

Міністерство освіти і науки України

Національна академія наук України

Мала академія наук України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Секція

«Академічна й університетська наука»

Збірник наукових праць
за матеріалами

Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Сучасні рецепції світоглядно-ціннісних
орієнтирів Григорія Сковороди»

02 грудня 2022 року

Том 2

Полтава 2022

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИДОБУВАННЯ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ

Актуальність. Газогідрати є природним джерелом метану, обсяги якого приблизно в 100 разів перевищують розвідані поклади всіх інших вуглеводнів разом узятих [1]. Зокрема в шельфі Чорного моря зосереджено приблизно 100 трлн. м³ метану. Із них в Українській частині шельфу Чорного моря 25 трлн. м³ метану зосереджено в газогідратних пластах. Вони розташовані на дні на глибині 300-500 м та під дном на глибинах від 400-500 до 800-1000 м [2]. Вивченням цих покладів активно займалися в Україні з 2002 по 2014 р.

Для отримання гідрату з цих покладів потрібні відповідні технології. Такі технології активно розробляються в різних країнах: Франція, Німеччина, США, Канада, Китай, Японія, Росія, Індія, Нова Зеландія, Тайвань, Бразилія, Чилі, Уругвай. Проте на сьогодні усталеної технології видобутку гідрату метану поки що не існує. Є лише цілий ряд дослідницьких проєктів, які працюють над випробуванням та дослідженням різних технологічних підходів до видобутку природного газу з газогідратів. Основними з них є: термічний вплив, зниження тиску, заміщення вуглекислим газом і закачування інгібіторів.

За інформацією Програми з охорони навколишнього середовища ООН вивчення газогідратів здійснюється на 42 ділянках по всьому світу. Відповідно Україна, маючи великі запаси газових гідратів, повинна активно приймати участь у таких перспективних дослідженнях.

Мета дослідження. Очевидно, що для пошуку прогресивних методів видобування газу з газогідратних родовищ необхідно в першу чергу проаналізувати причини низької ефективності застосованих методів. Необхідно особливу увагу приділити урахуванню теплофізичних властивостей газових гідратів під час здійснення термодинамічних процесів, які характерні для різних методів видобування.

Методика та організація дослідження. В основі аналізу різних методів видобування має лежати аналіз термодинамічних процесів, на яких ґрунтується той чи інший метод видобування. Дослідження базуються на описі відомих методів видобування, теплофізичних характеристик газових гідратів та законах термодинаміки.

Результати дослідження.

На Алясці в 2011 році була пробурена свердловина для реалізації проєкту заміщення в газогідратах метану на вуглекислий газ. За п'ять місяців її експлуатації було видобуто 24,2 тис. м³ метану. Основною причиною такого низького дебіту є низька газопроникність природного газогідрату. Крім того, димові гази, які використовуються для закачування в пласт містять до 80% азоту, який у даному процесі виконує роль баласту. Внаслідок чого така технологія є дорогою та малоефективною.

У березні 2013 року Японська національна корпорація нафти, газу і металів отримала метан із морського газогідратного родовища, яке знаходиться на глибині 270 м і має товщину 60 м. Застосовувалася технологія зниження тиску, яка дозволила отримати близько 20 тис.м³ метану на добу. Усього було видобуто 120 тис. м³ газу. Депресивна технологія потребує підведення теплоти, а теплота дисоціації гідрату метану приблизно у 10 разів більша за теплоту плавлення льоду. Внаслідок низької теплопровідності шари газогідрату виконують роль теплової ізоляції і процес стає адіабатним, температура пласта в привибійній зоні знижується і процес виділення газу припиняється.

У 2017 році Китай повідомив, що з газогідратного родовища, яке розташоване на дні Південно-Китайського моря з глибини 1200 м за 8 днів було видобуто понад 120 тис.м³

природного газу, вміст метану в якому становив 99,5%. Застосування депресивної технології у даному випадку підтверджує ті ж самі проблеми, що і в японських дослідників.

Крім наведених технологій розробки газогідратних покладів можна виділити наступні, які ще знаходяться на стадії опрацювання:

- тепловий метод, який полягає у нагріванні газогідратного пласта за допомогою: пари, гарячої води, теплої води з поверхні моря або від підводних вулканів. Складність технології полягає необхідності підведення великої кількості теплоти для дисоціації газогідрату, що часто виявляється дорожче, ніж тепловий ефект від спалювання отриманого газу;

- технологія розчинення газогідратів соляним розчином. Дана технологія потребує переміщення великих мас води і відповідно витрат енергії на роботу насосів;

- технологія попереднього збагачення гідратовмісної породи з наступним виділенням гідратовмісного концентрату зі свердловини. Для уникнення «забивання» свердловини газогідратом процес підняття концентрату з глибини на поверхню повинен іти дуже повільно. Це вже передбачає низький дебіт таких свердловин і їх сумнівну рентабельність.

Висновки. Таким чином, на основі виконаного аналізу різноманітних існуючих методів видобування газу з газогідратних родовищ, як на суходолі, так і в шельфі морів та океанів, можна зробити висновок, що причиною низького дебіту свердловин є відсутність джерела теплоти достатньої потужності для дисоціації газогідрату. Відомі способи підведення теплоти також зазвичай є малоефективними. Саме тому видобування газу з родовищ газогідратів є мало-перспективним. Видобувати необхідно газогідрати, а газ із них можна отримати безпосередньо на суходолі, наприклад в гідратосховищах. Це дозволить зменшити енергозатратність видобувної технології. Прикладом таких технологій є видобування вугілля шахтним або кар'єрним способом. Можливо ці технології варто адаптувати для видобування природних газогідратів?

Література

1. Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. □ 2010. □ №2. □ С. 5□21.

2. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії [Текст]: підруч. для студ. спец. 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г.; НТУ «ХПІ», ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2018. – 415 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ, КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

1. Актуальність. Існуючі технології, котрі вирішують завдання аналізу, класифікації, прогнозування діяльності складних технічних систем зорієнтовані на конкретні досліджувані об'єкти та розглядаються окремо. У якості інструментарію досліджень використовують класи лінійних, нелінійних моделей та різні різновиди бібліотек [1, 2]. Великі масиви ненормалізованих оцінок ускладнюють процес побудови моделей. Недостатнє використання нормованих інтегрованих показників, індексів актуалізує необхідність дослідження.

2. Мета. Підвищити ефективність аналізу складних технічних систем за допомогою інтелектуальної технології класифікації та прогнозування рівня якості взаємодії елементів підсистем складних технічних систем на основі методу визначення узагальненого показника якості взаємодії елементів підсистем системи.

3. Методика та організація дослідження

3.1. Метод визначення узагальненого показника якості взаємодії елементів підсистем системи. Дано. Складна технічна система (далі система). Система складається з чотирьох елементів підсистеми EP_1, EP_2, EP_3, EP_4 диференційованих на п'ять станів. Елементи першої, другої й четвертої підсистем мають максимальне значення оцінки 5, коли $X_1=X_2=X_3=X_4=5$, а третьої $EP_3 = 5^{0,2}+5^{0,2}+5^{0,2}+5^{0,2} = 5,98$. Тому до елементів підсистем використовують наступні методи нормалізації змінних у межах $[0; 1]$, що дозволяє досягти уніфікації. Якість взаємодії елементів підсистем системи (ЯВЕП) описується формулою (1)

$$ЯВЕП = \lambda_1 \cdot (EP_1/X_{imax}) + \lambda_2 \cdot (EP_2/X_{imax}) + \lambda_3 \cdot (EP_3/X_{imax}) + \lambda_4 \cdot (EP_4/X_{imax}) \quad (1)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – вагові коефіцієнти, знаходяться за технікою [4];

EP_i – елементи підсистем, що визначаються

$$EP_1 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 / 4;$$

$$EP_2 = \sqrt[4]{X_1 X_2 X_3 X_4};$$

$$EP_3 = X_1^{\lambda_1} X_2^{\lambda_2} X_3^{\lambda_3} X_4^{\lambda_4};$$

$$EP_4 = 4 / (1/X_1) + (1/X_2) + (1/X_3) + (1/X_4).$$

Запропонований підхід визначення якості взаємодії елементів підсистем системи пристосований до діагностики складних людино-машинних систем різної природи. Однією з особливостей підходу є автоматичне визначення вагових коефіцієнтів за технікою з роботи [3]. За необхідності кількість станів елементів підсистем може бути збільшена (другий сценарій дій).

3.2. Опис запропонованої технології аналізу, класифікації та прогнозування діяльності складних технічних систем

Оцінки визначені за формулою (1) накопичуються у датасет та використовуються у моделях машинного навчання за відомими технологіями [4 – 5]. Моделі машинного навчання дозволяють вирішити завдання прогнозування та класифікації систем.

Блок-схема технології аналізу, класифікації та прогнозування діяльності складних технічних систем складається з чотирнадцяти блоків інструменти котрих обрані з [4 – 5].

Блок 1. Здійснюється завантаження датасету з оцінками елементів підсистем та узагальненою оцінкою якості взаємодії елементів підсистем.

Блок 2. Передбачає створення та аналіз описової статистики [5]: кількість даних, середнє значення, стандартне відхилення, мінімальне й максимальне значення та проценти.