

РОЗРАХУНКОВА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНОГО ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПІДЗЕМНУ ГІДРОСФЕРУ В МІСЦЯХ РОЗМІЩЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИМ СТОКОМ

Маркіна Яна Семенівна
керівник наукових досліджень
OTAVA LTD, Канада

Маркіна Надія Кузьмівна
ORCID ID: 0000-0003-2271-2837
завідувачка лабораторії екологічної гідрогеології та
оцінювання екологічного стану територій
*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Горишнякова Яна Вікторівна
ORCID ID: 0000-0001-7468-8301
аспірантка, науковий співробітник
*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Вступ. Постановка проблеми. Визначення величини гранично-допустимих техногенних навантажень на підземні води в межах формування осередків забруднення необхідне як для обґрунтування заходів з охорони підземних вод, так і для обґрунтування заходів з охорони річок від забруднення підземним стоком. Забруднені підземні води можуть сприяти забрудненню річкових вод, потрапляючи в контур дренажування річки.

Дренажний вплив річки визначає гідрогеологічну ситуацію на території, де простежується площа її водозбору і зазвичай в зону її дренажного впливу та в зону впливу її притоків потрапляють території розміщення об'єктів, які є джерелами забруднення підземних вод, в тому числі – промайданчиків промислових підприємств в цілому, на площі яких формуються осередки забруднення підземних вод.

Багаторічний досвід авторів щодо виконання інженерно-екологічних та гідрогеологічних досліджень свідчить, що при обґрунтуванні заходів з охорони річок, важливе значення має ступінь очищення і допустимі витрати забруднюючих речовин, які профільтрувалися в підземні води. Важливим питанням при цьому є наукове обґрунтування заходів із поліпшення екологічного стану підземних вод на ділянках забруднення водоносних горизонтів.

Постановка завдання та мета. Загальною метою даної статті є розроблення наукових підходів, що кількісно виражають імовірність прояву негативного впливу на стан водного середовища та їх практичне впровадження для вирішення

прикладних екологічних задач, а саме – при обґрунтуванні водоохоронних заходів, що включають проведення робіт з очищення (санації) геологічного середовища.

Авторами цієї роботи вирішувалась задача кількісної оцінки допустимого впливу на підземні води на території промислових майданчиків на основі закономірностей, виявлених в процесі дослідження осередку забруднення ґрунтового водоносного горизонту і впливу на поверхневі води річок і природних водойм.

Виклад основних результатів досліджень. В статті представлені методологічні підходи наукового обґрунтування вибору водоохоронних заходів для локалізації осередків забруднення підземних та поверхневих вод.

В умовах реалізації заходів з охорони річок від забруднення підземним стоком, для зниження економічних затрат та раціонального вирішення природоохоронних екологічних проблем, авторами розроблена методика розрахунків гранично-допустимих техногенних навантажень в межах осередку забруднення підземних вод, тобто, методика визначення прийнятного екологічного ризику. При цьому поняття прийнятного ризику є основою методології, яка дозволяє встановити рівень допустимих техногенних навантажень і встановити межі кількісної зміни рівня екологічної безпеки в регіоні.

Методологія кількісної оцінки екологічного ризику включає широкий спектр взаємопов'язаних проблем. Зважаючи на те, що інтенсивність техногенного навантаження на підземні води і формування небезпечних ділянок екологічного ризику, є функцією від природної захищеності водоносних горизонтів, від об'ємів надходження забруднюючих речовин в водоносний горизонт та від властивостей інгредієнтів, що фільтруються, при обґрунтуванні методики оцінювались визначальні фактори процесу забруднення підземних вод.

Оскільки природна захищеність підземної гідросфери, особливо ґрунтових вод, відсутня майже на всій території України, а найбільш поширені забруднюючі речовини за властивостями в більшості випадків відносяться до речовин, можливості яких до довготривалої міграції лімітується рядом фізико-хімічних і біологічних факторів, інтенсивність техногенного навантаження на підземні води залежить, в основному, від об'єму надходження забруднюючих речовин в осередках забруднення.

Визначальними факторами процесу забруднення підземних вод за межами сформованого осередку забруднення є інфільтраційне живлення водоносного горизонту на шляху фільтрації потоку підземних вод в напрямку розвантаження, а також особливості природного дренажу території.

Параметрами основних чинників формування хімічного складу і якості підземних та поверхневих (річкових) вод, що враховані в методиці, є інтенсивність інфільтрації забруднених вод (W_3) і концентрація забруднюючих речовин в забруднених водах, які інфільтруються (C_3) в осередку забруднення (техногенне навантаження), а також величина підземного притоку до річки ($Q = V_k h_k$) (приплив за рахунок статичних і динамічних ресурсів) або величина підземного живлення річки.

Екологічна значимість вкладу різних факторів у стан підземних вод оцінювалася за допомогою граничнодопустимих концентрацій в районі об'єктів, які захищаються (в нашому випадку річок та природних водойм) і граничнодопустимих екологічних навантажень в районі розвитку осередків забруднення. В якості допустимих екологічних навантажень в умовах прийнятного ризику, в методиці приймаються такі впливи на підземні води, які не викликають перевищень допустимого навантаження на екосистему і які постійно забезпечують оптимальні умови, відповідні потребам населення в водозабезпеченні [1,2].

Для визначення величини граничнодопустимого техногенного навантаження на ділянках екологічного ризику (в межах осередків забруднення), авторами розроблена методика балансових розрахунків.

З метою визначення частки привносу в річкові води забруднюючих речовин, по лініям току підземних вод від осередку забруднення – ділянки екологічного ризику, до об'єкту захисту (зазвичай контрольних створів в межах населених пунктів або визначених потенційно небезпечних ділянок річки), виділялися розрахункові блоки з відповідними зонами (рис. 1).

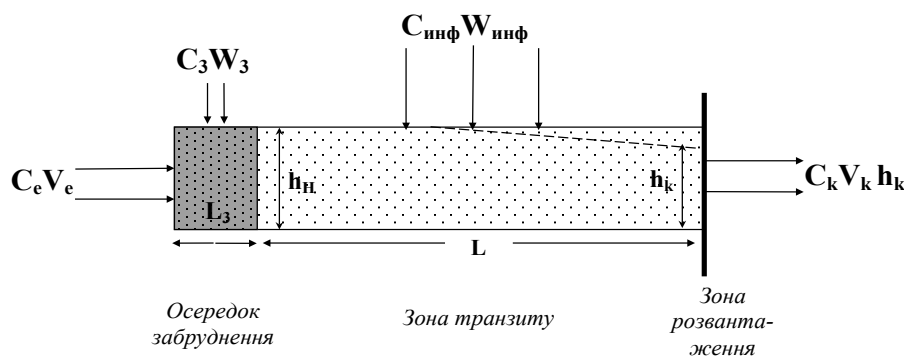


Рис. 1. Схема формування балансу забруднюючих речовин в виділеному обсязі ґрунтового потоку (від осередку забруднення – до зони розвантаження)

Баланс речовин в виділених блоках дозволяє скласти рівняння (1), рішенням якого є концентрація забруднюючих речовин в водах, що інфільтруються (2) і являє собою допустиму інтенсивність техногенного навантаження в осередках забруднення. При цьому техногенне навантаження на підземні води визначається гранично-допустимою концентрацією в підземних водах в районі об'єктів, які потребують захисту.

Баланс речовин в наведених блоках в загальному вигляді описується таким рівнянням:

$$C_3 W_3 L_3 + C_e V_e h_H + C_{\text{инф}} W_{\text{инф}} L = C_k h_k V_k \quad (1)$$

де:

$C_3 W_3$ – відповідно концентрація нафтопродуктів (мг/дм^3) в забруднених водах, які інфільтруються і інтенсивність інфільтрації (м/доб.);

$C_e, C_{\text{инф}}, C_k$ – концентрації забруднюючих речовин відповідно в природному потоці підземних вод, в атмосферних опадах і в контрольному створі, мг/дм^3 ;

$W_{\text{инф}}$ – величина природного інфільтраційного живлення, м/добу ;

V_e, V_k – швидкість потоку на вході і виході розрахункового блоку, м/добу ;

h_H, h_k – потужність водоносного горизонту в районі осередку забруднення і в розрахунковій точці, м ;

L_3, L – довжина області фільтрації відповідно в осередку забруднення і до розрахункової точки, м ;

h_H, h_k – потужність водоносного горизонту в межах осередку забруднення і в розрахунковій точці, м ;

L_3, L – довжина області фільтрації відповідно в осередку забруднення і до розрахункової точки, м .

Рішенням цього рівняння по відношенню до C_3 буде:

$$C_3 = \frac{C_k h_k V_k - C_e V_e h_H - C_{\text{инф}} W_{\text{инф}} L}{W_3 L_3} \quad (2)$$

що являє собою допустиму інтенсивність техногенного навантаження.

Рішенням рівняння по відношенню до C_k буде:

$$C_k = \frac{C_3 W_3 L_3 + C_e V_e h_H + C_{\text{инф}} W_{\text{инф}} L}{h_k V_k} \quad (3)$$

При прийнятті початкових умов ($C_e = C_{\text{инф}} = 0$; $W_{\text{инф}} = \text{const}$),

$$C_3 = \frac{h_k V_k}{W_3 L_3} C_k \quad (4)$$

$$C_k = \frac{W_3 L_3}{h_k V_k} C_3 \quad (5)$$

Аналізуючи залежність (5) можна зробити висновок, що:

–техногенне навантаження на підземні та поверхневі води визначається максимально можливою (екологічно прийнятною) гранично-допустимою концентрацією забруднюючих речовин в підземних водах в осередку забруднення;

–техногенне навантаження в районі об'єктів, що охороняються (річки та водойми) залежить від їх відстані до осередку забруднення.

–концентрація забруднюючих речовин в контрольних створах (на межі розвантаження підземних вод в річку) при сформованих техногенних умовах визначається величиною C_k .

Зрозуміло, що результати приведених розрахунків концентрацій забруднюючих речовин в розрахункових точках мають запас надійності, який перекидає як можливі помилки моделювання, так і похибки в визначенні других параметрів, що використовуються в розрахунках. Однак, вони можуть підтвердити необхідність реалізації заходів з охорони підземних та поверхневих вод – ліквідації забруднення і відновлення якості підземних вод в населених пунктах (якщо їх реабілітація не відбудеться в результаті ліквідації або локалізації осередку забруднення).

Висновки. Розроблена методика дозволяє обґрунтувати і скоригувати вихідні параметри при реалізації заходів з охорони підземних і поверхневих вод, а саме – при виборі технології ліквідації осередків забруднення. Отримані кількісні показники дають можливість оптимізувати процеси локалізації осередку забруднення та усунення його шкідливого впливу на підземну гідросферу і, таким чином, на екологічний стан поверхневих вод річок і водойм, які мають гідравлічний взаємозв'язок з підземними водами.

Розроблена авторами розрахункова методика може використовуватися при необхідності постійної підтримки якості підземних вод та гідравлічно взаємопов'язаних з ними поверхневих вод в зоні гідродинамічного і гідрохімічного впливу джерел забруднення, де необхідне управління станом підземних вод, яке сприяло б екологічно нормованому вмісту забруднюючих речовин і підтримці допустимої інтенсивності їх надходження в підземні і поверхневі води. Таке регулювання можливе при реалізації заходів як технологічного, так і організаційного характеру.

Методика реалізована в процесі вивчення ступеню і масштабів впливу ряду промислових об'єктів на підземні води та в процесі вибору і обґрунтування водоохоронних заходів. При цьому надійність результатів розрахунків, виконаних за

цією методикою, була підтверджена натурними даними [3,4].

Список використаних джерел:

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. 2.2.4-171-10 : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 05.04.2023).
2. Дедю И.И. (1989). Экологический энциклопедический словарь. Кишенев.
3. Бабаев М.В., Маркина Н.К. & Беседин Н.В. (1998). Эффективность мероприятий по оздоровлению экологической ситуации в районе пруда-испарителя. Вестник Украинского дома экономических и научно-технических знаний. Киев.
4. Маркина Я.С. (2008). Задачи оперативного управления риском загрязнения подземных вод в районе расположения нефтеперерабатывающих предприятий. Экологическая безопасность: проблемы и пути решения. Алушта.