

## SECTION XXV. ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

DOI 10.36074/logos-01.10.2021.v2.30

### ГЕОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ ТА ПОБУДОВА ФАКТИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПІДЛОГИ РЕЗЕРВУАРУ

ORCID ID: 0000-0001-7800-8166

Яковенко Михайло Сергійович

аспірант кафедри геоінформатики і фотограмметрії

*Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА)*

завідувач лабораторії, інструментальних та інженерно-геодезичних досліджень  
деформацій будівель і споруд

*ДП Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій (НДІБК)*

УКРАЇНА

Резервуар – інженерна споруда що має форму подібну до циліндра виготовлена зі збірних металевих конструкцій та влаштована на залізобетонному фундаменті. Об'єкт дослідження (резервуар) збудований за індивідуальним проектом та має наступні габарити: висота 10 432 мм, діаметр 24 751мм, об'єм 5000 м<sup>3</sup>, (рис 1А). Резервуар призначений для зберігання рідини – аміаку, що використовується для виготовлення мінеральних добрив (аміачної селітри).

Необхідність проведення досліджень виникла внаслідок аварії та нечисленної втрати рідини. Для встановлення причин виникнення аварії співробітникам НДІБК довелося провести ряд досліджень та вивчень ймовірних чинників що могли вплинути на технічний стан споруди (резервуару).

За темою дослідження моніторинг деформацій інженерних споруд, будівель, ґрунтових масивів інженерно-геодезичними методами опубліковано низку робіт. Розглянуто основні види деформованого стану інженерних споруд, проблему моніторингу ґрунтових масивів[1]. Створено порівняльну таблицю методів за основними критеріями таким як: спосіб, пристрої, об'єкт моніторингу, деформації, точність, можливість отримання результатів дистанційно в режимі реального часу, форма подачі результатів геодезичного моніторингу поділяється на числову та графічну. Проведено аналіз переваг та недоліків, можливого поєднання методів з метою підвищення інформативності, точності і універсальності [2]. Наведено основні методи геодезичного моніторингу деформацій споруд у складних інженерно-геологічних умовах[3]. Проведено моделювання напружено-деформованого стану зсувних ґрунтів прямим та динамічним методом на основі програмного забезпечення PLAXIS [4]. Проведено аналіз мікросейсмічного впливу природного походження в сейсмічній зоні передгір'я Карпат на залізничні споруди, результати дослідження представлені на конференції Geoinformatics 2021 [5].

Основною метою дослідження було вивчення характеру деформацій фундаментів та підлоги резервуару, а також встановлення причини руйнування. Одним з етапів вивчення являлися геодезичні роботи, а саме геометричне нівелювання та побудова фактичної поверхні підлоги відносно горизонтальної площини.

Сенс роботи базується на припущенні, що за проектом фундамент резервуару розташовано в одній горизонтальній площині, тобто кожна з точок фундаменту повинна мати однакове висотне положення.

Для визначення нерівномірності висотного положення площини підлоги резервуару застосовано метод нівелювання. Для виконання вимірювань висотного положення конструкцій використовувався високоточний нівелір SDL-30 виробництва фірми «Sokkia» та кодової рейки, точність зйомки  $\pm 1$  мм.

Умовна площина проходить через найвищу точку фундаменту – точку із позначкою  $\pm 0$  (умовний нуль). За результатами нівелювання визначено відмітки підлоги та фундаментів. Для визначення відхилень від горизонталі (умовної горизонтальної площини)  $\Delta H$  використовувалась формула (1), після було побудовано фактичну площину резервуару, (рис 1Б).

$$\Delta H = H_i - H_{\text{макс}} \quad (1)$$

де:  $H_i$  – відмітка поточної точки;

$H_{\text{макс}}$  – відмітка найвищої точки (умовний нуль).

Фактичне висотне положення підлоги та фундаментів резервуару представлено перерізами площин (рис 2 Б) через кожні 15 мм.

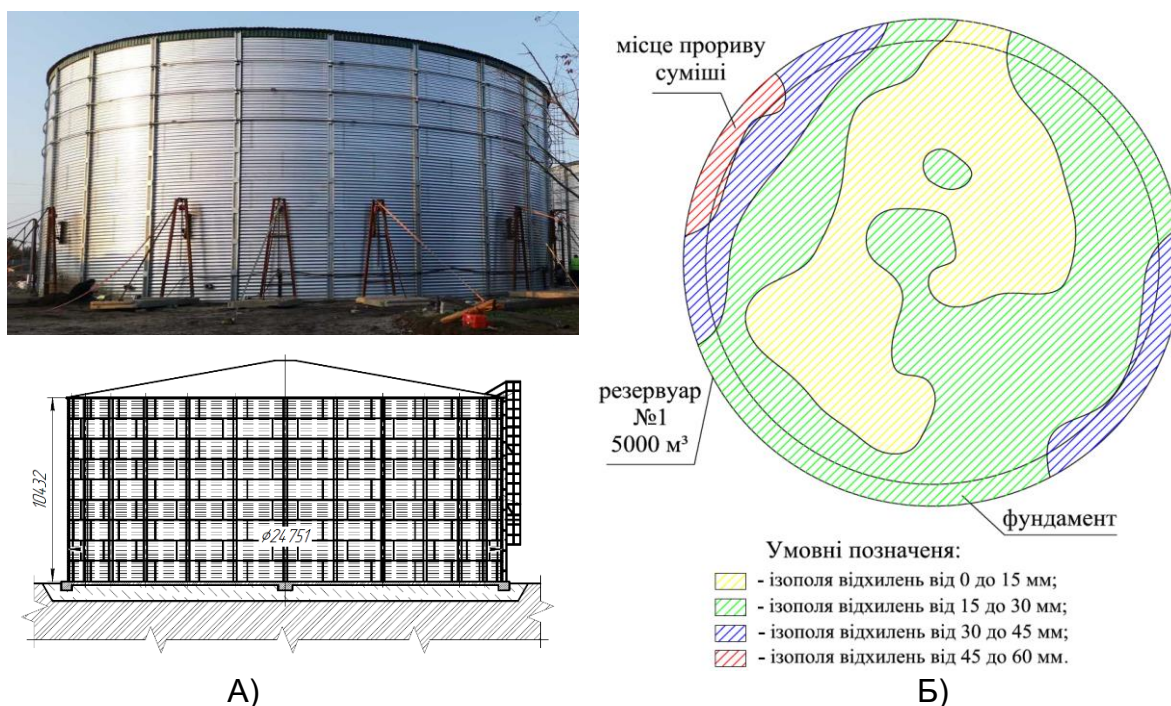


Рис. 1. А) – Загальний вигляд та розріз резервуару для зберігання рідини;  
 Б) – Результати зйомки визначення відхилень від горизонтальної площини точок фундаменту і підлоги резервуару

За результатами зйомки було прокладено ізолінії що утворили ізополя, ізополе - це інтервал відміток, наприклад, від 0 до -15 мм. Ізополя будуються для наглядності ситуації та розуміння положення заявлених точок по вертикалі з урахуванням планового положення. Вертикальне положення підлоги та фундаментів резервуару простягнулося в діапазоні відміток від 0 до -60мм та було розділено на чотири інтервали (ізополя). В центрі резервуару зосереджено два найбільших ізополя з інтервалами від 0 до 15мм та від 15 до 30 мм. Відхилення від 30 до 45мм зосереджені з боків резервуару. Максимальні відхилення від 45 до 60мм зосереджені в місці прориву рідини. За результатами

геодезичної зйомки було визначено місце шурфування для відбирання зразків ґрунту та лабораторних досліджень.

**Висновки.** За результатами проведення комплексу робіт було встановлено:

- максимальне відхилення зосереджено локально та викликано незапланованим ущільненням ґрунту в процесі експлуатації, що являється недопустимим;

- ущільнення ґрунту викликане неякісним виконанням зворотної засипки ґрунту перед влаштуванням фундаментів;

- додатково шурфування було виконано ще в трьох місцях (навпроти прориву та на 90° ліворуч і праворуч), лабораторні дослідження підтвердили, що коефіцієнти ущільнення ґрунту прямо пропорційні до величин відхилення від умовної горизонтальної площини в місцях шурфування.

### Список використаних джерел:

- [1] Yakovenko, M., & Nesterenko, E. (2019). Огляд видів геодезичного моніторингу деформацій будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*, (55), 341–350. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.341-350>
- [2] Yakovenko, M., & Nesterenko, E. (2020). АНАЛІЗ МЕТОДІВ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЕФОРМАЦІЙ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД ТА ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*, (56), 345–363. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.56.345-363>
- [3] Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., & Ben, I. (2020). Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та будівництво*, 25(3), 13-25. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>
- [4] Tytarenko, V., Shuminskiy, V., Dombrovskiy, Y., Sirenko, A., Yakovenko, M., & Kaliukh, I. (2020, December). An impact of dynamic loading on the slopes in the Carpathian region of Ukraine. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020»* (Vol. 2020, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20205761>
- [5] Shokarev, V., Syvko, I., Shokarev, E., Shokarev, A., & Yakovenko, M. (2021, May). Railway retaining walls under dynamic loading in the Carpathians foothill. In *Geoinformatics* (Vol. 2021, No. 1, pp. 1-6). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521004>