

УДК 004.94

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2024.52-57>

Володимир ВОЛОВЕЦЬКИЙ, д-р філософії

ORCID ID: 0000-0001-8575-5143

e-mail: vvb11@ukr.net

Філія "Науково-дослідний інститут транспорту газу"

АТ "Укртрансгаз", Харків, Україна

Юлія РОМАНИШИН, д-р пед. наук, проф.

ORCID ID: 0000-0001-7231-8040

e-mail: yulromanyshyn@gmail.com

Івано-Франківський національний технічний

університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ЕКСПЛУАТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

Розглянуто актуальне питання розроблення програмного забезпечення для визначення різних параметрів експлуатування підземних сховищ газу. Завдяки проведеним розрахункам можна визначити продуктивність свердловин за різних умов, а відтак прогнозувати об'єм відбору газу. Використовування розробленого програмного забезпечення дає змогу визначити різні режими експлуатування підземних сховищ газу та вибрати оптимальний.

Ключові слова: *підземне сховище газу, експлуатування, режими, програмне забезпечення.*

Вступ

В Україні у ХХ ст. створено підземні сховища газу (ПСГ). Ці сховища містять підземну і наземну інфраструктури, що забезпечують зберігання, підготовлення природного газу та подавання його через наявні під'єднані газопроводи споживачам.

Підземні сховища газу України мають значний активний об'єм (близько 32 млрд м³). За обсягами зберігання активного газу Україна посідає третє місце у світі (Сторчак, & Заєць, 2016).

Основне завдання створення ПСГ – забезпечити стабільність поставок газу споживачам, тобто регулювати сезонні потреби у споживанні газу та забезпечувати газом у непередбачуваних ви-

© Воловецький Володимир, Романишин Юлія, 2024

падках, таких як аварії або зменшення обсягів під час транспортування магістральними газопроводами. ПСГ під'єднані до системи газопроводів, яка забезпечує подавання його на експорт, споживання на внутрішньому ринку, а також отримання від реверсного надходження для закачування.

Під час експлуатування ПСГ виникає чимало проблемних питань, які потребують негайного розв'язання (Volovetskyi et al., 2019). Тому для надійного експлуатування газосховищ розробляють та вживають різні заходи, спрямовані на модернізацію обладнання та вдосконалення технологічного процесу. Одним із важливих завдань для газосховищ є прогнозування режиму їхнього експлуатування на визначений період, оперативне визначення оптимальних параметрів режиму, а також підвищення продуктивності свердловин.

Результати

У технологічному процесі на ПСГ умовно можна виокремити такі періоди: закачування газу, нейтральний, відбирання газу.

У період закачування газ із газопроводу надходить на установку очищення для запобігання потрапляння різних забруднень (рідинних і твердих). Очищений газ надходить на обліковування, у разі потреби – на компримування, відтак – на вузол від'єднувальних пристроїв. Далі газ шлейфами надходить до свердловин і ліфтовою колоною у продуктивний горизонт.

У період відбирання газ разом із рідиною з продуктивного горизонту ліфтовою колоною надходить на поверхню. Далі газ проходить наземним гирловим обладнанням свердловини і шлейфом, що може мати висхідні, низхідні та прямолінійні ділянки, різні місцеві опори, і надходить до газозбірного пункту, де його очищують від механічних домішок і рідини (Volovetskyi et al., 2022). Очищений газ потрапляє на осушування, обліковування, у разі потреби на компримування та подається через наявні під'єднані газопроводи споживачам (Бугай, Воловецький, & Пономарьов, 2019).

Залежно від інфраструктури газосховищ, принципова технологічна схема може дещо відрізнятися, наприклад, наявним обладнанням і процесом. Як відбирання газу, так і закачування його у газосховище на більшості ПСГ може відбуватися компресорним і безкомпресорним способами, що залежить від величини плас-

тового тиску та тиску в магістральному газопроводі (Воловецький, Бугай, & Пономарьов, 2018).

Контролює режим відбирання / закачування газу (з або до) ПСГ диспетчерська служба АТ "Укртрансгаз". За різкого зниження температури навколишнього середовища та відповідно до зростання номінацій на відбір газу від замовників послуг, фахівці ухвалюють рішення щодо збільшення відбору газу з ПСГ.

У сучасному світі мабуть немає жодної галузі, яка не використовує сучасне програмне забезпечення (ПЗ), що допомагає персоналу ухвалювати правильні й оперативні рішення.

У зв'язку з викладеним вище запропоновано розробити ПЗ "Режим ПСГ" для проведення газодинамічних розрахунків за різних умов експлуатування газосховищ. Екранні форми ПЗ запропоновано зробити у формі таблиць, які дадуть змогу вносити фактичні дані за різний період експлуатування ПСГ та в інтерактивному режимі отримувати числові значення, розраховані на підставі заздалегідь розроблених алгоритмів.

За допомогою ПЗ "Режим ПСГ" можна забезпечувати розв'язання таких задач:

- визначення тиску свердловин на вибої, гирлі та на газозбірному пункті в контрольних ділянках;
 - визначення мінімальної та максимальної продуктивності свердловин за зміни різних параметрів експлуатування ПСГ;
 - визначення оптимальної кількості свердловин і послідовності пуску їх в експлуатацію під час відбирання газу для досягнення заданої продуктивності;
 - прогнозування різних режимів ПСГ за умови зміни тиску в магістральному газопроводі.
- Створене ПЗ "Режим ПСГ" має такі основні складники:
- базу даних з геолого-промисловими характеристиками свердловин, а також їхніх шлейфів, що під'єднано до газозбірного пункту;
 - розроблені алгоритми розрахунків, які містять різні методики;
 - клієнтську частину з екранними формами, на яких відображають вихідні дані та результати розрахунків.

Розроблене ПЗ не потребує додаткового спеціалізованого програмного забезпечення для встановлення та використання

безпосередньо на персональному комп'ютері користувача. ПЗ "Режим ПСГ" має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувача і працює таким способом: у головній екранній формі потрібно вибрати свердловини з відповідними вихідними даними, а в іншій екранній формі задати значення окремих параметрів, які потрібні для розрахунку. Розрахунки виконують на підставі розроблених алгоритмів, а результати відображають у формі таблиць і графіків.

Для забезпечення подальшого розширення функцій ПЗ доцільно його інтегрувати з різними базами даних, а також періодично актуалізувати наявну геолого-промислової інформацію.

Дискусія і висновки

Впровадження програмного забезпечення "Режим ПСГ" на виробництві дасть змогу оперативно виконувати розрахунки різних режимів експлуатування ПСГ. За результатами розрахунків можна визначити оптимальний режим експлуатування ПСГ та прогнозувати відбирання газу.

Список використаних джерел

Бугай, А., Воловецький, В., & Пономарьов, Ю. (2019). Інтелектуальна система контролювання та регулювання режиму експлуатування свердловин газосховищ в умовах гідратуутворення. *Збірник матеріалів 8-ї Міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційні системи та технології ICT-2019" (09–14 вересня 2019 р.)* (с. 26–29.) Харківський національний університет радіоелектроніки.

Воловецький, В., Бугай, А., & Пономарьов, Ю. (2018). Критерії побудови оптимальної системи прогнозування параметрів роботи підземних сховищ газу. *Збірник матеріалів 7-ї Міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційні системи та технології ICT-2018" (10-15 вересня 2018 р.)* (с. 94–96). Харківський національний університет радіоелектроніки.

Сторчак, С. О., & Засць, В. О. (2016). Підземні сховища газу України – надійна основа для створення Східноєвропейського газового хабу. *Нафтогазова галузь України*, 3, 24–25.

Volovetskyi, V. B., Doroshenko, Ya. V., Bugai, A. O., Kogut, G. M., Raiter, P. M., Femiak, Y. M., & Bondarenko, R. V. (2022). Developing measures to eliminate hydrate formation in underground gas storages. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 111(2), 64–77. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9996>

Volovetskyi, V. B., Doroshenko, Ya. V., Matkivskyi, S. V., Raiter, P. M., Shchyrba, O. M., Stetsiuk, S. M., & Protsiuk, H. Ya. (2023). 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*, 117(1), 25–41. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.5955>

References

Bugai, A., Volovetskyi, V., & Ponomaryov, Y. (2019). Intelligent system for monitoring and regulating the operating mode of gas storage wells under hydrate formation conditions. *Proceedings of the 8th International Scientific and Technical Conference "Information Systems and Technologies IST-2019" (September 09–14, 2019)* (p. 26–29). KhNURE [in Ukrainian].

Storchak, S. O., & Zaiets, V. O. (2016). Underground gas storage facilities in Ukraine – a reliable basis for the creation of the Eastern European gas hub. *Oil and Gas Industry of Ukraine*, 3, 24–25 [in Ukrainian].

Volovetskyi, V. B., Doroshenko, Ya. V., Bugai, A. O., Kogut, G. M., Raiter, P. M., Femiak, Y. M., & Bondarenko, R. V. (2022). Developing measures to eliminate hydrate formation in underground gas storages. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 111(2), 64–77. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9996>

Volovetskyi, V. B., Doroshenko, Ya. V., Matkivskyi, S. V., Raiter, P. M., Shchyrba, O. M., Stetsiuk, S. M., & Protsiuk, H. Ya. (2023). 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*, 117(1), 25–41. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.5955>

Volovetskyi, V., Bugai, A., & Ponomaryov, Y. (2018). Criteria for building an optimal forecasting system for underground gas storage operation parameters. *Proceedings of the 7th International Scientific and Technical Conference "Information Systems and Technologies IST-2018" (September 10–15, 2018)* (p. 94–96). KhNURE [in Ukrainian].

Отримано редакцією журналу / Received: 16.09.24

Прорецензовано / Revised: 26.09.24

Схвалено до друку / Accepted: 01.10.24

Volodymyr VOLOVETSKYI, PhD

ORCID ID: 0000-0001-8575-5143

e-mail: vvb11@ukr.net

**Branch "Research Institute of Gas Transportation"
JSC "Ukrtransgaz", Kharkiv, Ukraine**

Yulia ROMANYSHYN, DSc (Ped.), Prof.

ORCID ID: 0000-0001-7231-8040

e-mail: yulromanyshyn@gmail.com

**Ivano-Frankivsk National Technical University
of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine**

FEATURES OF SOFTWARE FOR DETERMINING OPERATIONAL MODES OF UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES

The paper deals with the current issue of software development for determining various operating parameters of underground gas storage

facilities. The calculations allow us to determine the productivity of the wells under different conditions and thus predict the volume of the gas production. The developed software makes it possible to determine different operating modes of underground gas storage facilities and select the optimal one.

Keywords: *underground gas storage facility, operation, modes, software.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.