

УДК 624.131: 550.38

## НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ БУРОВОГО ЗОНДУВАННЯ В ПРАКТИКУ ІНЖЕНЕРНИХ ВИШУКУВАНЬ НА МІСЯЦІ

Іжак Владислав<sup>1</sup>, студент; Ульянов Василь<sup>2</sup>, асист.;

Горlach Сергій<sup>3</sup>, к. т. н., доц.

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

[1 nni0531@gmail.com](mailto:nni0531@gmail.com); [2 kovba.vladyslav@pdaba.edu.ua](mailto:kovba.vladyslav@pdaba.edu.ua);

[3 serg.gorlach@ukr.net](mailto:serg.gorlach@ukr.net)

**Постановка проблеми.** У роботі обґрунтовується необхідність застосування бурового зондування для визначення властивостей місячного реголіта. Такий ґрунт, у великій кількості, зустрічається у верхньому шарі геологічного розрізу супутника Землі.

**Мета дослідження.** Програма будівельного освоєння Місяця, в рамках створення місячних баз, потребуватиме проведення повномасштабних інженерних досліджень. Проте для цього, враховуючи особливості проведення таких робіт за межами земної атмосфери, необхідні не лише нові методи, а й нове спеціалізоване обладнання, до того ж здатне працювати в діапазоні температур від -150 до +150 °С.

**Результати дослідження.** Особливістю проведення польових робіт на Місяці може стати визначення властивостей товщі місячного ґрунту. Верхня частина ґрунтового розрізу представлена реголітом, який характеризується шаруватою будовою. Він покриває всю поверхню в результаті падіння метеоритів.

Земним аналогом, принаймні у верхній частині розрізу, віддалено можуть бути т.зв. вулканогенні та вулканогенно-уламкові ґрунти. Середня потужність місячного реголіту коливається від 4 до 10 м, а подекуди можливо і більше. Виходячи з цих даних і фізико-механічних властивостей самого реголіту, якщо не брати до уваги особливо заглиблені споруди, глибина в 12–15 м може бути достатньою для проведення інженерних досліджень під поверхневі об'єкти місячних баз.

Серед проведених, до теперішнього часу, вишукувальних робіт, докладно описані бурові роботи, зондування (пенетрація) та георадарні дослідження [1–4]. Найімовірніше, саме ці методи і будуть спочатку застосовані під час масштабних досліджень на місячній поверхні. Комбіноване буріння свердловин (в т.ч. і порожніми шнеками з відбором керна) і георадіолокація поки не зустріли особливих технічних труднощів у місячних умовах. Але як і у земних умовах, співвідношення власне буріння (особливо з відбором проб) з іншими видами польових робіт, наприклад із зондуванням, на Місяці також може бути однаковим.

Обсяги зондування і тут, ймовірно, будуть значно більшими. Але в місячних умовах статичне зондування і пенетрація, тим більше на глибину до 15 м, можуть зустріти неабиякі труднощі, причому як через властивості самого реголіту, особливо з великоуламковими включеннями, так і через конструктивні особливості зондувальних установок. Таким чином, крім перерахованих вище методів зондування для досліджень місячних ґрунтів є сенс розглянути й інші, в т. ч. метод т. зв. бурового (буро-шнекового) зондування.

На Землі метод бурового зондування, при оцінці властивостей ґрунтів, практично не застосовується у вітчизняній та зарубіжній практиці, незважаючи на його широке використання під час шнекового буріння свердловин. У 2015 році Євросоюз ухвалив стандарт EN ISO 22476:2014. Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 15. Measurement while drilling, у якому регламентується контроль процесу буріння інженерно-геологічних свердловин з реєстрацією параметрів буріння [5–8].

Сучасне бурове (буро-шнекове) зондування має низку переваг перед іншими методами польових випробувань ґрунтів, у тому числі і перед статичним та динамічним зондуванням. До основних переваг слід віднести:

- значну глибину досліджень;
- високу захищеність засобів вимірювання (датчики не занурюються в ґрунт і не страждають від зіткнень із твердими включеннями – щебенем, галькою);
- можливість виділення шарів ґрунту, у тому числі прошарків потужністю менше 0,5 м;
- можливість визначення модуля деформації всіх ґрунтів.

Технічні засоби для бурового зондування містять бездротовий блок датчиків, що закріплюється стандартним чином на приводі бурової установки, та вимірювально-інформаційну систему із низки датчиків (сили вертикального навантаження, моменту обертання, поступального просування колони шнеків, модуля посилення сигналів, тощо). Але в місячних умовах це обладнання має бути пересувним, портативним, енергонезалежним і працювати або повністю в автоматичному режимі, або керуватися дистанційно.

**Висновки.** Таким чином, при розробці обладнання для проведення інженерних досліджень на Місяці, метод бурового (буро-шнекового) зондування верхньої частини розрізу може стати одним з основних.

#### Список використаних джерел

1. Apollo Lunar surface drill (also). Final report. Martin Co, Baltimor MD, 1968. URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19690002958/downloads/19690002958.pdf>
2. Familiarization and Support Manual for Apollo Lunar Surface Drill. MCR-71-35. Iss. 3. 30 August 1971. Martin Marietta Corp., Denver CO. URL: <https://history.nasa.gov/alsj/alsj-Drill.html>
3. Kribs D. A. Familiarization and support manual for Apollo Lunar Surface Drill (ALSD), 1968. URL: <https://repository.hou.usra.edu/handle/20.500.11753/676>.
4. URL: <http://byrim.com/burenie/13.html>.
5. EN ISO 22476:2014. Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 15. Measurement while drilling.
6. Cardu M., Oreste P., Pettinau D., Guidarelli D. Automatic measurement of drilling parameters to evaluate the mechanical properties of soils. *American Journal of Applied Sciences*. 2013. № 10 (7). Pp. 654–663.
7. Teale R. The concept of specific energy in rock drilling. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech.* 1965. № 2. Pp. 57–73.
8. ASTM D 6151. Standard Practice for Using Hollow-Stem Augers for Geotechnical Exploration and Soil Sampling.