

КОНТРОЛЬ СТАНУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВІДБОРУ ЗАЛИШКІВ ЗАКАЧАНОВОГО ГАЗУ ІЗ ОЛИШІВСЬКОГО ПІДЗЕМНОГО СХОВИЩА ГАЗУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИСОКОТОЧНИХ ГРАВІМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА СТВОРЕННЯ ПОСТІЙНО ДІЮЧОЇ 3D МОДЕЛІ

Олександр Петровський¹, Роман Шимко², Роман Вечерик²,

Тетяна Петровська¹, Андрій Трачук¹, Алла Бороздіна¹,

¹НКТ «ДЕПРОЛ ЛТД», м. Івано-Франківськ, ²АТ «УКРТРАНСГАЗ» НАК «Нафтогаз України», м. Київ

Вступ. Підземні сховища газу (ПСГ) є невід'ємною частиною системи газопостачання та газотранспортування України і, як наслідок, – важливими об'єктами енергетичної безпеки.

Підземні сховища газу є об'єктами циклічного використання з розрахованими і економічно обґрунтованими експлуатаційними, технологічними і технічними параметрами. Однак, на практиці часто має місце відхилення фактичних параметрів і показників експлуатації ПСГ від проектних. Причиною цього часто є невідповідність фактичних параметрів пласта-колектору тим, що були закладені у геологічній моделі, прийнятій при проектуванні ПСГ, або порушення режиму експлуатації газосховища.

Моніторинг ПСГ, який є невід'ємною частиною процесу експлуатації газосховища, спрямований на забезпечення технологічної безпеки експлуатації ПСГ і оптимізацію його роботи *в рамках існуючої геологічної моделі*. А тому методи промислово-геофізичних, гідрохімічних, промислових і аналітичних досліджень, які стандартно використовуються з метою моніторингу, деколи не можуть дати відповіді на питання про причини відхилення фактичних показників експлуатації від проектних. В таких випадках необхідним є залучення додаткових незалежних дистанційних геофізичних досліджень.

Одним із підземних сховищ газу, де відбулося відхилення від проекту експлуатації, є Олишівське ПСГ, створене у 1964 році методом заповнення водонасиченого піщаного пласта газом.

Краща світова практика передбачає проведення 4D геофізичних досліджень з метою вивчення та моніторингу стану ПСГ. В першу чергу мова йде про сейсмічні спостереження. Однак, у випадку старих газосховищ, до яких відноситься Олишівське ПСГ, фонові сейсмічні спостереження відсутні, виконання нових – часто є економічно недоцільним, а в окремих випадках – неможливим з технічних, геологічних чи поверхневих умов. У цьому випадку постає необхідність залучення інших геофізичних методів. Один із найбільш ефективних підходів полягає у застосуванні високоточних гравіметричних спостережень з наступною їх комплексною інтерпретацією разом з іншою геолого-геофізичною інформацією на основі створення 3D геолого-геофізичної моделі сховища [1]. Саме цей підхід був успішно використаний при вивченні стану Олишівського ПСГ.

Особливості геологічної будови Олишівського ПСГ. Об'єкт

зберігання газу в межах Олишівського ПСГ – полого водонасичена брахіантиклінальна структура в бат-байоських відкладах (J_2b+bt), оконтурена ізогіпсою -446 м. Структура має розміри 6.7×3.6 км. Амплітуда підняття – близько 12 м. На етапі створення ПСГ у 1964 році було виявлено, що внаслідок прискореного закачування газу у водоносний пласт, частину газу було закачано за межі проектної пастки. Причиною розтікання газу по площі могла бути анізотропія проникності пласта, яка перешкоджала формуванню газового покладу по всій його товщині [2]. Це спричинило ситуацію, коли в процесі закачування газу відбувається витіснення води не по всій товщині пласта (фронтом), а по окремих найбільш проникних пропластках, і при викачуванні газу проходить інтенсивне обводнення газового покладу в тому числі защемлення значних обсягів газу, що в кінцевому випадку призвело до практичної зупинки експлуатації ПСГ.

Гравітаційні аномалії, пов'язані з покладом газу у водонасиченому пласті-колекторі Олишівського ПСГ. Для обґрунтування можливості моніторингу стану Олишівського ПСГ з використанням даних наземних гравіметричних спостережень були теоретично розраховані амплітуди аномалій гравітаційного поля, пов'язані із наявністю газового резервуару в межах антиклінальної структури. За даними обліку, залишкова кількість газу в ПСГ становить 356.5 млн.м³. Амплітуда гравітаційної аномалії для такого покладу газу складає 44 мкГал. Шестикратне перевищення амплітуди очікуваної аномалії над похибкою гравіметричної зйомки, що становить 7 мкГал, забезпечує теоретичну основу для використання даних високоточних гравіметричних досліджень для картування положення газонасичених ділянок в межах пласта-колектору Олишівського ПСГ.

Базуючись на результатах теоретичного моделювання для вирішення проблеми відновлення експлуатації ПСГ або видобутку защемленого газу з техногенних покладів в межах Олишівського підняття в якості оптимального був обраний комплекс геолого-геофізичних досліджень, що включав високоточні гравіметричні спостереження М 1:10 000 (крок спостереження 100х100 м) з використанням сучасних цифрових гравіметрів Scintrex CG-5 (Канада), аналіз і узагальнення існуючих геолого-геофізичних матеріалів, створення 3D геогустинної моделі глибинної будови площі, узгодженої із спостереженням гравітаційним полем, та прогнозування положення газонасичених резервуарів в межах пласта-колектору.

Результати досліджень. В отриманій неоднорідній 3D геогустинній моделі (рис. 1) в межах пласта бат-байоського пісковика було закартовано дві ділянки пониження густини породи-колектору (штучні техногенні поклади), площею 2.9 та 5.58 км². Обидва штучні техногенні поклади розташовані за межами апікальної частини підняття, яка активно дреновалась 32 свердловинами. Газонасичення штучного техногенного покладу 1 (рис. 2), закартованого на південний захід від Олишівської структури, підтверджується результатами незалежних замірів пластового тиску у свердловинах 102 та 51 [2]. Використовуючи відому залежність густини газонасиченої породи від

коефіцієнту газонасичення та дані про петрофізичні властивості бат-байоських пісковиків, була розрахована 3D модель поточного коефіцієнта газонасичення пласта-колектора, що дало можливість на основі стохастичного моделювання за методом «Монте-Карло» розрахувати об'єм залишкових запасів газу, розміщених у штучних техногенних покладах. Для імовірного сценарію (P50) загальний об'єм газу у штучних техногенних покладах склав 293.6 млн.м³. Згідно даних обліку на кінець сезону 2015 року Олишівського ПСГ загальна кількість газу склала 356.5 млн.м³.

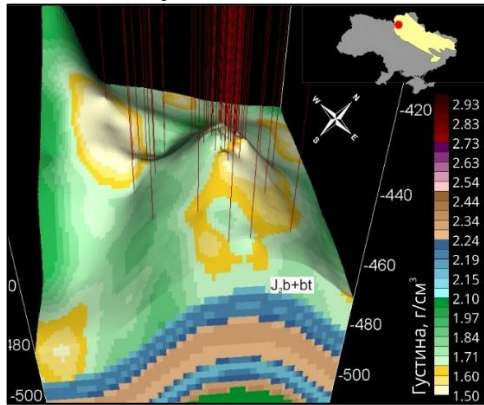


Рисунок 1 – 3D інтегральна геогустинна модель Олишівського ПСГ. Зріз в межах пласта бат-байоського пісковика

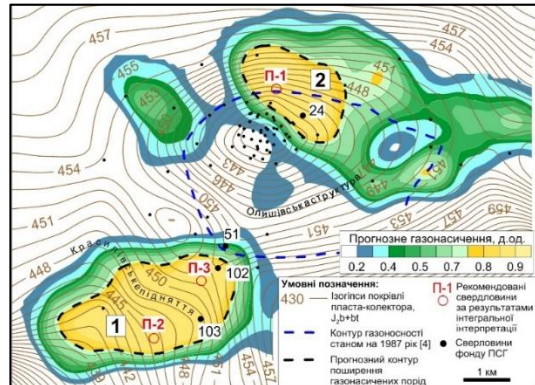


Рисунок 2 – Положення закартованих штучних техногенних покладів 1 та 2 на зрізі 3D моделі поточного коефіцієнту газонасичення в межах пласта бат-байоських пісковиків

Висновки. Проведені дослідження поточного стану Олишівського ПСГ показали, що активна зона газового покладу в апікальній частині пласта зруйнована. Активний газ перетік із апікальної частини і защемлений у двох техногенних покладах, які містять не менше як 82.3% балансового газу. Решта 17.6% може розміщатися у інших невеликих ізольованих водоплаваючих покладах.

1. Петровський О.П. Автоматизована система кількісної комплексної інтерпретації геофізичних даних GCIS як основа технології інтегральної інтерпретації комплексу геолого–геофізичної інформації для пошуків нафти і газу [Журнал] // Геоінформатика. - 2003 р.. - №2. - сс. 25-34. - О.П. Петровський, О.І. Кобрунов, Н.С. Ганженко, В.М. Суятінов.
2. Шешеня С.Г Звіт геолого-технологічній з експлуатації Олишівського ПСГ за період закачування і відбирання 2015-2016 [Звіт]. - смт. Олишівка : Чернігівське лінійно-виробниче управління магістральних газопроводів, 2016.
3. Ротт И.В. Отчет о научно-исследовательской работе. Уточненный технологический проект циклической эксплуатации Олишевского ПХГ [Отчет]. - Харьков : Украинский научно-исследовательский институт природных газов УКРНИИГАЗ, 1987.