

SECTION 10. GENERAL ISSUES OF ENGINEERING SCIENCES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-18>

STUDY OF HYDRATE FORMATION IN UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАТОУТВОРЕННЯ НА ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩАХ ГАЗУ

Volovetskyi V. B.

*Doctor of Philosophy in Oil and Gas
Engineering and Technologies,
Head at the Department of scientific and
technical support for the operation of
underground gas storage facilities
Branch R&D Institute of Gas
Transportation Joint Stock Company
«Ukrtransgaz»
Kharkiv, Ukraine*

Воловецький В. Б.

*доктор філософії з нафтогазової
інженерії та технології,
начальник відділу науково-технічної
підтримки експлуатації підземних
сховищ газу
Філія «Науково-дослідний інститут
транспорту газу» АТ «Укртрансгаз»
м. Харків, Україна*

Однією із основних проблем, які характерні для більшості підземних сховищ газу (ПСГ) створених у пористих пластах, є наявність вологи у газовому потоці. Відомо, що в результаті зміни термодинамічних умов вздовж шляху руху газу з пласта до газозбірного пункту можуть утворюватися тверді кристалічні сполуки – гідрати. Вони можуть відкладатися на внутрішній поверхні ліфтових труб від вибою до гирла, у фонтанній арматурі свердловини, у шлейфі, як на прямолінійних ділянках, так і у місцевих опорах (відводах, переходах, трійниках, зварювальних стиках тощо), у наземних та підземних трубопроводах газозбірного пункту, засувках, штуцерах, колекторах, технологічному обладнанні тощо. Найбільш часто гідрати утворюються в місцях звуження газового потоку, наприклад, після штуцера регульовального на установці від'єднувальних пристроїв газозбірного пункту.

Відкладання гідратів супроводжується зменшенням прохідного внутрішнього діаметру трубопроводу, що призводить до зменшення дебіту окремих свердловин та продуктивності ПСГ в цілому, а в окремих випадках – до утворення суцільної глухої пробки через яку припиняється рух газу. Такі ускладнення негативно впливають на можливість забезпечення експлуатації свердловин згідно з технологічним режимом та в цілому на стабільну роботу ПСГ і надійність газопостачання.

Зважаючи на актуальність цієї проблеми виникає необхідність у детальному її вивченні та визначенні найбільш ефективних заходів для запобігання цьому негативному явищу.

Експериментальні дослідження процесів утворення гідратів у місці встановлення штуцерів регулювальних в реальних умовах експлуатації газопроводів важко виконати через велику кількість різних чинників, зокрема, високий тиск. Тому, щоб визначити найбільш сприятливі для утворення гідратів зони під час проходження газового потоку штуцерами регулювальними, виконано CFD моделювання (Computational Fluid Dynamics). Щоб дослідити динаміку руху газового потоку у штуцері регулювальному було побудовано 3D геометричну модель його внутрішньої порожнини, якою рухається потік [1].

Газодинамічні процеси за регулювальним штуцером, які впливають на інтенсивність утворення гідратів, суттєво залежать від ступеня відкриття штуцера. Тому побудовано тривимірні геометричні моделі штуцера регулювального з різним ступенем його відкриття: 100 %, 75 %, 50 % та 25 %. Для кожного ступеня відкриття штуцера регулювального виконано окреме моделювання і досліджено вплив цього параметра на місцезнаходження потенційних зон, схильних до утворення гідратів, і інтенсивність утворення гідратів.

Результати CFD моделювання візуалізовані в постпроцесорі програмного комплексу ANSYS Fluent, що дало змогу побачити структуру потоку в досліджуваному елементі для різного ступеня відкриття штуцера регулювального. Побудовано розподіл об'ємної частки природного газу та води у внутрішній порожнині досліджуваного елемента для різного ступеня відкриття штуцера регулювального. Також результати моделювання візуалізовані побудовою ліній течії, які забарвлювались у кольори швидкості газового потоку у внутрішній порожнині досліджуваного елемента для різного ступеня відкриття штуцера регулювального [1].

На основі CFD моделювання отримано результати, які дали змогу ґрунтовніше вивчити газодинамічні процеси у місці встановлення штуцера регулювального, що дозволить передбачити місця накопичення гідратів для запобігання їх утворенню.

Запропоновано здійснювати комплексний підхід щодо забезпечення стабільного режиму експлуатації свердловин та газозбірного пункту в умовах відкладання гідратів, зокрема:

- забезпечити автоматичний моніторинг параметрів експлуатації свердловин (тиску і температури) встановленням датчиків тиску і температури з виведенням робочих параметрів на автоматизоване робоче місце диспетчера, геолога та змінного персоналу;

- обрати оптимальний режим експлуатації свердловин з мінімальними втратами тиску;

– визначити ймовірні місця найчастішого відкладання гідратів на свердловинах і технологічному обладнанні газосховища за результатами як теоретичних, так і експериментальних досліджень;

– розробити програмний комплекс для контролю основних параметрів експлуатації газосховища (швидкості газового потоку, гідравлічного опору, гідравлічної ефективності тощо).

Впровадження цього дасть змогу своєчасно ухвалювати рішення щодо уживання заходів для попередження гідратуутворення.

У [2] розглянуто основні методи попередження та ліквідації гідратуутворення, які використовують на практиці для забезпечення стабільної експлуатації свердловин і технологічного обладнання на ПСГ. Виконано умовну класифікацію методів на різні групи за принципом дії. Наведено методи попередження та ліквідації гідратуутворення, які часто застосовують на ПСГ України.

Для розв’язання завдання прогнозування гідратуутворень на ділянках трубопроводів ПСГ запропоновано використання технологій штучного інтелекту. Для цього розроблено методіку створення штучної нейронної мережі як алгоритму опрацювання інформації давачів тиску і температури в контрольних точках ПСГ та прогнозування початку процесів утворення гідратів у цих точках. Вказана нейронна мережа є програмним продуктом з розрахованими в середовищі MATLAB ваговими коефіцієнтами та можливістю адаптації параметрів вказаної мережі до оновлених і доповнених вхідних даних в процесі її експлуатації [2].

Для забезпечення надійного експлуатування ПСГ в умовах відкладання гідратів доцільно розробляти та вживати різнопланові комплексні заходи для запобігання їх утворенню, в тому числі впровадженням сучасних інтелектуальних систем контролювання та управління технологічними процесами.

Література:

1. Volovetskyi V. B., Doroshenko Ya. V., Bugai A. O., Kogut G. M., Raiter P. M., Femiak Y. M., Bondarenko R. V. Developing measures to eliminate of hydrate formation in underground gas storages. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2022. № 111/2. P. 64–77. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9996>

2. Volovetskyi V. B., Doroshenko Ya. V., Matkivskyi S. V., Raiter P. M., Shchyryba O. M., Stetsiuk S. M., Protsiuk H. Ya. Development of methods for predicting hydrate formation in gas storage facilities and measures for their prevention and elimination. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2023. № 117/1. P. 25–41. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.5955>