

ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУТКУ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ МЕТОДОМ ЗНИЖЕННЯ ТИСКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Стремовський Є.О.

Науковий керівник: к.т.н. доц. Хоменко В.Л.

Газові гідрати – відносно нове і потенційно велике джерело природного газу. Дослідники тільки відносно нещодавно почали досліджувати можливості їх видобутку і використання [1].

Газогідрати це тверді кристалічні речовини. Їх кристалічна решітка побудована з молекул води, у внутрішніх порожнинах яких розміщуються молекули газу, що утворює гідрат. Гідрати утворюються там, де вода і газоподібні вуглеводні виявляються поруч при низьких температурах і підвищених тисках. За зовнішню схожість газогідрати стали називати льодом", що "горів. У природі газогідрати зустрічаються або в зонах вічної мерзлоти, або на глибоководді, що спочатку створює скрутні умови для їх розробки.

Попередні оцінки запасів газогідратів у світі свідчать про те, що вони на порядок перевищують запаси конвенціонального природного газу. Але лише невелика частина з них може бути здобута при поточному рівні розвитку технологій. До того ж видобуток газогідратів вимагає величезних витрат і може бути пов'язаний з непередбаченими екологічними ризиками.

Проте, враховуючи економічну і політичну ситуацію у світі, зростання цін на природній газ і нестабільність його поставок, передові країни виявляють велику зацікавленість в розвитку розробки газогідратів і продовжують активно досліджувати цей напрям.

Зовні газові гідрати нагадують сніг або рихлий лід. Вони є кристалічними з'єднаннями з молекул води і природного газу з низькою молекулярною масою. Кристалічна структура газогідрату – це тривимірний ажурний каркас, побудований з молекул води таким чином, що в нім утворюється велика кількість порожнин, частково або повністю зайнятих молекулами газів.

Гідрати газу стабільні при низьких температурах і підвищеному тиску, характерних як для осадових товщ в районах вічної мерзлоти, так і для опадів, що залягають під дном водоймищ з глибиною більше 400-500 м. При порушенні вказаних умов газогідрати легко розпадаються на воду і газ.

Найпоширенішим природним газом-гідратоутворювачем являється метан.

Деякі властивості гідратів унікальні. Наприклад, вміст метану в гідратах дуже високий: з одного кубометра (у стандартних умовах) можна отримати більше 160 куб. м метану. При цьому його питомий об'єм зростає на 26 % (при замерзанні води її питомий об'єм зростає на 9 %).

Розкладання гідрату в замкнутому об'ємі супроводжується значним підвищенням тиску. Процес утворення газогідрату відбувається з виділенням енергії, а його розкладання – з поглинанням. На розкладання природних гідратів в пласті необхідно витратити від 6 до 12 % енергії, що міститься в газі

гідрату. Кристалогідрати газу мають високий електроопір і високу акустичну провідність. Вони практично непроникні для молекул води і газу.

Найбільш економічною технологією розробки родовищ гідратів з точки зору енергетичних витрат є пониження пласта тиску нижче рівноважного з наступним відбором вільного газу. Подібну схему розробки ефективно реалізовувати на родовищах, де за рахунок відбору вільного газу, що підстилає пласт гідрату, можливо знизити тиск і ініціювати розкладання гідратів. Проте відкриті останнім часом найбільші газогідратні родовища в Канаді і Японії характеризуються високою мірою насиченості пір гідратами (до 90 %) і відсутністю яких-небудь значних запасів підстилаючого вільного газу, що утрудняє застосування подібної схеми.

Відбір газу безпосередньо з гідратонасиченого інтервалу шляхом пониження тиску можливий тільки для пластів, що знаходяться в рівноважних умовах гідратоутворення, при яких спільно існують газ, гідрат і вода, насиченість гідратами невелика, а газ або вода не втратили свою рухливість (рис. 1).

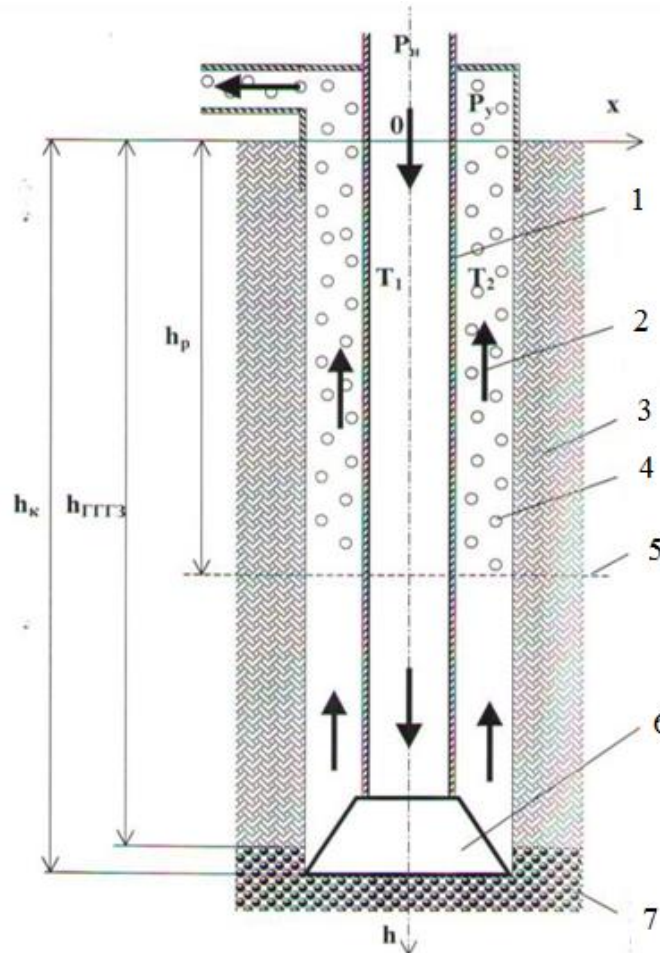


Рис. 1 – Схема розкриття гідратонасиченого покладу:
 1 – бурильна колона; 2 – напрям руху потоку; 3 – гірські породи;
 4 – бульбашки газу; 5 – межа розкладання шламу газових гідратів;
 6 – бурове долото; 7 – гідратонасичений поклад

В цьому випадку за рахунок фільтрації газу і води тиск знижуватиметься в значній області. Але при експлуатації таких пластів внаслідок ефекту Джоуля-Томсона відбуватиметься техногенне утворення гідратів в привибійній зоні, що зажадає введення інгібітору або спуску забійного нагрівача.

Інший обмежуючий чинник при розробці родовищ гідратів методом пониження тиску – падіння температури. При початковій температурі 10 °С і тиску 8 МПа коефіцієнт Джоуля-Томсона складає 3-4 °С на 1 МПа депресії. Таким чином, при депресії 3-4 МПа забійна температура може досягти температури замерзання води, що не лише знижує проникність привибійній зоні, але і призводить до більш катастрофічних наслідків – зім'яло обсадних колон, руйнуванню колектора. Тому цілком очевидно, що нульова температура – той самий розумна межа, до якої варто розробляти родовище методом падіння тиску.

Окрім привибійної зони утворення льоду і техногенних гідратів можливо і в колоні НКТ, і на гирло свердловини. Тому потрібне свердловинне устаткування дооснастити нагрівальними пристроями і додатково закачувати метанол в ствол свердловини, що значно збільшить собівартість газу, що добувається.

Як показують розрахунки, при високій насиченості пір гідратами і низьких температурах пластів отримувати прийнятні дебіти газу з гідратів шляхом зниження забійного тиску практично неможливо. Це пов'язано з тим, що наявність гідрату в порах значно скорочує проникність по газу, тому розкладання гідратів відбуватиметься у вузькій зоні і у край повільно. Крім того, при низькій початковій температурі може опинитися недостатньо закумуляована енергія в пласті для ініціації розкладання гідратів при позитивних температурах (тобто без утворення льоду).

Таким чином, депресивний метод є найбільш простим і ефективним до практичного використання. Проте і у цього методу є свої мінуси: при видобутку вільного природного газу, що скупчився в шарі гідратів, можлива зміна структури і форми цього шару під впливом процесу дисоціації і утворення порожнин. Окрім цього, він пред'являє досить високі вимоги до властивостей фільтраційних місткостей гідратомісного пласта: початкова проникність має бути на рівні декількох мілідарсі і вище, а продуктивний пласт повинен містити вільний газ у контакті з гідратами.

Тільки тоді можливе встановлення такого режиму виснаження, при якому вода не заб'є привибійну зону і не буде повторного гідратоутворення навколо забою свердловини, внаслідок зниження температури при відборі газу.

Перелік посилань

1. Kozhevnykov A., Khomenko V., Liu B. C., Kamyshatskyi O., Pashchenko O. The History of Gas Hydrates Studies: From Laboratory Curiosity to a New Fuel Alternative //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. – Т. 844. – Р. 49-64. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.844.49>