуктів, то такі дані отримують в стандартному режимі при здійсненні спостережень. Інформацію за другою характеристикою отримати можливо, але для цього необхідно провести комплекс довгострокових та трудомістких за об'ємом експериментів в натурних і лабораторних умовах. Однак, найбільш інформативними даними щодо екологічної небезпеки вуглеводневого забруднення геосистеми є результати визначення рівнів загальної токсичності нафтопродуктів для водних організмів. Таку інформацію можна отримати шляхом інтегральної оцінки біологічної повноцінності середовища мешкання живих істот за допомогою методу біотестування, який передбачає реєстрацію в контрольованих, стандартних умовах відповідних реакцій тест-організмів на токсичну дію екологічно небезпечних хімічних сполук та їх сумішей.

Метою та завданнями роботи є оцінка екологічної небезпеки нафтохімічного забруднення підземних вод в районі розташування нафтогазовидобувних і переробних підприємств. Для досягнення означеної мети використано комплекс показників, які характеризують рівень нафтохімічного забруднення підземних вод, а також було здійснено токсикологічну оцінку якості підземних вод забруднених нафтопродуктами, шляхом використання набору методик біотестування.

* , ** - означені ГДК наведено у Переліках нормативів, які було розроблено установами СРСР і є чинними в РФ та

Результати дослідження. Оцінка екологічної небезпеки забруднення нафтопродуктами підземних вод здійснювалась на основі аналізу та узагальнення результатів, отриманих автором у 2003 та 2006 рр., в процесі проведення польових обстежень території в районі зосередження діючих свердловин з видобування вуглеводневої сировини (зокрема природного газу і газового конденсату) та розташування нафто-газопереробного підприємства [7,8]. Під час польових обстежень у межах визначених пробних площадок було відібрано 57 проб підземних вод із шахтних колодязів. Проби підземної води відбирали із шахтних колодязів у населених пунктах за потоком підземних вод. Вміст нафтопродуктів визначали в усіх відібраних пробах за методикою [9]. Для визначення токсичних властивостей підземних вод використовували методику біотестування на церіодафніях. Показниками токсичності води є виживаність та плодючість церіодафній у дослідних пробах води порівняно з контролем. Процедури біотестування за цими методиками наведено в [1011].

Для визначення генотоксичних властивостей підземних вод використовували методику біотестування на мухах дрозофілах. Показником генотоксичності води є частота виникнення домінантних летальних мутацій у мух, які оброблені дріжджовою суспензією на дослідній воді, порівняно з контролем [12].

Оцінка зосередження нафтогазовидобувних та переробних підприємств показала, що за інтенсивністю їх розташування найбільш навантаженими є Балаклівський, Зміївський, Чугуївський та Ізюмський райони Харківської області. На території цих районів зосереджено велику кількість родовищ і діючих свердловин з видобування нафти, природного газу і конденсату, підприємств з комплексної підготовки та переробки вуглеводневої сировини. За своїми функціональними і технологічними особливостями означені підприємства є потенційними джерелами забруднення природного середовища нафтопродуктами.

Експериментальні дані щодо вмісту нафтопродуктів у підземних водах свідчать про перевищення ГДК для води водних

об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування, яке спостерігалось у 21 пробі із 57, що складає 36,8 %, із них 17 проб було відібрано у 2006 р. Перевищення вмісту нафтопродуктів (за ГДК нафтопродуктів у підземних водах, із шахтних колодязів які використовуються населенням для питних потреб, прийнято значення $0,3 \text{ мг/дм}^3$) спостерігалось в усіх пробах, відібраних у межах Балаклівського та Ізюмського районів Харківської області. Вміст нафтопродуктів у цих пробах коливався від $0,4$ до $1,3 \text{ мг/дм}^3$. У межах Чугуївського району вміст нафтопродуктів у пробах підземних вод знаходився в діапазоні $0,2 - 1,7 \text{ мг/дм}^3$: у 3 пробах із 4 зафіксовано перевищення ГДК нафтопродуктів від 2 до 5,7 разів. На території Зміївського району вміст нафтопродуктів у пробах підземних вод не перевищував ГДК.

Аналіз відносної кількості перевищень ГДК нафтопродуктів у підземних водах у межах різних адміністративних районів Харківської області, що обстежувалися, показав, що у 60 % проб, відібраних із шахтних колодязів у с. Андріївка (Балаклівський район) було зафіксовано перевищення ГДК, яке складало від 1,2 до 4,3 разів. Серед інших проб підземних вод слід відзначити значне перевищення ГДК нафтопродуктів (у 5,7 разів) у воді, що відбиралась у 2006 році із шахтного колодязя на ст. Коробочкине (Чугуївський район).

Взагалі, впродовж 2003 – 2006 років у нафтохімічному забрудненні підземних вод спостерігалась тенденція до його зниження у період з 2003 по 2005 рр. і різкого підвищення у 2006р., що може пояснюватись впливом сукупності абіотичних і біотичних умов при постійному надходженні нафтопродуктів у підземні води водоносних горизонтів четвертинних та неогенових відкладів, які більшою мірою, відносяться до незахищених або слабо захищених.

Біотестування проб підземних вод показало, що серед 22 проб підземних вод, які було відібрано в межах Балаклівського, Зміївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області, 20 проб (90,9 %) виявилися токсичними. Токсичними виявилися усі проби підземних вод, що було відібрано у межах двох із чотирьох

адміністративних районів: Зміївському та Ізюмському. На території Балакліївського та Чугуївського районів токсичними виявилися 80 % та 75 % проб підземних вод відповідно. За ступенем забрудненості проби підземних вод коливались від чистої (I клас якості) до дуже брудної (V клас якості). Найбільш забрудненою виявилася проба підземної води, яку було відібрано в межах Чугуївського району в с. Вовчий Яр. Помірно забруднені проби підземних вод (III клас якості води) виявлено в межах адміністративних районів: 6 проб – у межах Балакліївського; 4 проби у межах Ізюмського, 3 проби – у межах Чугуївського, 2 проби – у межах Зміївського районів. Слабо забруднені проби підземних вод (II клас якості) виявлені у межах Балакліївського району (6 проб).

Якщо проаналізувати результати вимірювання вмісту нафтопродуктів та співставити їх з токсичними властивостями підземної води, яка використовується населенням для питних потреб, складається наступна тенденція у 4 пробах підземної води вміст нафтопродуктів складав: у воді із свердловини на питну воду (хутір Студенок) – 0,1 мг/л; із водозабірної колонки (с. Червоний Яр) – 0,05 мг/л; із шахтного колодязя (с. Вовчий Яр) – 0,2 мг/л; із шахтного колодязя (с. Червоний Степ) – 0,1 мг/л. Приймаючи в якості нормативу ГДК нафтопродуктів на питну воду 0,3 мг/л можна зробити висновок, що у жодній із 4 проб ГДК не перевищується, в той час як всі проби виявили токсичні властивості, при цьому якість питної води за токсикологічним показником характеризується як помірно забруднена (III клас якості) у першому випадку; помірно забруднена (III клас якості), генотоксична у другому випадку; дуже брудна (V клас якості), генотоксична – у третьому випадку (у даній пробі води сама низька концентрація нафтопродуктів – 0,05 мг/л) і помірно забруднена (III клас якості) – у четвертому випадку.

На рисунку показано результати оцінки екологічної небезпеки нафтохімічного забруднення підземних вод на території чотирьох районів Харківської області, яку здійснено шляхом аналізу та узагальнення

даних щодо вмісту нафтопродуктів у пробах підземних вод та їх токсичної та генотоксичної дії на тесторганізми. На основі аналізу наведених даних можна відзначити чітко виражену розбіжність результатів між вмістом нафтопродуктів у відібраних пробах підземних вод і кількістю токсичних проб. Співставлення вмісту нафтопродуктів з встановленими ГДК нафтопродуктів показало, що серед 22 проб підземних вод, які було відібрано в межах 5 осередків, 20 проб (90,9 %) виявилися токсичними і 3 проби (13,6 %) генотоксичними. При цьому у 5 випадках з 22 токсичними були проби води, в яких вміст нафтопродуктів знаходився на рівні 0,1 – 0,2 мг/л, тобто був нижче за ГДК.

Забруднення нафтопродуктами підземних вод, які використовуються населенням для питних цілей, може призводити до захворювання людей. За результатами розрахунку індивідуального ризику для здоров'я людини, який виконано на основі результатів обстеження території 4 районів, при використанні забруднених нафтопродуктами питних вод найбільшим ризиком характеризується Балакліївський район [13].

Таким чином, можна зробити висновок щодо необхідності сумісного використання хімічних і біологічних, зокрема, токсикологічних показників, для оцінки якості води, оскільки лише на основі результатів хімічного аналізу неможливо визначити ступінь її небезпеки для водних організмів.

Висновки та пропозиції щодо подальшого вирішення проблеми.

1. Природоохоронні заходи з регулювання й обмеження надходження у природне середовище екологічно небезпечних речовин і сполук, як правило, засновано на співставленні фактичних значень їх вмісту з встановленими величинами ГДК цих речовин для відповідного компоненту

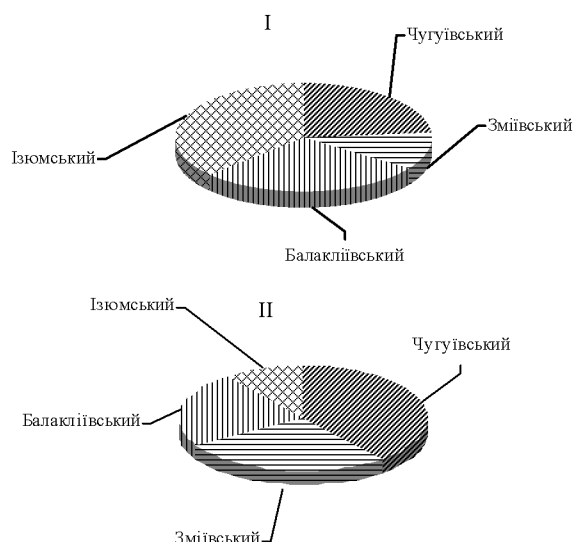


Рисунок – Усереднені значення вмісту нафтопродуктів у пробах підземних вод (I) та кількість токсичних та генотоксичних проб (II), відібраних на території різних районів.

природного середовища. Але при цьому використання лише інформації щодо перевищення ГДК окремих хімічних речовин, що входять до складу нафтопродуктів, недостатньо для оцінки екологічного стану території, оскільки не враховується вплив сукупної дії полікомпонентних хімічних сполук (якою є нафтопродукти) на біотичну складову екосистем.

2. Різноманітність і мінливість вуглеводного складу нафтопродуктів обумовлюють необхідність використання комплексу показників для оцінки екологічної небезпеки вуглеводного забруднення. Таку оцінку доцільно здійснювати шляхом одночасного використання хімічних і біологічних, зокрема токсикологічних, показників, які дають найбільш репрезентативну інформацію щодо екологічної небезпеки вуглеводного забруднення підземних вод.

1. Перевищення вмісту нафтопродуктів спостерігалось в усіх пробах, відібраних у межах Балакліївського та Ізюмського районів, 75% проб відібраних у межах Чугуївського району Харківської області. На території Зміївського району вміст нафтопродуктів у пробах підземних вод не перевищував ГДК.

2. Біотестування проб підземних вод показало, що серед 22 проб підземних вод, які було відібрано в межах Балакліївського,

Зміївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області, 20 проб (90,9 %) виявилися токсичними.

3. На основі аналізу наведених даних можна відзначити чітко виражену розбіжність результатів між вмістом нафтопродуктів у відібраних пробах підземних вод і кількістю токсичних проб.

У подальших дослідженнях доцільно отримати додаткові експериментальні дані з метою виявлення взаємозв'язків між результатами хімічних і токсикологічних досліджень при здійсненні результатів оцінки екологічної небезпеки нафтохімічного забруднення підземних вод та визначення факторів, які можуть обумовлювати їх розбіжність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України Про Загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2006-2020 р. // Офіційний вісник України. – 2005. №13. – ст. 655.
2. ГОСТ 287482 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – Взамен ГОСТ 287473; Введ. 01.01.85. – М.: Издво стандартов, 1988. – 69 с.
3. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Изд. ВНИРО, 1990. 46 с.

4. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений. Утв. замминистра здравоохранения СССР от 04.07.1988 г. №463088.
5. Единые критерии качества вод. – М.: Изд. СЭВ, 1982. – 70 с.
4. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. – Харків: Райдер, 2006. – С. 15 – 33.
5. Крайнюков О. М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекологічний стан басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Харків, 2007. – 20 с.
6. НД. Рекомендації. Створення регіональної мережі спостережень та контролю за забрудненням нафтопродуктами басейну річки Сіверський Донець на території Харківської області. – Харків, 2007. – 15с.
7. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 1. Методы химического анализа вод. – М.: СЭВ, 1987. – Т. 1. – С. 538549
8. ДСТУ 41732003 Якість води. Визначення гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (*Cladocera*, *Crustacea*).
9. ДСТУ 41742003 Якість води. Визначення сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (*Cladocera*, *Crustacea*).
10. Методика визначення генотоксичності об'єктів довкілля за частотою виникнення домінантних летальних мутацій у мух *Drosophila melanogaster* Mg. / Затв. Наказом Мінекобезпеки України № 189 від 12.08.1999 р.
11. Крайнюков О. М. Оцінка ризику для здоров'я людей, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод // Зб. наук. праць. Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – Харків. – 2005 – Вип. 7. – С. 102 – 106.

УДК 504.056:574+504.53

КРАЙНЮКОВ А.Н.

Харьковский национальный университет
имени В.Н. Каразина,

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На основе анализа и обобщения результатов полевых обследований и лабораторных экотоксикологических исследований проб подземных вод осуществлена оценка экологической опасности

загрязнения нефтепродуктами подземных вод на территории четырех административных районов Харьковской области в пределах сосредоточения действующих скважин по добыче углеводородного сырья. Территорию ранжировано по уровню нефтехимического загрязнения подземных вод и их токсического и генотоксического действия на тесторганизмы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экологическая опасность, нефтепродукты, подземные воды, токсичность.

UDK 504.056:574+504.53

KRAINYUKOV A. N.

V. N. Karasin Kharkiv National University

ESTIMATION OF ECOLOGICAL DANGER OF PETROCHEMICAL POLLUTION OF UNDERGROUND WATERS

On the basis of the analysis and generalisation of results of field inspections and laboratory ecotoxicological researches of tests of underground waters the estimation of ecological danger of pollution by mineral oil of underground waters in territory of four administrative areas of the Kharkov area within a concentration of operating chinks on extraction of hydrocarbonic raw materials is carried out. Territory was ranged on level of petrochemical pollution of underground waters and their toxic and genototoxic effects on test organisms.

К е y w o r d s: ecological danger, mineral oil, underground waters, toxicity.

Стаття надійшла до редколегії 1.04.2008 р.

Рецензент к. г. н. Васенко О. Г.