

ПРИРОДНИЧА ГЕОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

УДК 001;622.276.52;622.277;622.232.5;622.271;629.12;681.32

Черней Е.І., Олійник Я.Б., Калько А.Д.

ГЕОГРАФІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ ПЛАНЕТАРНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ГЕОЛОГІЧНІ ФОРМАЦІЇ

Проаналізований зв'язок вуглеводневих геологічних формацій з планетарними процесами та космічними явищами.

Ключові слова: газогідратні поклади, підгідрати, вміщуючі породи, тріщини, шельф, гірські породи.

Проанализирована связь углеводородных геологических формаций с планетарными процессами и космическими явлениями.

Ключевые слова: газогидратные залежи, подгидраты, вмещающие породы, трещины, шельф, горные породы.

Connection of hydrocarbon geological structures is analysed with planetary processes and space phenomena.

Key words: gashydrates beds, subhydrates, containing breeds, cracks, shelf, mountain breeds.

Постановка наукової проблеми та її актуальність. Останнім часом через об'єктивні і суб'єктивні чинники Україна потребує диверсифікації джерел постачання енергоносіїв. Погляди вчених нарешті звернулися до шельфу Чорного моря. Однак пошуки нових джерел вуглеводнів пов'язані не тільки з відкриттям родовищ на шельфах теплих морів. Для північних країн, Росії, наприклад, що має в своєму розпорядженні найбільший за протяжністю арктичний шельф, важливого значення набувають розвідка і промислове освоєння родовищ північного і далекосхідного морів. З 60 млрд. т. (в перерахунку на нафту) прогнозних вилучених запасів на шельфі морів Росії 80% припадає на частку північного і далекосхідного морів. Проте освоєння цих запасів є надзвичайно важким завданням у зв'язку з суворими природно-кліматичними умовами у важкодоступних і малообжитих регіонах [4].

Аналіз останніх джерел з цієї проблеми. У США, Канаді і Великобританії не припиняються розробки нових способів техніки і технологій для буріння і експлуатації нафтогазових родовищ в суворих арктичних умовах. Проте безпека і економічна доцільність їх широкого застосування не підтверджена [6]. Аналізуючи прогнозні запаси вуглеводнів на шельфі, потрібно відзначити, що на внутрішні моря припадає 17,2% нафти і 13,2% газу, а на теплі моря - 27,4% нафти і 24,8% газу, тобто близько чверті запасів [4]. Освоєння родовищ нафти і газу на шельфах теплих морів Росії пов'язане з необхідністю застосування апробованих в світовій практиці технологій і технічних засобів - розвідувальних плавучих бурових установок і експлуатаційних

стаціонарних платформ, для виготовлення яких необхідні певні виробничі потужності [4, 6].

Отже, першочерговим об'єктом розробки є шельф теплих морів.

Надійна техніка і технологія промислового освоєння родовищ нафти, газу, газоконденсату, розташованих в надрах Світового океану, таких, що забезпечують екологічну безпеку, на даному етапі не створені. Будь-яка аварія експлуатаційного устаткування може привести до витоку газу, конденсату, нафти, зіткнення яких з джерелом вогню викличуть їх детонацію з викидом в повітряний і космічний простори значних об'ємів продуктів горіння.

Раніше виявлена об'єктивна закономірність існування в літосфері покладів газогідратів, що є покришками родовищ підгідратів нафти, газу і конденсату. Зони газогідратних покладів зосереджені, головним чином, в районах розповсюдження вічномерзлих порід. Газогідрати займають більше 70% території Росії, близько 25% суші Землі і понад 90% території Світового океану [1, 8].

Мета дослідження полягає в здійсненні комплексного аналізу можливого виникнення не прогнозованих процесів в місцях залягання газогідратів.

Відповідно мети потрібно було розв'язати такі завдання:

- з'ясувати уявлення про існування в літосфері покладів газогідратів;
- проаналізувати особливості методологічних підходів;
- змалювати перспективи попередження глобальних за масштабами катастроф.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування результатів дослідження. Газогідрати - це утворені за певного тиску і температур тверді сполуки води з газом, в яких молекули газу заповнюють кристалічну решітку, утворену молекулами води [1]. Газогідрати утворюють непроникні для газу пласти, які служать покришкою для родовищ нафти і газу. Деформація налягаючих порід супроводжується опусканням покришки в зону з підвищеною температурою, яка перевищує температуру гідратуутворення, що приводить до розкладання гідратів на вільний газ і воду. Вільний газ, накопичуючись під непроникною покришкою, утворює газові і газоконденсатні поклади підгідратів з певним тиском газу і конденсату.

Накопичення донних відкладів приводить до підвищення гірського тиску в осадах, їх опускання з утворенням газогідратів. Процес утворення газогідратів супроводжується збільшенням потужності покришки, що приводить до порушення рівноваги з газовим, газоконденсатним покладами і, як наслідок, до деформації куполу з утворенням систем вертикальних і міжпластових тріщин. Зсув куполу в зону підвищених температур супроводжується розкладанням газогідратів на вільний газ і воду з підвищенням тиску в газовому, газоконденсатному покладах, яке приводить до підняття покришки і осадів з утворенням куполу. У вертикальних і міжпластових тріщинах за певних термодинамічних

параметрів утворюються газогідрати. При цьому геологічний розріз переходить до стану стійкої рівноваги.

Вказана закономірність коливань осадової товщі Світового океану протирічить науково-технічним вимогам, що регламентуються інтенсивним відпрацюванням родовищ підгідратів. Інтенсивне відпрацювання супроводжується втратою стійкості покритишки, складеної газогідратами, з подальшим викидом і спалахуванням в повітряному і космічному просторах величезних кількостей газу і конденсату з родовищ підгідратів, а також газу при розкладанні гідратів, що приводить до глобальних за масштабами катастроф.

Друге протиріччя витікає з необхідності задоволення потреб держав у вуглеводневій сировині за рахунок інтенсивної розробки родовищ нафти, газу і конденсату, що залягають в надрах північного і далекосхідного морів, і національною безпекою скандинавських країн і країн тихоокеанського регіону, зокрема Росії, якій належить понад 70 атомних підводних човнів (АПЧ) з невивантаженими ядерними реакторами на борту, знятих з озброєння. Крім того, на дні Баренцева моря знаходиться АПЧ «Комсомолец» з ядерними торпедами на борту, який затонув в результаті аварії на початку 90-х років. Радіаційна небезпека посилюється тим, що на шельфі о. Нова Земля розташоване сховище ядерних реакторів, знятих з АПЧ. Ініціатором спонтанного радіоактивного розпаду відпрацьованого ядерного палива (ВЯП), що знаходиться в реакторах, може стати викид і горіння в повітряному і космічному просторах величезних кількостей газу і конденсату.

Третє протиріччя - між об'єктивно існуючим найвищим мінерально-сировинним потенціалом Півночі, і відсутністю науково-обґрунтованої системи регулювання користування мінерально-сировинними ресурсами, здатними реалізувати глобальну мету економіки - максимально можливе задоволення суспільства продукцією економіки при мінімальній витраті коштів і ресурсів, а також забезпечення економічної безпеки.

Виявлена закономірність наявності газогідратних покладів на суші і в надрах Світового океану не може пояснити серію катастроф, наприклад в Бермудському трикутнику, Тунгуську катастрофу, а також багато інших, які можуть виникнути в акваторіях, в повітряному і космічному просторах [9].

Чи існують технології видобутку газу і конденсату з газоконденсатних або аналогічних родовищ, які не приведуть до катастроф в Світовому океані, повітряному і космічному просторах? Такі технології авторам невідомі. Чому ж не відбулися катастрофи на експлуатованих родовищах? Відповідь полягає очевидно в тому, що по-перше, час експлуатації родовищ незначний для втрати стійкості налягаючих порід з утворенням тріщин і розкладанням газогідратів, а по-друге, землетруси в районах експлуатації морських родовищ не зафіксовані.

Таким чином, завдання прогнозування катастроф ускладнюється за рахунок відсутності статистичних даних, що приводить до висунення

авторами об'єктивно існуючої закономірності зв'язку вуглеводневих геологічних формацій з планетарними процесами і космічними явищами.

Для обґрунтування достовірності досліджень і його наслідків за прототип прийняте Штокманівське газоконденсатне родовище, яке розташоване під нижньою межею зони гідратоутворення в Північному льодовитому океані.

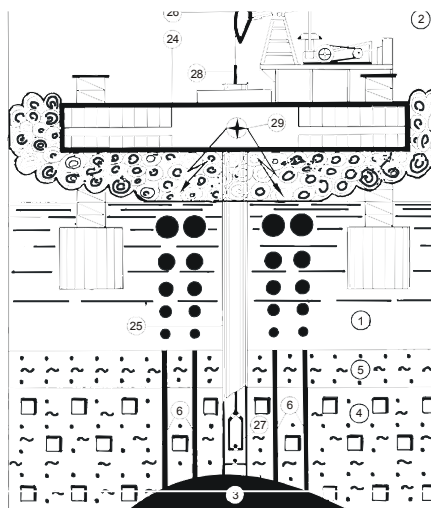


Рис. 1. Схема видобутку газоконденсату і можливі наслідки інтенсивної експлуатації родовища, розташованого в надрах Світового океану
1 - гідросфера; 2 - атмосфера; 3 - родовище підгідрату вуглеводнів; 4 - газогідрати; 5 - налягаючі гірські породи; 24 - глибоководна льодостійка платформа; 25 - обсадна колода свердловини; 26 - верстат-гойдалка; 27 - насос; 28 - штанга; 29 - джерело вогню.

Родовище розташоване на шельфі Баренцева моря на відстані 650 км. від м. Мурманська. Промислові і можливі запаси газу по категоріях C_1+C_2 складають 3,2 трлн.м³. Запаси конденсату по категоріях C_1+C_2 оцінюються в 22 млн. тон. Глибина залягання родовища від поверхні акваторії 2640 м. Глибина акваторії над родовищем 280-360 м. Площа родовища в межах балансових запасів складає 1728 км². Тривалість льодового періоду коливається від 1 до 5 місяців. Основний компонент газу в родовищі - метан (CH_4), концентрація якого рівна 90-95%. Середній вміст конденсату в родовищі складає 20 г/м³. Конденсат складається з бензинових (інтервал кипіння від 30° до 200°С), газових (200°-300°С) і більш висококиплячих компонентів. Вихід бензинових фракцій складає 85%. Щільність конденсату 660-750 кг/м³.

Розрахунковий річний об'єм видобутку газу з родовища складе 50 млрд.м³ (рис. 1).

Для забезпечення річного видобутку газу на родовищі передбачається побудувати і встановити дві глибоководні льодостійкі платформи (ЛСП), чотири модулі з кущами з 12 свердловин видобутку,

підводні внутрішньопромислові трубопроводи і кабелі, підводне сховище конденсату місткістю 30 тис.м³ на одну платформу для безпричального наливу танкера, магістральний підводний трубопровід завдовжки 635 км від берега Кольського півострова. Добутий газ передбачається переробляти в зріджений газ і метанол. Об'єм капіталовкладень оцінюється в 6 млрд. дол. США. Термін експлуатації родовища складе 64 роки [4].

Тривалість експлуатації родовищ вуглеводнів 20-65 років [4]. Зазначений термін експлуатації неспівставний з тривалістю циклів колювань осадової товщі морського дна, що супроводжуються інтенсивним розкладанням газогідратів. Видобуток значних об'ємів газу і конденсату у відносно нетривалий відрізок часу може привести до втрати стійкості покришки, складеної газогідратами, з утворенням в куполі системи вертикальних і міжпластових тріщин. Втрата стійкості покришки призведе до утворення окремих вивалів з подальшим обваленням порід куполу у вигляді монолітних блоків в порожнину, заповнену газом і конденсатом. Після чого в надрах можуть виникнути некеровані енергоємні процеси, наслідки яких будуть катастрофічними (рис. 2, 3).

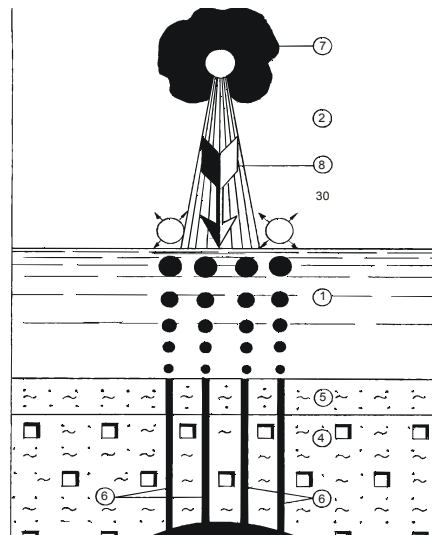


Рис. 2. Наведена сейсмічність в надрах Світового океану від вибуху в атмосфері космічного джерела

1 - гідросфера; 2 - атмосфера; 3 - родовище підгідрату вуглеводнів; 4 - газогідрати; 5 - налягаючі гірські породи; 6 - система вертикальних тріщин; 7 - вибух космічного джерела; 8 - напрям ударної хвилі; 30 - електричний розряд.

Вказану закономірність класифікуємо, як наведену сейсмічність Землі, викликану штучними техногенними джерелами. Ця закономірність може виникнути і на суші і в надрах Світового океану через сейсмічність Землі, викликану землетрусами або вулканізмом.

У разі збігу сейсмічності Землі і наведеної сейсмічності у часі і просторі за даних умов їх наслідки можуть привести до катастрофи

планетарного масштабу - розкладання газогідратів на площі, що перевищує площу підгідратного родовища газоконденсатів. При цьому об'єм газогідратів, схильних до розкладання, отже, об'єм метану викинутого в гідросферу і атмосферу збільшиться на кілька порядків. Наслідки вибуху в атмосфері величезної кількості метану, а також сатурування води гідросфери можуть привести до непрогнозованих еколого-економічних наслідків для населення Землі.

Розглянемо детальніше процеси, які можуть відбутися в надрах, гідросфері і атмосфері, викликані наведеною сейсмічністю від техногенних штучних джерел.

Аналогічна закономірність (рис. 2) може бути від вибуху в атмосфері космічного джерела. Ударна хвиля впливає на гідросферу, налягаючі породи і газогідрати, викликає напружений стан останніх, що приводить до утворення системи вертикальних тріщин. У тріщини, які пронизують газогідрати, проникає газ з підгідратного родовища під високим тиском, здійснюючи при цьому роботу з розширення і нагріву стінок. Досягнувши межі покрівлі газогідратів з налягаючими породами, складеними слабо- або незцементованими осадами, газ проникає в порові простори осадів, пронизує їх, утворює систему тріщин і з'єднується з гідросферою. Оскільки густина газу і конденсату значно нижча за густину води, перші спливають на поверхню гідросфери.

У зв'язку з різким падінням гідростатичного тиску по глибині гідросфери від регламентованого максимального значення до атмосферного, структуру руху двофазного потоку в гідросфері слід вважати стрижневою, яка характеризується рухом основної маси газу у вигляді суцільного потоку (стрижня) в рідині, швидкість якого перевищує 1,2 м/с. Оскільки сумарна площа перетину тріщин, які пронизують газогідрати і налягаючі породи, нескінченно більша порівняно з площею поперечних перетинів експлуатаційних свердловин, може відбутися миттєвий викид в атмосферу близько 3,2 трлн м³ газу. У відносно нетривалий проміжок часу на поверхню гідросфери буде піднято 22 млн т конденсату бензинових фракцій внаслідок позитивної плавучості. Отже, на початковому етапі над поверхнею акваторії з'явиться стовп газу, напрямна нижньої основи якого відповідає межі родовища з балансовими запасами, а його площа складе 1728 км³. Надалі відбудеться деформація стовпа внаслідок аерогідродинамічних процесів на межі поділу з перетворенням його на грибоподібну форму. Нижня основа гриба знаходитиметься на поверхні конденсату, що розтікається по акваторії. При цьому чітка межа поділу двох фаз - газу і конденсату - буде розмита.

Температура газу і конденсату значно перевищує температуру гідратоутворення. Проникаючи в тріщини газогідратів, газ, а потім і конденсат, внаслідок тепловіддачі розкладає газогідрати на газ і воду. Газ з газогідратів змішуючись з газом і конденсатом родовища спрямовується по тріщинах вгору і здійснює роботу. Робота, в основному, витрачається на дроблення монолітних блоків, подрібнення продуктів дроблення у

висхідному потоці пульпи. У трифазному турбулентному потоці пульпи газоподібними компонентами є газ з родовища і газ, що утворився в результаті розкладання газогідратів; рідкими компонентами - конденсат, вода з гідросфери і мінералізована вода, що утворилася при розкладанні газогідратів; твердими компонентами - в основному мулисто-глинисті осади. Цей потік проводить інтенсивне розкладання газогідратів з виділенням великої кількості метану і інших газів.

Таким чином, після утворення в газогідратах системи вертикальних і міжпластових тріщин і виходу газу з підгідратного родовища в гідросферу, надра, що включають налягаючі породи, газогідрати і родовище газоконденсату разом з водним середовищем гідросфери, необхідно розглядати як складну гідродинамічну систему, яка працює в режимі газліфту. Робочими агентами є газ родовища і газ, що виділяється при розкладанні газогідратів. При прориві газу з підгідратного родовища первинний об'єм руйнування газогідратів можна подати у формі прямого циліндра з основами, площа яких рівна площі родовища в межах балансових запасів - 1728 км^2 . Об'єм виділеного газу з газогідратів при миттєвому прориві ділянки покладу газом з газоконденсатного родовища, обмеженим основами і бічною поверхнею циліндра при потужності газогідратів 1840 м і вмісті газу в 1 м^3 газогідрату $36 \text{ м}^3/\text{м}^3$, складе 114 трлн.м^3 .

Після викиду газу родовища через внутрішню порожнину циліндра, вертикальні стінки циліндра внаслідок нагріву почнуть обрушуватися. Граничний кут укосу відповідатиме куту укосу вміщуючих мулисто-глинистих порід під водою. В процесі розкладання газогідратів буде залучений додатковий об'єм газогідратів у формі оберненого кільцевого зрізаного конуса, твірна якого розташована до горизонту під кутом $\alpha=20^\circ$. Об'єм газу, що виділився з газогідратів, ув'язнених в межах контура оберненого кільцевого зрізаного конуса, складе 27 трлн м^3 .

Сумарний об'єм газу, що виділився при розкладанні газогідратів, буде рівний 141 трлн м^3 . В процесі ерліфтування пульпи в акваторію Баренцева моря буде винесений об'єм порід, ув'язнених в межах контура оберненого кільцевого зрізаного конуса, твірна якого розташована до горизонту під кутом 20° , що становить $6,3 \text{ трлн м}^3$. Об'єм порід, винесений в акваторію Баренцева моря з врахуванням коефіцієнта розпушування $K_p = 1,3$, складе $8,2 \text{ трлн м}^3$. Незначна частина гірських порід після розкладання газогідратів буде зосереджена в околиці нижньої основи оберненого кільцевого зрізаного конуса, внаслідок зниження інтенсивності розкладання газогідратів.

Оцінити еколого-економічні наслідки розробки Штокманівського родовища на даному етапі неможливо, оскільки їх необхідно розглядати на рівні, що не виключає існування глобальної за масштабами катастрофи. Намітимо головні невирішені на даному етапі проблеми, що вимагають постановки науково-дослідних робіт.

Оскільки максимальна глибина гідросфери 360 м - основна маса порід буде зосереджена в околиці, що направляє основи оберненого кільцевого зрізаного конуса у вигляді гряди у формі кільцевої призми. При цьому розмір гряди по висоті перевищить глибину гідросфери. У початковий проміжок часу трифазний потік в акваторії не має жорстких стінок. Після утворення гряди, потік пульпи буде обмежений внутрішньою бічною поверхнею кільцевої призми. У зв'язку з цим, до моменту припинення повного розкладання газогідратів, а отже подальшим припиненням ерліфтування пульпи, відбуватиметься насичення висхідного потоку породами гряди і винесення їх в гідросферу з високою концентрацією. Зважені частинки пульпи почнуть переміщатися течією на сотні км, що приведе до забруднення Баренцева моря. Подальше накопичення порід на шельфі Баренцева моря перекриє фарватери руху кораблів. Штучно створена перешкода у вигляді гряди може змінити напрям течії Гольфстрім у бік Північного полюса, що викличе танення льоду з непрогнозованими екологічними наслідками для континенту і островних територій в Світовому океані.

Другим з безлічі можливих наслідків експлуатації газоконденсатного родовища може бути тривала за часом і стійка по інтенсивності сатурація (насичення) морської води метаном і іншими газовими фракціями, зумовлена виходом величезних об'ємів газу (144,2 трлн м³) через товщу порід континентального шельфу на площі більше 2800 км². Морська вода, насичена метаном і іншими газами, з часом може розповсюдитися на значні території, що охоплюють акваторію Баренцева моря і прилеглих до неї морів Атлантичного і Північного льодовитого океанів. Площа території, зайнята водою, насичена метаном і іншими газами, може досягти десятків і сотень тис. км². В результаті тотальної газової сатурації під загрозою знищення неминуче опиняться всі морські біоресурси прилеглих морів і океанів, включаючи рибу, тюленів, китів, фіто- і біопланктон. Серед найуразливіших країн північної півкулі опиняться Росія, Норвегія, Великобританія, Нідерланди, Данія і інші.

Третім можливим негативним результатом розробки газоконденсатного родовища може бути масове площадкове горіння детонаційно-здатних газових сумішей з переважанням метану, проникаючих через гірські породи континентального шельфу в товщу гідросфери, потім на поверхню акваторії і нарешті в повітряний і космічний простори. Структура і геометричні характеристики спалаху метану можуть бути непередбачувані: від стохастично розподілених на величезній площі факелів до суцільних пожеж з величезним виділенням тепла. Найгіршим варіантом може бути своєрідний гігантський високотемпературний пальник площею 2800 км², в який під величезним тиском подається метан разом з бензиновими фракціями. В результаті тривалого горіння такого «суперпальника» відбуватиметься нагрівання атмосфери, супроводжене таненням льоду (температура горіння метану досягає 1875°C). При загальній тенденції стійкого підвищення температури

в світі, і зокрема в північній півкулі, поява джерела з величезним тепловиділенням може привести до глобального потепління, що у свою чергу приведе до танення льоду арктичної і антарктичної зони Землі і підвищення рівня Світового океану. Під загрозою затоплення можуть опинитися величезні прибережні території Європи (Франція, Великобританія і ін.), Південно-східної Азії (Пакистан, В'єтнам і ін.). Північної Америки (Канада і США), узбережжя африканського і інших континентів.

Наявність в конденсаті бензинових фракцій у разі площадкових або стохастично розподілених на поверхні пожеж може викликати ще одне негативне явище - ефект «ядерної зими». Таким чином, при горінні газу з бензиновими фракціями може початися конкуренція між двома описаними великомасштабними процесами (нагрівання і охолодження) з іще більш непередбачуваним термодинамічним, природно-кліматичним кумулятивним ефектом.

На основі викладеного можна пояснити причини катастроф, що виникають в Бермудському трикутнику (рис. 3). У надрах Світового океану в результаті зрушень земної кори періодично відбувається розкладання газогідратів на вільний газ і повітря. По-перше, газ, у момент спливання на поверхню гідросфери, значно знижує щільність морської води, внаслідок чого плавзасоби, завантажені на граничну вантажопідйомність, можуть тонути. По-друге, газ, викинутий в атмосферу, при певній концентрації є вибухонебезпечною сумішшю, здатною до детонації при зіткненні з джерелом вогню, яким є пілотовані літальні апарати, метеорити, космічні апарати при входженні їх в щільні шари атмосфери. Крім того, літальним апаратам для створення підйомної сили крила потрібний кисень, вміст якого в атмосфері після викиду величезної кількості газу (метану) різко знижується. Відсутність кисню приводить до зупинки двигунів, і як наслідок приводить до катастрофи літальних апаратів.

Можливе виникнення катастрофи і в гідросфері і атмосфері над Чорним морем при землетрусах і розробці родовищ нафти і газу, покриттями яких є газогідрати, що залягають в надрах континентального шельфу.

Слід зазначити, що напрямною межі насичень гідросфери і атмосфери метаном є більша основа оберненого зрізаного конуса, утвореного в результаті розкладання газогідратів, при цьому твірною є вертикальна лінія до поверхні гідросфери. Це є бічна поверхня прямого циліндра. Все це слід розглядати, як ідеальний випадок в атмосфері, не схильний до синоптичних рухів повітря. У реальних умовах, межа насичень гідросфери і атмосфери метаном значно збільшується в просторі і часі внаслідок синоптичних дій в атмосфері і течій в гідросфері. На цій підставі, критична територія, в межах якої можуть виникати катастрофи літальних апаратів в атмосфері і плавзасобів в гідросфері значно збільшується. Отже, керівний принцип встановлення межі критичної

території повинен базуватися на комплексному підході, що включає не тільки сейсмічність Землі, гірничо-геологічні умови залягання родовищ підгідратів і газогідратів, але і враховувати всі збурення в гідросфері і атмосфері, приурочені до певних частин Землі.

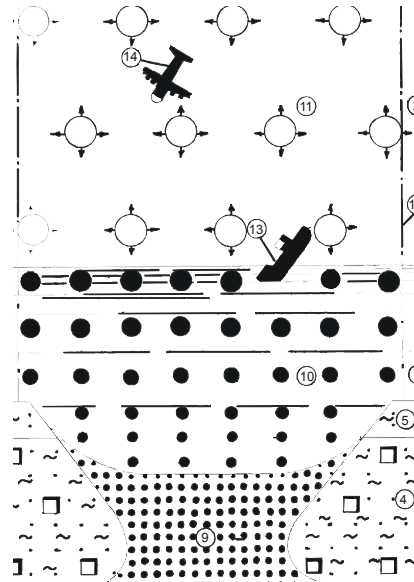


Рис. 3. Наслідки викиду в гідросферу і атмосферу величезної кількості метану, що приводять до катастрофи.

9 - зруйновані газогідрати; 10 - сатурована метаном вода гідросфери; 11 - насичене метаном повітря атмосфери; 12 - межа насичення гідросфери і атмосфери метаном; 13 - плавзасіб; 14 - літальний апарат.

Піддамо аналізу процеси, які можуть відбутися в надрах і атмосфері, викликані сейсмічністю Землі і наведеною сейсмічністю від космічних (позаземних) або штучних техногенних джерел.

Автори вважають, що Тунгуська катастрофа відбулася в результаті вибуху космічного джерела в безпосередній близькості від земної поверхні.

Це базується на відомих наукових фактах, викладених раніше. Наведена сейсмічність в земній корі від вибуху космічного джерела привела до порушення геомеханічної рівноваги порід літосфери з утворенням тріщин, по яких відбувся викид в повітряний простір метану і конденсату з подальшим розкладанням газогідратів покришки в результаті порушення термодинамічної рівноваги. Горіння в атмосфері величезних кількостей метану і конденсату з виникненням супутніх негативних процесів привели до екологічної катастрофи, наслідки якої виявляються і в даний час. Підтвердження цьому може служити експлуатація Месояхського газогідратного родовища в Якутії (Саха) (рис. 4).

Покришкою підгідратного родовища вуглеводнів є газогідрати і налягаючі гірські породи. Родовище розташоване в зоні розповсюдження багаторічної мерзлоти з температурою -7°C .

Потужний вибух космічного джерела привів до утворення в налягаючих породах і газогідратах системи вертикальних тріщин, що поєднують газогідратне родовище з атмосферою. Спочатку по тріщинах в атмосферу була викинута під великим тиском значна кількість метану, а потім і конденсату. В результаті зіткнення метану з вогнищами в тайзі, викликаними вибухом космічного джерела, відбулася детонація метану і конденсату. Швидкі геомеханічні і термогідродинамічні зміни гірських порід надр привели до розкладання газогідратів з розширенням і заповненням тріщин метаном з родовища і від розкладання газогідратів. Розкладання газогідратів привело до викиду в атмосферу величезної кількості метану і конденсату з подальшим вибухом. Вибух метану супроводжується створенням зони розрідження (зниженого тиску), розташованої між епіцентром вибуху і землею поверхнею. Під дією високої температури вічномерзлі налягаючі гірські породи відтавали, вода, що вивільнялася, випаровувалася, а рихлі породи ежектувалися (всмоктувалися) в атмосферу. Вогнище вибуху набуло форми гриба, компонентами якого були продукти вибуху метану, конденсату, пари води і гірських порід.

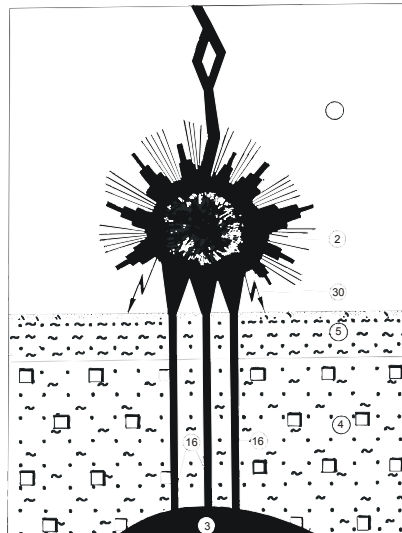


Рис. 4. Наведена сейсмічність в земній корі від надземного вибуху космічного джерела
15 - надземний вибух космічного джерела; 16 - система вертикальних тріщин,
заповнених метаном; 30 - електричний розряд.

Оскільки Тунгуська катастрофа відбулася в болотистій місцевості в утворену воронку почала потрапляти вода. На зміну процесу ежектування рихлих порід, приходить процес ерліфтування пульпи, аналогічний процесу ерліфтування з надр Світового океану, який розглядався вище. Інтенсивне розкладання газогідратів супроводжується винесенням в атмосферу гірських порід, які частково переносяться у вигляді пилу на великі відстані. Значна частина гірських порід складена в основному з крупнообломочного матеріалу, осаджується за межами воронки у вигляді кільцевої гряди. Незначна частина гірських порід осідає безпосередньо у воронці.

Після завершення процесу розкладання газогідратів, припиняється горіння метану в атмосфері, ландшафт земної поверхні може бути представлений кільцевою грядою, штучно створеним водоймищем, горілим лісом і запиленою територією з великою площею по напрямку рози вітрів, що відповідає дійсності (рис. 5).

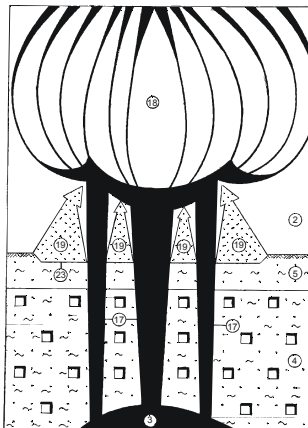


Рис. 5. Наслідки вибуху в атмосфері великої кількості метану
17 - система вертикальних тріщин, заповнених метаном з родовища і метаном від розкладання газогідратів; 18 - вибух метану в атмосфері; 19 - напрям винесення зруйнованих гірських порід і гідратів в атмосферу; 23 - воронка, створена в результаті ежектування налягаючих порід в атмосферу.

Висновки. Можливі наступні шляхи реалізації досліджень: створення постійнодіючого робочого органу, який регулює потреби держави у вуглеводневій сировині, зокрема за рахунок освоєння надр Світового океану в часі і попередження нанесення можливого абсолютного еколого-економічного збитку; створення полігону для дослідження техніки і технологій, а також підготовки наукових і інженерно-технічних кадрів; розробка пропозицій з організації міжнародної співпраці в галузі проблем освоєння надр Світового океану.

1. Горная энциклопедия. Т.1-5. М.: Советская энциклопедия, 1984. – С.237.
2. Трофимук А.А., Черский Н.В., Требин Ф.А., Макогон Ю.Ф., Васильев В.Г. Свойство природных газов находится в твердом состоянии в земной коре. Открытие №75, 25.07.1961 г.
3. Трофимук А.А., Черский Н.В., Царев В.П., Сороко Т.И. Явление преобразования органического вещества осадочных пород под действием тектонических и сейсмических процессов земной коры. Открытие №326, 21.04.1982 г.
4. Программа освоения ресурсов нефти и газа на арктическом шельфе Российской Федерации (основные положения и первоочередные меры).- М.: РАО «Газпром» и АО «Росшельф», 1994. - С.35.
5. Патент № 2029089. Агрегат для разработки газогидратных залежей // Черней Э.И., Черней О.Э., Б.И. № 5, 1995.
6. Зубова М.А. Гидраты природных газов в недрах Мирового океана. Серия «Морская геология и геофизика».- М.: ВИЭМС, 1998.-С.61.
7. Явление глобально проявляющихся быстропотекающих геомеханических и термодинамических изменений в горных породах Мирового океана в период землетрясений и разработки месторождений углеводородов. /Э.И. Черней, С.В.Кравец, З.Р. Маланчук и др. // Вісник РДТУ: Зб.наук.пр.- Рівне, 2001.- Вип.1(8). – С. 48-58.

8. Яблоков М. «Взрывчатка» на океанском дне может облагодетельствовать землян уже в этом веке. М., Техника молодежи, 2001, №8. – С. 12
9. Войцеховский А.И. Загадки Бермудского треугольника и аномальных зон. М., Вече, 2001. – 424 с.
10. Черней Э.И., Постоловский Р.М., Кравец С.В., Маланчук З.Р. и др. Свойство месторождений углеводородов. Открытие. Рег. №226, 25.01.2002.

УДК 911.3

Пендерецький О.В.

МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ FUZZY-ТЕХНОЛОГІЙ

Розроблений метод оцінки екологічного стану ґрунту на основі fuzzy-теорії за вимірними значеннями концентрацій важких металів. Метод апробований на фактичному матеріалі.

Ключові слова: екологічний стан, забруднення, методи, стандарти, fuzzy-теорії, ґрунт, шкала оцінки, концентрація, фон.

The method of estimation of ecological condition of the soil based on fuzzy-theory for the measured values of concentrations of heavy metals. The method was tested on the actual material.

Key words: ecological conditions, pollution, methods, standards, fuzzy-theory, soil, assessment scale, concentration, background.

Разработанный метод оценки экологического состояния почвы на основе fuzzy-теории по измеренным значениям концентраций тяжелых металлов. Метод апробирован на фактическом материале.

Ключевые слова: экологическое состояние, загрязнения, методы, стандарты, fuzzy-теории, ґрунт, шкала оценки, концентрация, фон.

Постановка проблеми. Використання земельних угідь в рекреаційних цілях, вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції, добування мінеральної води та й саме проживання населення ставить вимоги про інформованість як соціальних служб так і громадськості про екологічний стан на даній території.

Розвиток нового напрямку в туристичній галузі – промислового туризму, який виник і почав активно розвиватись лише наприкінці минулого сторіччя, вимагає гарантувати як техногенну так і екологічну безпеку туристів на вибраних об'єктах. Тому дуже важливо ще на початковій стадії використання конкретної земельної території дослідити відповідність на ній вмісту забруднюючих хімічних елементів нормативним показникам.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Серед останніх публікацій та досліджень в галузі визначення вмісту хімічних елементів у ґрунтах слід назвати монографію Рудька Г.І. та Адаменка О.М. - Конструктивна геоecологія, 2008р. де наведено результати оцінки екологічного стану ґрунту за ступенем забрудненості з використанням коефіцієнта забруднення та запропоновано ряд карт вмісту хімічних