

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ УМОВ УТВОРЕННЯ ЗОН МОЖЛИВОГО ГІДРАТОУТВОРЕННЯ

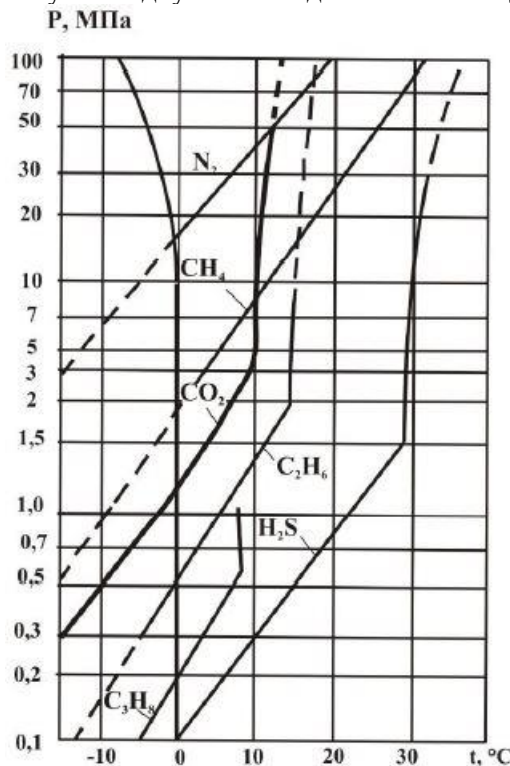
**А.В. Ляшенко**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, Україна, e-mail: [anliashenko14@gmail.com](mailto:anliashenko14@gmail.com)*

Термодинамічна стабільність газогідратів, це основна умова для середовища утворення і збереження гідратів і, відповідно важливий критерій для виявлення зон можливого гідратоутворення (ЗМГУ). Порушення термодинамічних умов в системі призводить до розкладання гідратів. Основні параметри пласта, які повинні бути охарактеризовані при цьому для виділення ЗМГУ - температура, тиск, склад газу і мінералізація пластових вод, а також проникність пласта.

Графік на рис. 1 характеризує термодинамічні умови гідратоутворення для природних газів, найбільш поширених в надрах. Як видно на графіку, в гідратний стан легко переходять  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{S}$ . Значно важче  $\text{N}_2$ . Для цього газу необхідні більш низькі температури або високі тиски. Поєднання низьких температур і високого тиску в надрах характерно тільки для кріолітозони, тому зони утворення газогідратів у відкладеннях суші приурочені саме до зон «вічної мерзлоти» [4].

Відомо, що чим різноманітніший склад природних газів, тим складніше визначати реальні межі ЗМГУ. До того ж каркас решітки клатрата будується тільки з молекул  $\text{H}_2\text{O}$  без супутніх мінеральних компонентів і при інтенсивному газогідратоутворенні змінюється не тільки склад газу, але також і мінералізація пластових вод. Якщо в зонах ускладненого водообміну, в продуктивному пласті в ЗМГУ з'являються ділянки підвищеної мінералізації підземних вод, але з ідентичним хімічним складом або скупченням вільних газів з підвищеним вмістом гелію, то можна припустити, що на даній ділянці мало місце в минулому або відбувається в даний час газогідратоутворення [3].



**Рис.1 Рівноважні термобаричні умови гідратоутворення для індивідуальних газів [4].**

Висока мінералізація пластових вод не тільки гальмує, але іноді і виключає можливість реалізації процесів гідратоутворення, оскільки порожнини каркаса решітки води зайняті молекулами солі. Загальновідомо, що  $\text{CaCl}_2$  в концентрації 25-35% є активним інгібітором техногенного гідратоутворення і широко використовується в нафтогазопромисловій практиці для його запобігання. Відзначимо також, що природна мінералізація пластових вод, що перевищує 100 г/л, знижує рівноважну температуру гідратоутворення на 5-12 °C [2].

Слід прийняти до уваги ще один чинник впливу на процеси гідратуутворення в надрах - літолого-фаціальний склад газопродуктивних порід. Дослідження, виконані В.С. Якушевим [5] показали, що активність процесів гідратуутворення в надрах змінюється в будь-яку сторону і навіть припиняється в залежності від ступеня проникності відкладень. Найбільш сприятливі породи для утворення і накопичення газогідратів - добрепроникні чисті тонкозернисті піски. Зі збільшенням домішок глинистих частинок відхилення в термодинамічних параметрах гідратуутворення зростають. У важких глинах, чим нижче вологість (<10%), тим менша ймовірність гідратуутворення, оскільки зв'язна плівкова вода, а також капілярна і осмотична вода в цих процесах практично не бере участі. Але в тих же важких глинах з високою вологістю (> 80%) гідратуутворення відбувається і при більш м'яких термодинамічних умовах в порівнянні з рівноважними.

Таким чином, важливо підкреслити, що інтервали меж ЗМГУ в природних умовах надр рухливі і прогножуючи їх необхідно оцінювати не тільки термодинамічні параметри середовища, але також склад, обсяги води і газу та їх рухливість в надрах, тобто проникність порід, що забезпечує безперервність в оновленні контактів газ-вода для повноцінної реалізації процесу гідратуутворення.

Наведемо приклад візуального спостереження за утворенням газогідратів в умовах рухливих контактів газу і води за матеріалами зарубіжної преси про катастрофу на платформі Deepwater Horizon в Мексиканській затоці на глибоководному нафтовому родовищі Maconda Prospect з запасами 100 млн. бар (20.04.2010р). «Після аварійного вибуху на гирлі свердловини, газ під високим тиском (> 88 атм) досяг платформи. Гейзер висотою до 70 м фонтанував на верхівці бурової вишки. З нього вниз сипалися схожі на сніг пластівці, димлячі від випаровування метану» [1]. Природно, що безпосередньо в ході катастрофи ніхто не вивчав цей процес, оскільки від вибуху на свердловині і до пожежі на платформі пройшло всього 2 хвилини, але очевидно, що «сніг» - це гідрати метану з гомологами, що утворилися при турбулентному фонтануванні газу, нафти та води в умовах різко зниженої температури через раптове адіабатичне розширення газу, з поглинанням тепла. Згодом потужне гідратуутворення поблизу гирла свердловини (на глибині 1,57 км) ускладнювало ліквідацію аварії (1,5 км глибина затоки, 3,9 км піддони глибина вибою свердловини, тиск в продуктивному пласті близько 600 атм). Приблизно ті ж процеси, тільки вже в природних, а не техногенних умовах, мають місце і при викидах підводних грязьових вулканів, які формуються на поверхні дна навколо жерла грязьового вулкана.

#### Література

- [1] Аксельрод А.М. Разведка и опытная эксплуатация месторождений газогидратов (по материалам зарубежной литературы). – Научный обзор, 2011. – с. 98.
- [2] Гинзбург Г.Д., Соловьев В.А. О количественной оценке субмаринных газовых гидратов // Геология и минеральные ресурсы Мирового океана. – СПб: ВНИИОкеангеология, 1995. – с. 190-198.
- [3] Дядин Ю.А., Удачин Е.А., Бондарюк И.В. Соединения включения. – Новосибирск, НГУ, 1988. – с. 101.
- [4] Макогон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты. – М.: Химия, 1980.
- [5] Якушев В.С. Формирование скоплений природного газа и газовых гидратов в криолитозоне. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М., 2009. – с. 41.