



ДЕПРОІЛ

ДЕТАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ

85% -

**ФАКТИЧНА
ЙМОВІРНІСТЬ
УСПІХУ (POS)**

25 родовищ

81 свердловина

166 випробувань

- ✔ Надвисокоточні повторні гравіметричні спостереження
- ✔ Детальні просторові моделі пластової системи підземного сховища газу:
- ✔ 4D модель густини породи
- ✔ 4D модель пластового тиску
- ✔ 4D модель щільності активного та буферного газу на одиницю об'єму породи
- ✔ Динамічні резервуари газу
- ✔ Шляхи руху активного газу



**МОНІТОРИНГ
ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ**

**20 РОКІВ ДОСВІДУ КАРТУВАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ ВУГЛЕВОДНІВ**

4D МОДЕЛЬ ПЛАСТОВОЇ СИСТЕМИ ПІДЗЕМНОГО СХОВИЩА ГАЗУ, ПЛАСТОВОГО ТИСКУ ТА ТЕХНОГЕННИХ РЕЗЕРВУАРІВ НА ОСНОВІ ПОВТОРНИХ ВИСОКОТОЧНИХ ГРАВІМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Дашавське підземне сховище газу (ПСГ), Більче-Волицька зона Передкарпатського прогину, Україна. Гравіметричні дослідження, 2012-2013 роки.

ГЕОЛОГІЧНА ЗАДАЧА

ПСГ створене в 1972 році в шести виснажених покладах Дашавського родовища. Резервуари ПСГ приурочені до двох продуктивних горизонтів НД-8 та НД-9 нижньодашавської підвісти Сарматського ярусу Неогену. Глибина: 570-590 м. Колектор: пісковик з середньою пористістю 26.1% та газонасиченням 90%. Ефективна товщина: 10-60 метрів. Структура: брахіантиклінальне підняття неправильної форми. Площа газосховища: 45.8 км². ПСГ експлуатується 100 нагнітально-видобувними свердловинами і працює в газовому режимі. Інтервал зміни пластового тиску - 19.7-58.6 ат. Проектний загальний об'єм газу 5.34 млрд. м³, проектний об'єм активного газу 2.15 млрд. м³. Протягом 27 повних циклів закачування та відбору відбувалося поступове падіння пластового тиску при однаковій загальній кількості газу в ПСГ, що призводило до збільшення кількості буферного газу. Ситуація, що склалась вказує на складність газогідродинамічної системи ПСГ та постійне залучення додаткового об'єму резервуарів до процесу циклічного зберігання газу. Відсутність детальних 3D моделей пористості та проникності робить безперспективним використання методів динамічного моделювання пластової системи. Приймаючи до уваги залежність між густиною газу і пластовим тиском був обраний гравітаційний метод досліджень. Для встановлення причини і місць накопичення буферного газу проведені моніторингові гравіметричні дослідження.

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛІ

Протягом двох років були виконані 4 серії надвисокоточних моніторингових гравіметричних досліджень із середньою похибкою спостережень 4,3 мкГал. По дві серії при максимальному заповненні та виснаженні ПСГ (Рисунок 1). Двократні гравіметричні виміри проведені на 530 пунктах (Рисунок 2). З метою побудови карти зміни гравітаційного поля при закачуванні газу всі гравіметричні спостереження були розділені на три класи (Рисунок 3): I клас - гравітаційне поле змінюється прямо пропорційно до зміни пластового тиску (червоні ділянки на Рисунок 4); II клас - гравітаційне поле змінюється обернено пропорційно до зміни пластового тиску (сині ділянки на Рисунок 4); III клас - гравітаційне поле не змінюється в процесі закачування та відбору газу (коричневі ділянки на Рисунок 4). На наступному етапі створена 3D модель Дашавського ПСГ, яка пояснювала процеси, що відбуваються в газосховищі. Структурна модель побудована на основі результатів 3D та 2D сейсмічних даних. Результати ГДС та виміри пластового тиску у свердловинах використані в якості апріорної інформації для створення початкової 3D моделі густини Дашавського ПСГ на період його виснаження 2012 року. 3D модель густини складалася з 29,8 млн комірок, розміром 50 x 50 метрів в плані і 1 метр по глибині. Просторові розміри моделі 8 x 12 км. Інтервал глибин, який охоплює модель від 0 до 790 метрів. Відхилення між спостереженням та розрахунком для початкової 3D моделі гравітаційними полями склали 5,5 мкГал. Відхилення між гравітаційними полями для кінцевої 3D моделі густини, отриманої в результаті спільної інверсії гравіметричних та свердловинних даних на період заповнення ПСГ склали 3,6 мкГал (Рисунок 5). На основі використання залежності між зміною пластового тиску у свердловинах і зміною густини породи 3D модель зміни густини резервуарів перерахована в 3D модель зміни пластового тиску. На основі отриманої 4D моделі пластового тиску розрахована 4D модель розподілу об'єму буферного та активного газу. Відносна похибка прогнозу пластового тиску в 4D моделі на період виснаження склали 3.7%, на період заповнення 3,5%. Відносна похибка визначення кількості активного газу склали 1.0%.

ГЕОЛОГІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Результати повторних гравіметричних досліджень підтвердили наявність гравітаційних аномалій, пов'язаних з роботою ПСГ на рівні 12-24 мкГал. На 60% пунктів спостерігався прямо пропорційна залежність зміни гравітаційного поля від кількості газу, а на 40% пунктах ця залежність обернено пропорційна. Створені 4D моделі густини, тиску та кількості газу дозволили: закартувати положення динамічних резервуарів, в яких відбувається накопичення буферного газу; розрахувати об'єм газу, який зберігається в цих резервуарах; закартувати шляхи міграції активного газу від експлуатаційних свердловин до динамічних резервуарів (Рисунок 6). Для припинення накопичення буферного газу рекомендовано блокувати шляхи міграції газу до динамічних резервуарів.

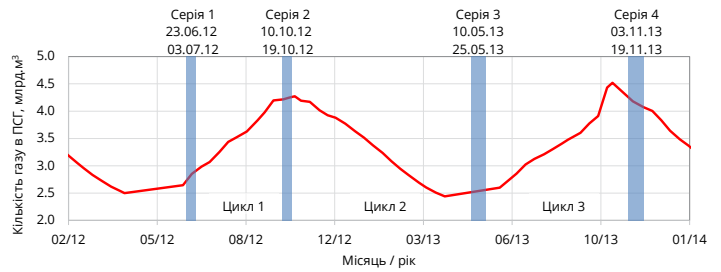
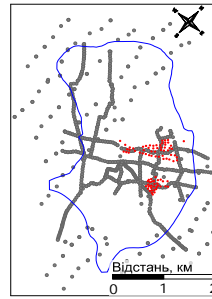
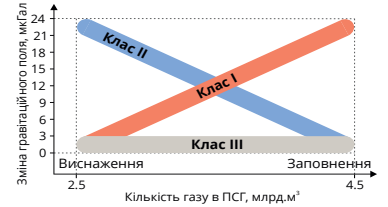


Рисунок 1. Динаміка зміни кількості газу в Дашавському ПСГ та періоди проведення повторних гравіметричних спостережень



Умовні позначення:
● Експлуатаційні свердловини
● Гравіметричні пункти
— Газо-водний контакт

Рисунок 2. Схема розміщення пунктів повторних гравіметричних спостережень



Цикл	Операція	Рік	Співвідношення пунктів різного класу		
			I	II	III
1	Закачування	2012	32.3%	37.7%	30.0%
2	Відбір	2012-2013	52.8%	22.3%	24.9%
3	Закачування	2013	55.2%	20.9%	23.9%
Кількість гравіметричних пунктів I та II класу			60.2%	39.8%	

Рисунок 3. Класифікація гравіметричних пунктів на основі залежності між зміною кількості газу в ПСГ і гравітаційним полем

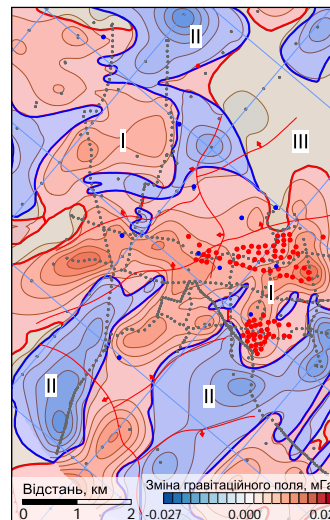


Рисунок 4. Аномальне гравітаційне поле пов'язане із закачуванням газу в ПСГ

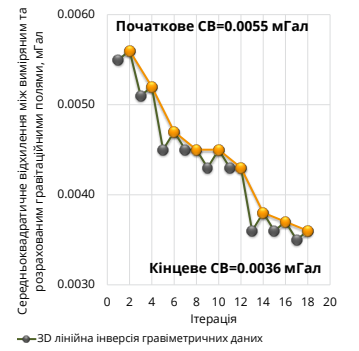


Рисунок 5. Ітеративне покращення 3D моделі густини

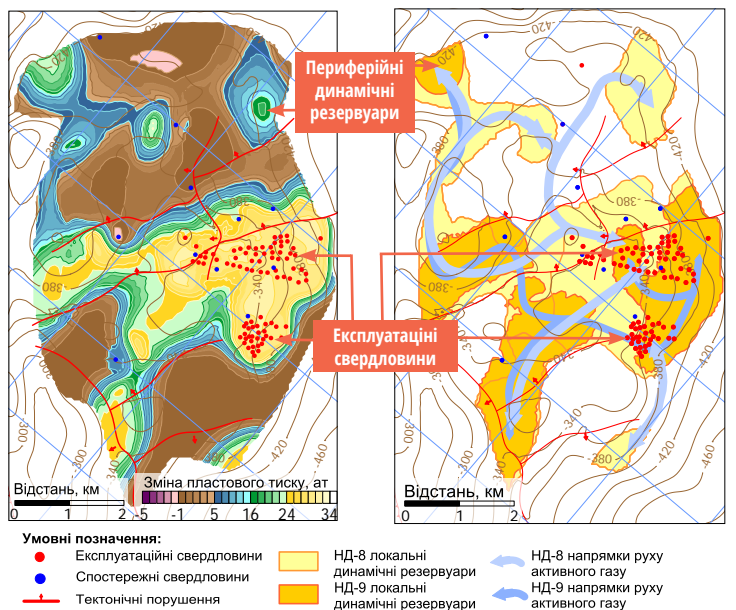


Рисунок 6. Зміна пластового тиску (ліва) і положення динамічних резервуарів та шляхів міграції газу в межах горизонту зберігання НД-8 (права)