

ВПЛИВ НА РЕЗУЛЬТАТИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ ЗМІНИ РІВНЯ ГРУНТОВИХ ВОД ТА АТМОСФЕРНИХ УМОВ НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ ДАШАВСЬКОГО ПІДЗЕМНОГО СХОВИЩА ГАЗУ

Наведені результати аналізу впливу на виміряні значення гравітаційного поля атмосферних умов реєстрації та рівня ґрунтових вод при виконанні гравітаційного моніторингу за станом та експлуатацією Дашавського підземного сховища газу. Розглянуто модель та обчислено величини впливу зовнішніх умов на повторні гравіметричні виміри в порівнянні зі змінами, що відбуваються в гравітаційному полі в результаті циклічної роботи газосховища.

Ключові слова: газосховище; гравіметричний моніторинг; поправка; пластова система; Дашавське підземне сховище газу.

Вступ

Підземне зберігання газу має вже майже столітню історію. Підземні сховища газу (ПСГ) є невід'ємною частиною системи газопостачання та газотранспортування України. На даний час в Україні діє 12 ПСГ, із загальною активною місткістю понад 32 млрд.м³ газу, або 21,3 % від загальноєвропейської активної ємності. Тому актуальною є необхідність отримання достовірної інформації що до геолого-технологічних особливостей будови кожного конкретного газосховища та змін які відбуваються під час експлуатації.

Виконання гравітаційного моніторингу є одним із інструментів, який може охарактеризувати загальний стан роботи ПСГ, оскільки зміна кількості газу у пластовій системі газосховища призводить до зміни густини породи резервуара, а із зміною останньої пов'язана зміна гравітаційного поля на поверхні над газосховищем. Незважаючи на те, що вказані зміни є досить незначними вони можуть бути зафіксовані в результаті проведення повторних високоточних гравіметричних спостереженнями із залученням сучасних цифрових гравіметрів Scintrex CG-5.

Розглянемо деякі попередні результати проведення гравітаційного моніторингу за станом та експлуатацією підземних сховищ газу на прикладі Дашавського ПСГ.

Основні труднощі при гравітаційному моніторингу за Дашавським ПСГ пов'язані із незначною величиною гравітаційного ефекту від періодичного закачування та викачування природного газу із газосховища, який ставить 0.0028 мГл і був розрахований на основі створеної петрофізичного та промислової моделі шляхом розв'язку прямої задачі гравірозвідки для кожного із етапів експлуатації ПСГ (рис. 1).

Для отримання в польових умовах подібного аномального ефекту слід при обробці польових гравіметричних спостережень максимально врахувати всі фактори, які можуть створювати завади а також привести всіх вимірів до спільних умов реєстрації гравіметричних даних шляхом введення відповідних поправок у виміряне гравітаційне поле.

Питаннями впливу на гравітаційне поле чинників, які безпосередньо не пов'язані зі змінами у геологічному середовищі, в різний час займалися: Азаров С.С., Пришивалко А.І., Бровар В.В., Вихирев Б.В., Дзулит П.Д. Серкерев С.А. та ін.

Об'єкт дослідження

Так, виходячи із аналізу вказаних досліджень, до найбільш важливих зовнішніх (не геологічних) чинників, які впливають на величину вимірюваного гравітаційного поля, слід віднести зміну рівня ґрунтових вод.

На території Дашавського ПСГ розташовані два приповерхневі водоносні горизонти: неогеновий і четвертинний, що залягають на глибині 0,5-18 м. від поверхні рельєфу.

В межах Дашавського ПСГ дослідження за рівнем ґрунтових вод виконувалося спеціалістами ТОВ-НПП „Укргазгеоавтоматика”, починаючи з 2006 року і до теперішнього часу. Саме ці дані були використані для подальших розрахунків гравітаційного ефекту, пов'язаного із змінами рівня ґрунтових в періоди моніторингових досліджень за гравітаційним полем.

Гравітаційний ефект від зміни рівня ґрунтових вод

Вплив зміни рівня ґрунтових вод на величину сили тяжіння можна оцінити по відомій формулі матеріального горизонтального диску.

$$\Delta g = 2\pi G\sigma h[1-z/(R^2+z^2)^{1/2}], \quad (1)$$

де h – товщина диску (величина зміни рівня ґрунтових вод в метрах); z – глибина його залягання (глибина до поверхні ґрунтових вод у метрах); σ – густина (різниця між густиною водо насиченої і умовно сухої породи у грамах на сантиметр кубічний); R – радіус диска (величина горизонтального простягання зафіксованих змін у величині рівня ґрунтових вод у метрах), G – універсальна гравітаційна стала - 0.006673.

В якості вхідних даних для розрахунку (1) були використані результати трьох серій моніторингових гравіметричних досліджень, які виконувались в нейтральні періоди між закачуванням та відбором газу (табл. 1).

Таблиця 1

Гравіметричні моніторингові дослідження на Дашавському ПСГ

Номер серії	Період виконання гравіметричної зйомки	Стан пластової системи ПСГ
1	Червень 2012 р.	Виснаження
2	Жовтень 2012 р.	Заповнення
3	Травень 2013 р.	Виснаження

Використовуючи формулу 1 всі гравіметричні виміри були приведені до умов рівня ґрунтової води на момент проведення 1 серії гравіметричних спостережень.

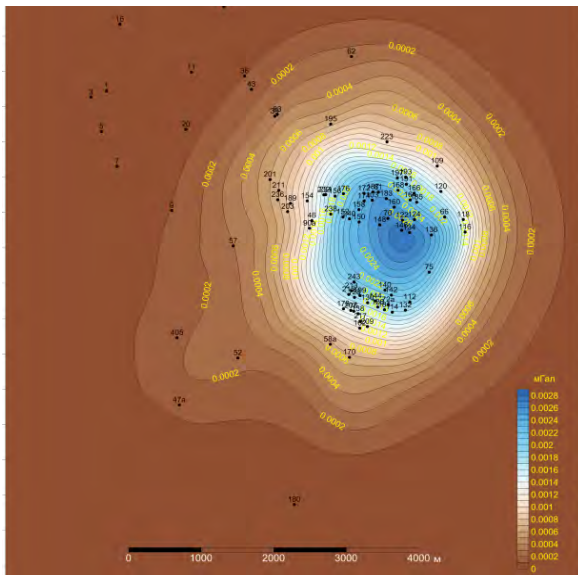


Рис. 1. Гравітаційний ефект від циклічного закачування та викачування природного газу із Дашавського ПСГ

На рис. 2 представлені карти зміни виміряного гравітаційного поля в редуції Буге від серії до серії (верхні частина рисунка – поле без врахування поправки за зміну ґрунтових вод; нижня – з врахуванням цієї поправки). Карти побудовані за даними гравіметричних вимірів, які проводились на жорстко закріплених бетонними тумбами точках каркасної мережі. Метод інтерполяції - крігінг, крок регулярної сітки 50 м.

Як видно з рис. 2 введення поправки за зміну рівня ґрунтових вод змінює характер гравітаційного поля, особливо для карти відхилення між другою та першою серіями гравітаційного моніторингу.

Гравітаційний ефект від зміни температури, тиску та вологості повітря

За даними досліджень багатьох авторів [Серкоров, 2006] зміна маси повітря, спричинена змінами температури, тиску та вологості зумовлює варіації значень гравітаційного поля, які пов'язані із зміною маси повітря над пунктом спостереження. Для виключення цих варіацій необхідно приводити всі спостереження до нормальних умов шляхом введення відповідних поправок.

Поправка за зміну атмосферних умов – це розрахунок надлишкового гравітаційного ефекту що створюється плоскопаралельним шаром атмосферних мас товщиною h м з атмосферними характеристиками, відмінними від нормальних.

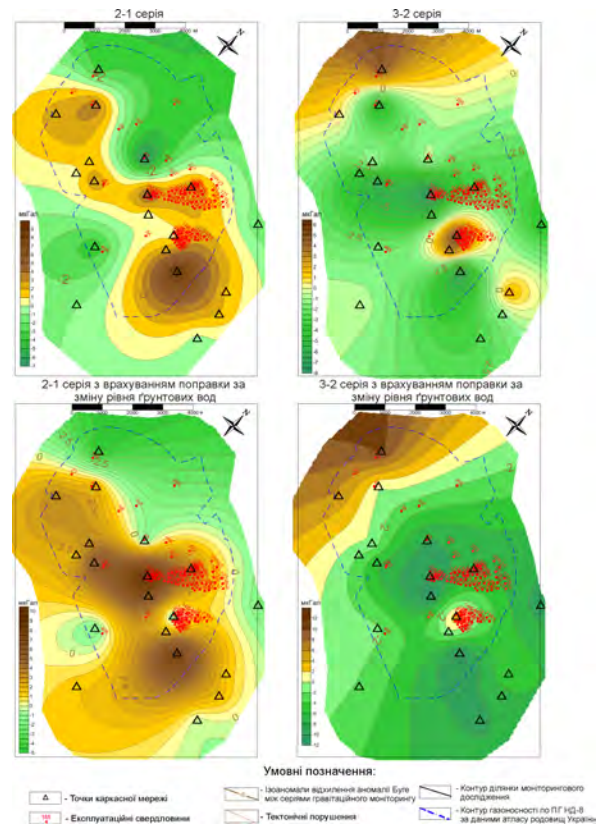


Рис. 2. Карти зміни виміряного гравітаційного поля в редуції Буге та вплив на результати спостережень поправки за зміну рівня ґрунтових вод

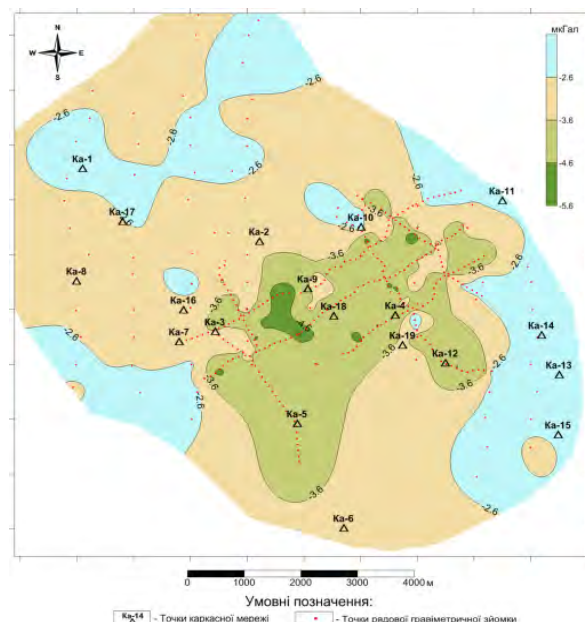


Рис. 3. Розраховані поправки за зміну атмосферних умов

Величина гравітаційного ефекту від атмосферних мас розраховувалась по відомій формулі для плоскопаралельного шару

$$\Delta g_{atm} = 0,0419 \cdot \frac{\sigma_{atm}}{1000} \cdot h, \quad (2)$$

де Δg_{atm} - величина гравітаційного ефекту (мГал); σ_{atm} – розрахована густина атмосферної маси (кг/м³); h – товщина стовпа атмосферної маси (м).

З метою врахування варіації за зміну атмосферних умов при виконанні моніторингових гравіметричних досліджень на Дашавському ПСГ додатково до гравітаційних спостережень проводились виміри атмосферного тиску, температури та вологості повітря.

На рис. 3 наведена карта поправок для точок площинної та профільної гравіметричних зйомок для 3 серії гравіметричних спостережень. Як видно, величини розрахованих поправок змінюється від 2 до 5 мГал, що є співрозмірним із величинами гравітаційного ефекту від зміни густини газонасиченої породи і їх треба враховувати при первинній обробці високоточних гравіметричних спостережень.

Висновки

Наведений в статті аналіз особливостей технології гравітаційного моніторингу за станом та

експлуатацією підземних сховищ газу та виконанні розрахунки для умов Дашавського ПСГ продемонстрували, що при проведенні моніторингу необхідно враховувати вплив на гравітаційне поле таких факторів як рівень ґрунтових вод та атмосферних умов, які включають температуру, вологість і тиск, які безпосередньо не пов'язані із змінами у пластовій системі газосховища, але створюють гравітаційні ефекти співрозмірні із ефектами від закачування і викачування газу.

Література

- ДГП „Укргеофізика”. Звіт зі створення постійно діючої геолого-технологічної моделі Дашавського ПСГ за результатами проведення детальної високороздільної 3Д сейсмозв'язки та переінтерпретації даних свердловин в сучасних програмних комплексах . – Київ, 2011.
- Серкерев С. А. Гравиразведка и магниторазведка в нефтегазовом деле – М.: „Нефть и газ” РГУ нефти и газа им.И. М. Губкина, 2006. – С. 315-318.
- ТОВ-НПП „Укргазгеоавтоматика”. Звіт по роботах з проведення газогеохімічних та гідрогеологічних досліджень на підземних сховищах газу ДК „Укртрансгаз” (УМГ „Львівтрансгаз). – Харків., 2011. – С 75-78.

ВЛИЯНИЕ НА ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД И АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ДАШАВСКОГО ПОДЗЕМНОГО ГАЗОХРАНИЛИЩА

А.Ю. Трачук, А.П. Петровский

Приведены результаты анализа влияния на измеренные значения гравитационного поля атмосферных условий регистрации и уровня грунтовых вод при выполнении гравитационного мониторинга за состоянием и эксплуатацией Дашавского подземного хранилища газа. Рассмотрена модель и рассчитаны величины влияния внешних условий на повторные гравиметрические измерения по сравнению с изменениями, происходящими в гравитационном поле в результате циклической работы газохранилища.

Ключевые слова: газохранилище, гравиметрический мониторинг, поправка, пластовая система, Дашавское подземное хранилище газа.

SENSITIVITY OF GRAVITY DATA TO LEVEL OF GROUND WATERS AND ATMOSPHERIC CONDITIONS: CASE STUDY FOR THE DASHAVA GAS STORAGE

A.Y. Trachuk, O.P. Petrovsky

Results of computing of correction for change of atmospheric conditions and changes on ground water level to gravitational field are presented due to providing of gravitational monitoring of condition and exploitation of Dashavian UGS. Magnitude of influence of external conditions to time-lapse gravimetric observations are evaluated compared to changes which are occurred in gravitational field as a result of cyclic operation of gas storage.

Key words: gas storage, gravitational monitoring, correction, reservoir system, Dashava UGS.