

**ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА
У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЙОГО ЗАБРУДНЕННЯМ НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ**

Розглянуті особливості та джерела забруднення морського середовища нафтою і нафтопродуктами. Сформульовані запобіжні та ліквідаційні заходи по боротьбі із забрудненням.

The sources of marine environment contamination are considered. The general preventive and protective actions for elimination of contamination are defined.

Постійно зростаючі об'єми морського розвідувального та експлуатаційного буріння на нафту та газ, транспортування вуглеводневої сировини танкерами та за допомогою морських трубопроводів, техногенна ерозія морського дна значно збільшують ризик забруднення (аж до катастрофічного) водного та прибережного середовища нафтопродуктами й роблять сьогодні проблему моніторингу та запобігання такого забруднення природного середовища вельми актуальною у світовому масштабі.

Як відомо, нафта – це каустобіліт, що являє собою у пластових умовах суміш рідких і газоподібних вуглеводнів метанового, нафтенного та ароматичних рядів.

Вуглеводні метанові (алкани, парафіни) – насичені аліфатичні жирні вуглеводні із загальною формулою C_nH_{2n+2} . До бутану (C_4H_{10}) включно – це газоподібні речовини (при нормальних умовах). Від C_5H_{12} до $C_{15}H_{32}$ – рідини, від $C_{16}H_{34}$ – тверді речовини. Метанові вуглеводні є основною складовою частиною нафти. Алкани із прямими зв'язками є відносно неотруйними й піддаються біохімічному розкладу. Але, чим більш розгалуженим є ланцюг (ізоалкани), тим більш стійкими вони є до нейтралізації. Чим менша кількість атомів вуглецю, тим більш леткими є сполуки і тим краще вони розчиняються у воді.

Вуглеводні нафтенного ряду (нафтени або циклоалкани) із 5-6 атомами вуглецю, що утворюють кільце, складають 30-60% нафти. Крім циклопентану та циклогексану, в нафті містяться біциклічні та поліциклічні нафтени. Ці сполуки є дуже стійкими і практично не піддаються біорозкладу.

Ароматичні вуглеводні (арени) – це циклічні вуглеводні, в основі котрих лежить бензольне ядро – колоподібна замкнена система з 6 атомів вуглецю. Розділяють моноциклічні леткі (бензол, толуол, ксилол) та поліциклічні (нафталин, антрацен, фенатрен, перилен та ін.) ароматичні вуглеводні. Декотрі мікроорганізми здатні розкладати саме ці сполуки.

В нафтах ароматичні вуглеводні є завжди присутніми, але, як правило, у меншій кількості, ніж парафіни та нафтени.

Окрім вуглеводнів (50-98%) в нафті присутні інші речовини, серед котрих особливе значення мають сполуки, що містять сірку, кількість якої може досягати 10%. В нафті зустрічаються також жирні кислоти (до 5% кисню), азотні сполуки (до 1% азоту), мікроелементи (ванадій, нікель та ін.).

Вміст нафти в морях та океанах залежить від багатьох факторів і коливається від долей міліграму до грамів на 1 літр води. Частіше за все нафта, яка потрапила у воду, розповсюджується у вигляді плівки, завтовшки від одної молекули до кількох сантиметрів. Нафта може також перебувати у розчиненому або емульгованому стані.

Характерною особливістю нафтового забруднення, що ускладнює боротьбу із ним, є властивість швидкого розповсюдження нафти та нафтопродуктів у воді, здатність забруднення переходити з води у донні відклади і навпаки. Відзначимо також здатність нафти випаровуватися, що призводить до отруєння атмосфери не тільки над акваторією забруднення, але й далеко за її межами.

Основними джерелами забруднення водного середовища, яке, на жаль, щороку зростає, є:

1. Танкери та інші нафтоналивні судна, а також суховантажні, пасажирські судна, які працюють на вуглеводневному паливі.

2. Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин, розробка родовищ нафти й газу.

3. Нафтопереробні та хімічні заводи, розташовані в прибережній зоні морської акваторії.

Варто вказати також й на природні джерела. За розрахунками М.Б. Вассосевича у Світовому океані за рахунок фотосинтезу продукується щорічно біля $2 \cdot 10^{17}$ тон вуглеводнів.

Заходи по боротьбі із забрудненням водного середовища нафтою та нафтопродуктами можна розділити на запобіжні та ліквідаційні.

Запобіжні заходи:

- ✓ регламентуючі (юридичні аспекти);
 - ✓ технологічні заходи, спрямовані на вдосконалення методів розвідки та експлуатації родовищ вуглеводнів, засобів їхньої переробки та транспортування.
- Запобіжні заходи спрямовані на попередження та мінімізацію можливих наслідків забруднення.

Заходи по ліквідації наслідків забруднення:

- ✓ механічні;
- ✓ хімічні;
- ✓ біотехнологічні.

Конкретні заходи по боротьбі з нафтовим забрудненням середовища, в тому числі морського середовища, повинні бути адекватними (зі чим боротися в першу чергу) її екологічному стану. Існують різні підходи кількісної оцінки стану оточуючого середовища. Метод Б.Г. Розанова є одним з таких. Він заснований на комплексному аналізі енергетичних (E), водних (W), біологічних (B) та біогеохімічних (G) характеристик природного середовища.

Стан природного середовища (S) у деякий момент часу t можна виразити у вигляді:

$$S = f(E, W, B, G, t)$$

Тоді, зміна природного середовища під впливом техногенних факторів буде описуватися диференціальним рівнянням:

$$dS = \frac{\partial S}{\partial E} dE|_{W,B,G} + \frac{\partial S}{\partial W} dW|_{E,B,G} + \frac{\partial S}{\partial B} dB|_{E,W,G} + \frac{\partial S}{\partial G} dG|_{E,W,B}$$

Найбільшу небезпеку для екосистеми району пошуку, розвідки і розробки родовищ нафти і газу, як вже зазначалося, представляють процес буріння свердловин і транспортування нафтопродуктів танкерами і трубопроводами. Ці та інші [1] джерела забруднення призводять до змін у гіршому напрямку всіх параметрів середовища: забруднюються води морів і океанів (W); зменшується (іноді до повного зникнення) кількість видів морської флори і фауни (B); змінюється, що особливо помітно при експлуатації нафтогазового комплексу, і біогеохімічний фактор G (перш за все за рахунок переміщення флюїдів по вертикалі).

Для вибору екологічно безпечних (граничних) умов техногенного впливу (наприклад, при бурінні морських свердловин) необхідно знати, як поведе себе природний об'єкт (в нашому випадку – донні відклади, вода, флора, фауна і атмосфера над районом буріння) під дією факторів різного генезису. Оскільки кожна екосистема являє собою складну дифузну, динамічно розвинену систему із багатовимірним ланцюгом внутрішніх зв'язків, а також враховуючи розмаїття техногенних факторів діяльності людини, розробка оптимального алгоритму антропогенного навантаження на природне (у т.ч. морське) середовище потребує системного підходу.

Системний підхід до вивчення біосфери Землі був сформульований в кінці XIX століття В.В. Докучаєвим. Основою такого підходу є "... віковий і завжди закономірний зв'язок між силами, тілами та явищами, між рослинним, тваринним, мінеральним царством з одного боку, і людиною, її побутом і навіть духовним світом – з іншого...". Розвиваючи цю думку, М.О. Бердяєв у 1918 році виокремлює один з основних принципів системного аналізу – ієрархічність: "Увесь світовий шлях буття є складна взаємодія різних ступенів світової ієрархії індивідуальностей, творче вростання одної ієрархії в іншу...".

В геології системний підхід розуміється як метод пізнання, при якому об'єкт дослідження розглядається в якості системи, що складається з множини структурних елементів, які об'єднуються між собою сукупністю внутрішніх зв'язків і володіють властивостями ієрархії й синархії (рівноправної узгодженості об'єктів систем по латералі).

Основою системного аналізу в умовах розмаїття й складності наявної вихідної інформації є, як відомо, моделювання. Мета системного аналізу – створити таку фізико-математичну модель об'єкту (або процесу) досліджень, котра описувала б усі особливості будови і функціонування досліджуваного об'єкту (процесу) серед інших об'єктів (процесів).

Принципи системного аналізу при розв'язку задач екологічної безпеки морського середовища у випадку забруднення його вуглеводневою сировиною та/або продуктами її переробки можуть бути реалізовані в моделі екологічного дизайну, в якій розкриваються причинно-наслідкові зв'язки та характер взаємодії, наприклад, нафтопромислового (або іншого) об'єкту із навколишнім середовищем. Основними задачами екологічного дизайну є: створення екологічної рівноваги природно-технічної системи; активізація внутрішніх зв'язків саморегуляції природної системи; вчасне виключення можливостей експлуатації об'єктів (бурових свердловин, транспортних засобів і т.п.) при загрозі забруднення і порушення екологічної рівноваги.

В базисній моделі екологічного дизайну розглядається взаємодія з природним середовищем двох факторів: організаційного (персонал, структура управління, організація робіт) та технологічного (техніка, апаратура, методичне забезпечення). Для збереження екологічної рівноваги в районах, що можуть зазнати нафтового забруднення (наприклад, в акваторіях, де ведуться бурові роботи), необхідна узгоджена взаємодія цих факторів. Будівництво свердловин призводить до зниження екологічної ємності середовища. Тому головним завданням природоохоронної діяльності бурових підприємств – створити такі умови буріння, за яких виключається можливість виникнення граничних техногенних навантажень на об'єкти природного середовища.

Організаційний фактор виявляється, як правило, достатньо консервативним і менш підданним до змін. Технологічний фактор – більш динамічний, мінливий. Взаємодія між природним середовищем і технологією виробництва (технікою, методикою робіт) повинна будуватися за принципом зворотного зв'язку: всяка негативна реакція середовища повинна викликати відповідну реакцію технології на виниклу ситуацію з метою ліквідації (а краще – попередження) її наслідків.

Зокрема, для зменшення ризику забруднення морського середовища нафтою необхідно застосовувати сучасні екологічно нешкідливі технології проведення бурових і промислово-геофізичних робіт: кущове буріння похило-спрямованих та горизонтальних свердловин за допомогою вибійних телеметричних систем із одночасним виконанням геофізичних досліджень.

Природно, що оптимальними умовами організації безпечної для оточуючого середовища технології є такі, за яких основні виробничі процеси мало залежать від персоналу, а структури управління складають невід'ємну частину технологій, що використовується.

На закінчення підкреслимо ще раз, що проблема захисту водного середовища Землі від забруднення, зокрема, нафтового забруднення, вже давно потребує зусиль усієї світової спільноти. Для України особливо важливим є повноцінна участь і виконання програми біомоніторингу забруднення Середземноморського басейну, включаючи акваторії Чорного та Азовського морів.

1. В.М. Курганський, І.В. Тишаєв. До питання забруднення оточуючого середовища в процесі буріння нафтових та газових свердловин // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. – 2006. – Вип.38. – С.7-9. 2. Курганський В.М., Тишаєв І.В. Особливості та джерела забруднення нафтою й нафтопродуктами морського середовища // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища" 21-24 вересня 2006 року. – К., 2006. – С. 158-159. 3. Госпелов В.В. Природоохоронні заходи при розвідці і розробці местороджень нафти і газу. – М.: РГУ нафти і газу ім. І.М. Губкіна, 2002. – 57 с.

Надійшла до редакції 23.01.07

УДК 550.831+550.838

Г.Т. Продайвода, д-р фіз.-мат. наук, П.І. Гришук, канд. геол. наук

ГРАВІМАГНІТНИЙ МЕТОД ГЕОКАРТУВАННЯ СТРУКТУРНО-РЕЧОВИНИХ КОМПЛЕКСІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Розглядається новий метод кількісної геологічної інтерпретації гравімагнітних досліджень. В його основі лежать принципи геофізичної томографії, які дозволяють однозначно визначити вплив на зареєстроване геофізичне поле досліджуваного об'єкту тектонічної структури геологічного об'єкту. Об'єм геологічного середовища, у відповідності із масштабом і глибиною досліджень, складається з елементарних кубічних комірок. Для розв'язку прямої і зворотної задач гравімагнітометрії застосовується єдина багатоконпонентна тріщинувата модель, ефективні магнітні і густинні властивості якої розраховуються методом умовних моментів нх функцій із застосуванням розрахункової схеми Морі-Тонака.

A new method of quantitative geological interpretation of gravity and magnetic data are discussed. Principles of geophysical tomography, which allow simply to define the influence on the registered geophysical field of the explored volume of tectonic structure of geological object are used. The volume of geological environment, in accordance with scale and depth of researches, consists of elementary cube blocks. For the solution of direct and reverse problems of gravity and magnetics the unique multicomponent crack model is used. Effective magnetic and density properties by the method of conditional moment functions with application of computation chart Morey and Tonaka are calculated.

Вступ. Підвищення вимог до ефективності геофізичних досліджень та ускладнення задач по глибинному геологічному картуванню на території Українського щита

та вимагає нових підходів до геологічної інтерпретації геофізичних спостережень.

© Г.Т. Продайвода, П.І. Гришук, 2007