УДК 504.6:622.276.031

Радомська М.М., Йовенко А.О. (Київ, Україна)

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ТА ГІРСЬКИХ ПОРІД НАФТОПРОДУКТАМИ

Питання оцінки впливу техногенних об'єктів на стан довкілля є однією з центральних проблем прикладної екології. В першу чергу, це стосується прогнозування забруднення компонентів довкілля. Відомі і обгрунтовані моделі поширення забруднюючих речовин в повітрі, процесів перемішування і розбавлення у поверхневих водах, проте для грунтів загальноприйнятих методик немає. Це обумовлено складною структурою (дискретністю і неоднорідністю) грунтів, а також міжкомпонентними шляхами міграції забрудників. Однiє з найважливіших проблем є отримання надійних моделей поширення у грунті нафти і нафтопродуктів.

Даний вид забруднення викликає інтерес з ряду причин. По-перше, нафта і більшість нафтопродуктів є складною сумішшю, що складається з аліфатичних і нафтенових вуглеводнів, ароматичних сполук, асфальто-смолистих речовин, що робить своєрідною поведінку нафтового забруднення у грунті. Потенційний об'єм поглинання нафтопродукту за рахунок капілярного вбирання залежить від властивостей вміщуючої породи, зокрема від її абсолютної проникності (по газу) і визначаються експериментально. Так, для сульфатних порід з абсолютною проникністю 0,4 мД, об'єм поглинання за годину складе 0,021 см^3. При цьому слід враховувати, що при високому вмісті нафтопродукту в певний момент часу прилегла порода буде насищена нафтопродуктом і між нею і можливим водним горизонтом встановиться динамічна рівновага сорбції і десорбції нафтопродукту, поступово просуваючи забруднення вглиб товщі порід. На процеси подальшої міграції нафти в грунті впливають, у свої чергу, як склад грунту, так і фракційний склад нафти, що в сукупності приводить до розділення нафти на фракції відповідно до грунтових горизонтів.

По-друге, актуальність прогнозів забруднення нафтою пов'язана з тим, що, в разі потрапляння її у водоносний горизонти і грунти, процес відновлення якості цих об'єктів є дуже складним технічно дорогою і тривалою роботою. По-третє, нафтова промисловість об'єднує дуже різнопланові за природою, просторовим і тимчасовим поширенням джерела впливів на довкілля, а склад забруднення, окрім нафтопродуктів і нафти, включає компоненти бурових і розпушуючих розчинів, кислоти, луги, ПАР, а також супутні води високої мінералізації.

Аналіз літератури дозволяє виділити такі основні шляхи потрапляння забруднень у грунт: витоки з амбарів, відстійників, шламонакопичувачів і резервуарів для зберігання продукції, складів зберігання хімікатів; витоки з системи збору пластових вод і продукції; міграція забрудників з поверхневих водних об'єктів. Оскільки інфільтраційні процеси при розливах продукту на поверхню грунту визначають початкову площу ореолу забруднення, необхідний апарат для її розрахунку. У разі, коли градієнт натиску невеликий, А.Г.Арьє пропонує розглядати реальний грунт або гірську породу як сукупність каналів; тоді швидкість руху рідини в них можна обчислити унаслідок перетворення закону Дарсі. Так, в разі витоків з резервуарів і амбарів швидкість фільтрації в реальному грунті за тиску 50 кПа може скласти 0,4 мм/с або 32,4 м/добу. Значення швидкостей, отримане таким чином, дозволяє оцінити відстань, на яку проникає забруднення за певний проміжок часу і зробити вивід про можливість проникнення забруднення через грунт в горизонт підземних вод. У останньому випадку важливо враховувати дані про наявність водотривких, непроникних порід, які перешкоджають забрудненню вод і впливають на подальшу міграцію забрудників.

Для визначення радіусу зони проникнення забруднення при точковому вертикальному джерелі (отвір в днищі амбару, резервуару), враховуючи радіус отвору, проникність грунту або породи, різницю тиску в резервуарі і тиску в грунті або пласті породи, можна оцінити розмір витоків в об'ємних одиницях, швидкість і дальність проникнення забруднення. Наприклад, отвір радіусом 10 см навіть при низькій проникності і пористості породи $2{\cdot}10^{-13}$ м^2 і 0,15 відповідно, в разі прориву з різницею тиску на рівні 15 МПа, за 1 день призведе до забруднення нафтопродуктом (динамічна в'язкість 0,03 Па·с) зони радіусом 4,28 м. А при проникності грунту $4{,}5{\cdot}10^{-10}$ м^2 радіус зони просочування складе 203 м. При цьому слід взяти до уваги, що у міру насичуваності грунту або гірських порід нафтопродуктом, його проникність зменшуватиметься і швидкість просування фронту забруднення зменшуватиметься.