

АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ РОЗЛИВІ В МОРСЬКИХ АКВАТОРІЯХ: ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ І ШЛЯХИ ЙОГО РІШЕННЯ

У статті представлені результати аналізу фізико-хімічних властивостей нафти і нафтопродуктів, що взаємодіють при розливі в морському середовищі. Це необхідно для проведення ліквідації розливів нафти з врахуванням властивостей впливу на водне середовище нафтою і її фракціями. Окрім цього, представлені основні етапи ліквідації наслідків розливу нафти з особливостями його розрахунку.

Ключові слова: аналіз, ліквідація, морське середовище, нафта, нафтопродукти, вплив.

Вступ

Актуальність теми. Одним з актуальних напрямів в області оцінки екологічного стану довкілля є розробка єдиного комплексного підходу до рішення задачі пов'язаною з визначенням параметрів зовнішнього середовища, а також визначенням критеріїв і показників оцінки даних параметрів [1]. При цьому одним з основних видів діяльності по зниженню рівня ризик виникнення надзвичайних ситуацій є визначення міри впливу на зовнішнє середовище [1, 2].

В даний час спостерігається в світі тенденція зростання видобутку нафти і танкерних перевезень її та нафтопродуктів в морях та океанах. Проте виникають ситуації пов'язані з розливом шкідливих речовин, пов'язаних з суб'єктивними і об'єктивними причинами. У зв'язку, з чим найважливішою екологічною проблемою Морей і океанів, є запобігання забруднення шкідливими речовинами, які наводять до безповоротних процесів дії на флору і фауну, природних ресурсів і живих організмів, а також до небезпеки для здоров'я людей. Окрім цього, антропогенна дія пов'язані з розливом нафти (нафтопродуктів) на водну поверхню наводять до погіршення морської діяльності, включаючи рибальство, змінюючи якість морської води і іншим шкідливим діям. Тому дослідження пов'язані з впливом нафти (або нафтопродуктів) на морське середовище є актуальним.

Аналіз джерел літератури і наочної області. Аналіз літератури [1 – 4] показав, що на сьогоднішній день великомасштабні розливи нафти та нафтопродуктів відбуваються в аваріях морів на танкерах та в океанах на нафтових платформах. Ці події відносяться до найбільш частіших та небезпечних по своїх наслідкам надзвичайних ситуацій, що приводять до проблеми очищення води від даних забрудників. Тому для ліквідації нафти і нафтопродуктів необхідне виконання комплексу заходів з метою формування ефективної системи реагування [3]. Особливістю ліквідації наслідків розливу нафти і нафтопродуктів є переважно механічні, термічні, фізико-хімічні і біологічні методи [2]. Це наводить до необхідності враховувати особливості взаємодії і

міру впливу на водне середовище нафти та нафтопродуктів при розливі в морських акваторіях.

Мета статті: провести аналіз складових елементів нафти і виділити основні речовини, що впливають на морське середовище. Окрім цього, робиться спроба узагальнити деякі підходи до урахування специфіки при ліквідації наслідків, що пов'язані з розливами нафтопродуктів, а також визначити основні етапи їх реалізації. Це необхідно для визначення даних, а також вимог до порядку розрахунку сил та засобів для проведення аварійно-рятувальної операції по ліквідації наслідків розливів нафтопродуктів.

Виклад основного матеріалу

Аналіз фізико-хімічних властивостей нафти. Аналізуючи поняття нафти можна сформулювати з хімічної точки зору як природна масляниста рідина, яка може бути від світло-коричневого (майже безбарвна) до темно-бурого кольору, є складною сумішшю вуглеводнів, водню і деяких інших хімічних сполук [3]. При цьому, загальний вміст вуглеводнів та водопологів може досягати порядку до 98 %, їх фракції слабо зв'язані між собою і при тривалому зберіганні здібні до розшарування під впливом гравітації [2]. Окрім цього в нафті містяться: сірка, кисень, азот в кількості 0,5...8 %. Незначну долю домішок (не менше 0,02...0,03% по масі) складають хром, нікель, залізо, кобальт, магній, титан, натрій, кальцій, германій, фосфор, кремній та ін. Це наводить до певних труднощів при перевезенні через те, що легші фракції концентруються у верхніх шарах, а важкі – в нижніх [3]. Склад вуглеводнів нафти можна класифікувати на 4 класи [2]:

– Алкани (парафінові вуглеводні) насичений вуглеводнем (C_nH_{2n-2}), особливістю якого є наявність метану (CH_4), який є найбільш легким вуглеводнем даного класу. Алкани з великою молекулярною вагою входять до складу різних марок рідкого палива. При цьому фізичні параметри алканів характеризуються такими як молярна вага, температура плавлення, кипіння, щільність і іншими фізичними властивостями у міру зростання молярної ваги. Аг-

регатний стан їх у міру збільшення молярної ваги змінюється від газоподібного до твердого стану.

– Циклани – мають насичені вуглекисне циклічне будови (C_nH_{2n}). Характеризуються наявністю вмісту нафтені (такі як циклометан, метилциклометан, етилциклометан, проциклометан, циклогексан) в рідкому стані. Фізичні параметри цикланів характеризуються як температура кипіння, щільність і низька теплота згорання.

– Ароматичні вуглеводні – циклічні органічні сполуки, можуть мати насичені або ненасичені бічні ланцюги. Зв'язок С – Н завжди одинарний, між атомами вуглецю може бути одинарною і подвійною. Особливістю ароматичних з'єднань є при змішуванні з водою утворення стійких емульсій. Фізичні параметри ароматичних фракцій (такі як бензол, толуол, етилбензол, кумол, нафталін, антрацен) характеризуються формулою, кількістю атомів вуглецю температурою кипіння і щільністю.

– Алкени (олефіни, етиленові вуглеводні) є неграничними моноолефіновими вуглеводнями що містять один подвійний зв'язок між атомами вуглецю (C_nH_{2n-2}). Характеризуються такими параметрами як температура плавлення і кипіння алкенов, а також залежить від молекулярною масою і довжини головного вуглецевого ланцюга. Також алкени змінюється від газоподібного до твердого стану.

Фізичні характеристики нафти і нафтопродуктів. Основними фізичними характеристиками нафти і її фракцій є: щільність; в'язкість; температура кипіння окремих фракцій; теплота згорання палива (теплотворна здатність палива); електропровідність; температура застигання; розчинність у воді і так далі. Розглянемо більш детально дані характеристики і їх властивості.

Щільність. Щільність нафти (ρ) залежить від молекулярного співвідношення легких і важких фракцій і лежить в межах від 0,73 до 1,042 г/см³. Типова щільність нафти, що добувається, знаходиться в значно вузькому діапазоні (0,82÷0,92) г/см³ [3]. Якщо $\rho \leq 0,9$ г/см³, то відноситься до легених її сортам, а вище – до важких.

В'язкість нафти. В'язкість нафти зазвичай визначається при температурі 50° С і вагається в широких межах від 1,2 до 55 сСт [3]. В'язкість нафти залежить від співвідношень легких і важких фракцій. Тому при транспортуванні потрібне підігрівання, що дозволяє при вивантаженні уникнути проблеми, пов'язані із зниженням продуктивності вантажних насосів.

Температура кипіння окремих фракцій. Нафта по своєму фракційному складу відноситься до складної корисної копалини [3]. Як вказувалося вище, в її склад входить чимала кількість (порядку 450) фракцій. Кожна з цих фракцій має сповна певну температуру кипіння. Тому можна зробити вивід про широкий діапазон температур кипіння фракцій нафти навіть в межах одного класу, який складає від – 182,48° С в метану і до 520° С в гектана. Істотно відрізняється температура кипіння окремих фракцій і в межах інших класів. Одним з параметрів нафти, що

визначає діапазон легких фракцій, є температура початку кипіння. Тому необхідно враховувати вплив цих властивостей на поведінку і подальшу зміну структури розлитий в морі нафті.

Теплота згорання палива. Теплота згорання (теплотворна здатність) палива характеризує кількість тепла, що виділяється при повному згоранні 1 кг палива (ккал/кг) [3]. Окрім цього теплотворна здатність може підрозділяється як на вищу (Q_v) і нижчу (Q_z). Під Q_v розуміється кількість тепла, яке виділяється при повному згоранні палива з утворенням CO_2 і H_2O в рідкому стані, а нижча теплотворна здатність палива Q_z характеризує кількість тепла, що виділяється при повному згоранні кг палива з утворенням, CO_2 , H_2O та SO_2 , які знаходяться в газоподібному стані. Особливістю визначення нижчої теплотворної здатності палива, є те що при визначенні не враховується витрата тепла на випар вологи палива. При цьому фракції нафти володіють великою теплотворною здатністю. Наприклад, теплотворна здатність метану – 11954 ккал/кг, гексану – 10780 ккал/кг, ейкозану – 10568 ккал/кг і тому подібне. Окрім цього, в певних випадках теплота згорання підвищується, що зв'язане витратою енергії на розрив внутрішньомолекулярних зв'язків. Тому дану властивість фракції нафти необхідно враховувати при подальших дослідженнях.

Діелектричні властивості. Нафта і її фракції є хорошими діелектриками. Так наприклад, питомий опір твердого парафіну складає $10^{18} \div 10^{21}$ Ом/м³, а для нафти $10^{11} \div 10^{15}$ Ом/м³. Тому при транспортуванні нафти крупними танкерами під впливом зовнішніх сил може формуватися значні потенціали статистичної електрики, розряди яких можуть привести до займання і вибуху.

Процеси взаємодії морського середовища з нафтою виникають при розливі. Нафта, що попала в морі, розтікається і переміщається по його поверхні, зазнаючи при цьому ряд хімічних і фізичних змін. Ці зміни нафті починаються безпосередньо з моменту попадання її на поверхню води і продовжуються, залежно від типу нафти, що розлилася, і гідрометеорологічних умов, протягом майже всього періоду перебування нафти на воді. Динаміка поширення нафти у водному середовищі представлена на рис. 1.

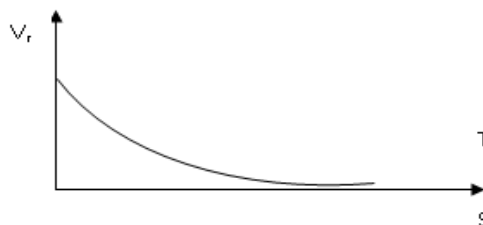


Рис. 1. Динаміка розтікання нафти: V_r – швидкість розтікання; T – час розтікання; S – площа розтікання

Окрім цього у воді приходять фізико-хімічних процеси пов'язані з фракціями нафти, що також впливає на стан поверхні моря. Так само в роботах [3] показана залежність розподілу випару, розсію-

вання, розчинення, окислення, емульгування, поширення розлитої нафти на водній поверхні. Аналіз результатів робіт [5 – 7], дозволяє зробити висновок, що основні процеси впливають на випар, розсіювання, розчинення, окислення, емульгування, розтікання проходять в період до 1 дня досить інтенсивні і лише змішування вже важких фракцій з суспензією у воді і окремими компонентами дна (мул, пісок, дрібний гравій) відбуваються в течію від декількох днів до місяця і більш. Крім того, до основних фізико-хімічних змін нафті, що розлилася, під впливом зовнішніх чинників відносяться: диспергування, біодеструкція, осадження і розчинення [4].

Визначення основних етапів ліквідації наслідків розливу. Одними з найважливіших складових здобуття адекватних результатів розрахунку є правильна підготовка і обробка вихідних даних [4]. При цьому, основними етапами що пов'язані з ліквідацією розливу нафти і точністю отриманих результатів залежить від виконання основних етапів [6, 7]:

1. Вводяться параметри розливу, координати, дата і час викиду і характеристика об'єкту вибою.
2. Характеристика нафти (нафтопродукту) з певними фізико-хімічними властивостями, можливий об'єм викиду, тип викиду, тривалість.
3. Необхідно знати граничні погодні і кліматичні умови. Це необхідно для прогнозування зони розливу нафти (нафтопродукту) для подальшої її ліквідації.
4. Характер акваторії (внутрішня акваторія морського порту, зовнішній рейд, відкрите море і т.д.).
5. Вибір сил і засобів для ліквідації наслідків розливу нафти (нафтопродукту). Окрім цього, необхідний розгляд основних етапів ліквідації наслідків розливу для необхідного виділення розрахунку достатності сил і засобів у складі планів по попередженню і ліквідації розливів нафти і нафтопродуктів в морській акваторії.
6. Виконання аварійно-рятувальної операції і ліквідація розливу нафти (нафтопродукту) з корекцією розрахунку зони розливу нафти (нафтопродукту) в районі, що діє, з врахуванням сезонних і тимчасових змін. При цьому необхідно враховувати те, що дже-

рело забруднення може продовжувати рухатися, а зона розливу розширюватися.

7. Проведення моніторингу на присутність розливу нафти (нафтопродукту) в заданому районі.

Висновки

Таким чином, в даній статті розглядалися фізико-хімічні властивості нафти і нафтопродуктів для організації основних етапів і подальшої ліквідації розливів в морській акваторії. Необхідно підкреслити, що залежно від фізичних і хімічних властивостей нафти, а також процентному співвідношенню фракцій окремих класів, вмістом таких домішок як сірка, нікель і т.ін. в цілому та визначає її мірою впливу на морське середовище. Окрім цього, проведений аналіз може бути використаний для вирішення інших завдань, що пов'язані з можливим визначенням необхідної кількості сил і засобів для ліквідації розливу нафти та нафтопродуктів.

Список літератури

1. Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности // А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.
2. Норман Дж. Хайн. Геология, разведка, бурение и добыча нефти / Норман Дж. Хайн. – М.: Олимп Бизнес, 2008. – 752 с.
3. Петров А.А. Углеводороды нефти / А.А. Петров. – М.: Химия, 1984. – 264 с.
4. Поконова Ю.В. Нефть и нефтепродукты / Ю.В. Поконова. – СПб.: АНО НПО «Мир и семья», 2003. – 904 с.
5. Хайдуков А.О. Транспортные свойства и характеристики нефтяных грузов, перевозимых на танкерах / А.О. Хайдуков, О.П. Хайдуков. – Новороссийск: НГМА, 2003. – 264 с.
6. Загрязнение моря нефтью и химикалиями: гражданская ответственность и компенсация ущерба (Сборник Конвенций ИМО). – СПб.: ЦНИИМФ, 2005. – 482 с.
7. Арнс В.Ж. Проблема нефтяных разливов и роль сорбентов в ее решении / В.Ж. Арнс, О.М. Гринин // Нефть, газ и бизнес. – 2000. – № 5. – С. 27-30.

Надійшла до редколегії 18.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Машков, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ.

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ВОДНУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗЛИВЕ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПУТЬ ЕЕ РЕШЕНИЯ

В.М. Тэуг

В статье представлены результаты анализа физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов взаимодействующих при разливе в морской среде. Это необходимо для проведения ликвидации разливов нефти с учетом свойств влияния на водную среду нефтью и ее фракциями. Кроме этого, представлены основные этапы ликвидации последствий разлива нефти с особенностями его расчета.

Ключевые слова: анализ, ликвидация, морская среда, нефть, нефтепродукты, влияние.

ANALYSIS OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS AFFECTING IN THE AQUATIC ENVIRONMENT SPILLING IN THE MARINE WATERS: PROBLEMS AND WAY OF ITS DECISIONS

V.M. Teut

The results of the analysis of physicochemical properties of the oil and petroleum spill interacting in a marine environment presented in the article. This is necessary for oil spill response, taking into account the properties of impact on the aquatic environment of oil and its fractions. In addition, the main stages oil spill response with the peculiarities of its calculation.

Keywords: analysis, liquidation, marine environments oil, petroleum products, the influence.