

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

М.А.Н.

• Мала академія наук
України під егідою
• ЮНЕСКО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



12-13 ГРУДНЯ 2024 РОКУ

УДК 622.273:548.562

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЛІКВІДАЦІЇ ГАЗОГІДРАТНОЇ ПРОБКИ
У СТОВБУРІ СВЕРДЛОВИНИ ТЕПЛОВИМ МЕТОДОМ

Педченко Н.М., Осіпенко А.В.

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
pedchenkomm@ukr.net*

Актуальність. Техногенні газові гідрати можуть утворюватися в різних системах видобутку газу: у привибійній зоні, в стовбурах свердловин, в шлейфах і внутрішньопромислових колекторах, в системах промислової і заводської підготовки газу, в газотранспортних системах. Місця можливого утворення гідратних пробок визначають за складом газу, термобаричними умовами та його вологовмістом [1 - 4].

Класифікація найбільш уживаних методів попередження та видалення газових гідратів включає технологічні, фізичні, хімічні методи [5]. Усі вони ґрунтуються на попередженні чи ліквідації хоча б одного із чинників: температури, тиску або вологості. Хоча для розблокування трубопроводів та обладнання у більшості випадків обирають хімічні методи (метанол), проте можуть бути ефективними й інші методи, наприклад, фізичні, а саме – нагрівання.

Мета дослідження. Для видалення пробок температура утвореного газогідрату протягом певного часу при постійному тиску в трубопроводі має виходити за межі області гідратоутворення. Враховуючи актуальність теми, шляхом моделювання було досліджено застосування гарячої води в якості агента-теплоносія для видалення існуючих газогідратних пробок у трубопроводі.

Методика та організація дослідження. *Постановка задачі.* За певних термобаричних умов Р-Т в трубопроводі утворилася газогідратна пробка, що перешкоджає рухові газу. До трубопроводу закачується гаряча вода. Потрапивши у нерівноважні умови, газогідрат починає дисоціювати протягом деякого проміжку часу, вивільняючи шлях для руху газу.

Для розв'язку поставленої задачі використали 3D моделювання в програмі SolidWorks. Створено модель трубопроводу довжиною 90 м, заповненого газом,

що рухається вздовж труби за лініями току. Вважали, що у цьому трубопроводі є пробка довжиною 50 м. По ходу руху газу частина труби заповнена водою, температура якої підтримується сталою. Рівноважну криву гідратуутворення для газу даного складу наведено на рис. 1.

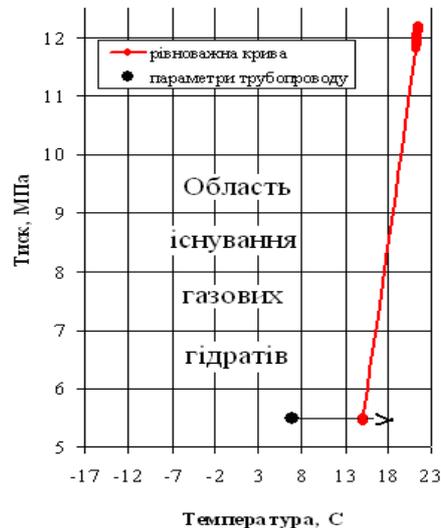


Рис. 1 Рівноважна крива гідратуутворення для природного газу ($CH_4 = 90,73\%$, $C_2H_6 = 5,31\%$, $C_3H_8 = 1,28\%$, $C_4H_{10} = 0,55\%$, C_5+ вищі = $0,34\%$, $N_2 = 1,47\%$, $CO_2 = 0,32\%$) і параметри трубопроводу

Результати дослідження. У результаті моделювання отримано 3D зображення (рис. 2-3).

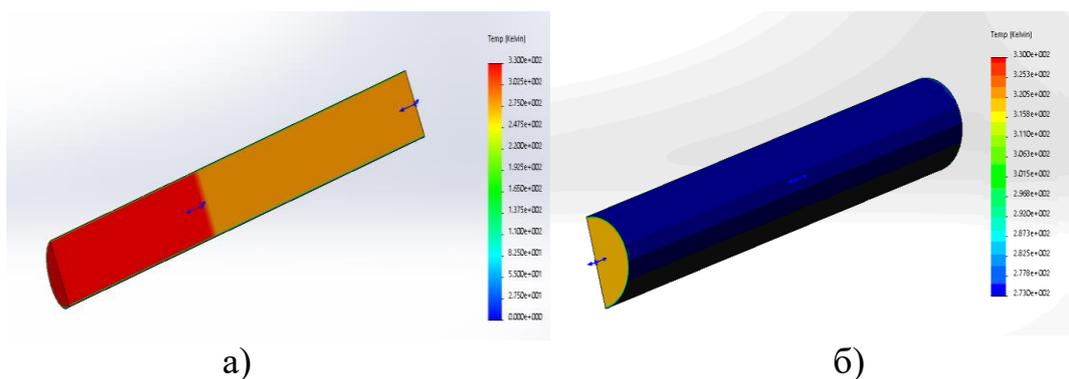


Рис. 2 Початок процесу моделювання $t = 0$ с: а) переріз трубопроводу; б) зовнішня поверхня трубопроводу

На початку процесу нагрівання температура зовнішньої поверхні $1\text{ }^\circ\text{C}$, частина труби заповнена газогідратом $7\text{ }^\circ\text{C}$, інша – заповнена водою (температура $57\text{ }^\circ\text{C}$ і підтримується сталою), тиск $5,5\text{ МПа}$.

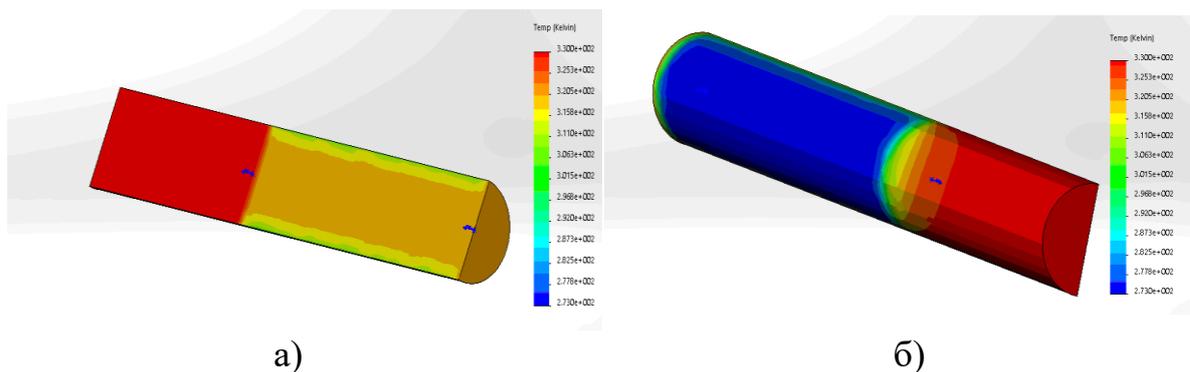


Рис. 3 Нагрівання і плавлення газогідратної пробки $t = 100000$ с (27 год): а) переріз трубопроводу; б) зовнішня поверхня трубопроводу

Висновки. Протягом деякого часу відбувається нагрівання льодяної пробки до температури 47°C , а поблизу стінок температура є дещо нижчою 19°C (рис. 3, а)). У результаті цього термобаричні умови у частині труби, заповненій гідратною пробкою, змістилися вправо і лежать поза область гідратоутворення (рис. 1). Отже, газогідратна пробка починає дисоціювати і за 27 год дисоціація спостерігатиметься по усій її довжині. Зовнішня поверхня, що контактує із гарячою водою, нагрівається також.

Література:

1. Bishnoi P.R. *A unified description of the kinetics of hydrate nucleation, growth, and decomposition* / P.R. Bishnoi, V. Natarajan, N. Kalogerakis // *Ann. NY Acad. Sci.* – 1994. – Vol. 715. – P. 311 – 321.
2. *Measurements of induction times for the formation of methane and ethane gas hydrates* / P. Skovborg, H.J. Ng, P. Rasmussen, U. Mohn // *Chem. Eng. Sci.* – 1993. – Vol. 48. – P. 445 – 453.
3. Sloan E. D. *Clathrate hydrates of natural gases* / E. Dendy Sloan. – [2-nd ed.]. – NY: Marcel Dekker, 1998. – 705 p.
4. Freer E.M. *Methane hydrate film growth kinetics* / E.M. Freer, M.S. Selim, E.D. Sloan // *Fluid Phase Equilibr.* – 2001. – Vol. 185. – P. 65 – 75.
5. Sugaya M. *Behavior of clathrate hydrate formation at the boundary of liquid water and a fluorocarbon in liquid or vapor state* / M. Sugaya, Y.H. Mori // *Chem. Eng. Sci.* – 1996. – Vol. 51. – P. 3505 – 3517.