

УДК 624.15

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.271224.123.1119

ЗАСТОСУВАННЯ ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ОСНАЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗСУ

РУДІН А. А.^{1*}, *асп.*,

НЕСЕВРЯ П. І.², *канд. техн. наук, доц.*

^{1*} Кафедра технології будівельного виробництва, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-76, e-mail: aconicus@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4215-3884

² Кафедра технології будівельного виробництва, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-76, e-mail: nesevrya.pavlo@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

Анотація. Постановка проблеми. Для визначення можливості переміщення військової техніки у різних польових умовах особливої уваги потребує оперативний контроль ґрунтової основи. Одним із методів досліджень властивостей та структури ґрунту є метод статичного або динамічного зондування, який може бути реалізовано за допомогою такого портативного приладу як пенетрометр. Важливою особливістю методу зондування є визначення в польових умовах меж розташування ґрунтових шарів, а також проведення оцінки ступеню однорідності ґрунту, як непрямой ознаки його основних фізико-механічних властивостей. Даний метод досліджень дозволяє провести оперативну оцінку несучої здатності ґрунтової основи не тільки з точки зору прохідності важкої техніки, але і для визначення умов та можливих трудовитрат для влаштування фортифікаційних споруд, які пов'язані із земляними роботами і відповідно залежать від ґрунтових умов майданчику. Стаття присвячена темі використання як портативних ручних пенетрометрів так і варіантів на гідравлічному приводі, які застосовуються для оснащення спеціальних машин інженерних підрозділів армій різних країн. Також визнана необхідність власного виробництва таких пристроїв та їхнього оснащення відповідних підрозділів ЗСУ для оперативного контролю якості ґрунтової основи в польових умовах.

Наукова

новизна і практична значимість. Визнана необхідність оснащення пенетрометрами спеціальних інженерних машин Збройних сил України, а також деяких ракетних установок. **Висновки.** На основі аналізу досліджень можна зробити висновок про перспективність та необхідність застосування методу зондування ґрунтової основи в інженерних підрозділах Збройних сил України та необхідність розробки, виробництва та оснащення військової техніки портативними пенетрометрами, що дозволить виконувати оперативний аналіз стану ґрунтової основи в польових умовах.

Ключові слова: зондування; дослідження ґрунтів; військова інженерна техніка

APPLICATION OF PROBING FOR THE EQUIPMENT OF ENGINEERING UNITS OF THE AFU

RUDIN A.A.^{1*}, *Postgrad. Stud.*,

NESEVRYA P.I.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

^{1*} Department of Construction Technology, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056)-756-34-76, e-mail: aconicus@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4215-3884

² Department of Construction Technology, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056)-756-34-76, e-mail: nesevrya.pavlo@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

Abstract. Problem Statement. To assess the mobility of military equipment in various field conditions, special attention is required for the rapid monitoring of soil foundations. One effective method for studying soil properties and structure is static or dynamic probing, which can be performed using a portable device such as a penetrometer. A key advantage of the probing method is its ability to determine the location of soil layers in field conditions and to evaluate soil homogeneity, which indirectly reflects its main physical and mechanical properties. This method provides an expedient assessment of the soil's load-bearing capacity, not only in terms of heavy equipment passability but also to estimate the conditions and labor requirements for constructing fortifications, which depend on the site's soil conditions. The article focuses on the use of both portable handheld penetrometers and hydraulic-driven options that are used to equip special engineering vehicles in the armies of various countries. Additionally, the need for domestic

production of such devices and their equipping in the relevant units of the Armed Forces of Ukraine (AFU) for the operational control of soil foundation quality in field conditions has been recognized. **Scientific Novelty and Practical Significance.** The study identifies the need for penetrometers in specialized engineering vehicles of the Armed Forces of Ukraine, as well as for certain missile systems. **Conclusions.** Based on the research analysis, it is concluded that there is significant potential and necessity for applying soil probing methods within the engineering units of the Ukrainian Armed Forces. Furthermore, the development, production, and deployment of portable penetrometers for military equipment would enable rapid analysis of soil conditions in field environments.

Keywords: *probing; soil investigation; military engineering equipment*

Проблема. До недавнього часу відносно маловідомою сферою застосування динамічного та статичного зондування, зокрема й малогабаритних ручних забивних зондів, була військова сфера. Спорудження об'єктів польової фортифікації неможливе без дослідження властивостей ґрунтів. Особливо затребувані для використання в бойових умовах так звані «експрес-методи», до яких можна віднести дослідження ґрунтів за допомогою ручних малогабаритних пристроїв.

Окрім того для оперативної польової перевірки прохідних шляхів військова техніка потребує портативних рішень щодо контролю якості ґрунтової основи.

До 1991 року в Україні питанням інженерного обладнання бойових позицій та прохідності доріг для важкої техніки приділялося велике значення під час підготовки майбутніх військових інженерів у навчальних закладах. Але згадки про пенетрометри різних типів, які використовуються в арміях різних країн, зустрічаються лише в спеціалізованих виданнях.

Метою даної роботи є визначення важливості практичного застосування методу зондування ручними малогабаритними пристроями у військовій сфері.

Аналіз публікацій. Військові підрозділи сучасних армій світу вже тривалий час активно використовують різні модифікації установок для зондування і передусім динамічного. Для визначення міцності ґрунту в польових умовах, в інженерних частинах армії США (рис. 1, 2) в даний час використовуються вдосконалені конусні твердоміри (пенетрометри), які також можуть бути відкалібровані для визначення щільності снігу, наприклад, для будівництва аеродромів у зимових умовах [1; 2].



Рис. 1. Застосування пенетрометрів інженерними підрозділами армії США для контролю ґрунтової основи



Рис. 2. Застосування пенетрометрів інженерними підрозділами армії США при будівництві злітно-посадкової смуги

В армії США для визначення несучої здатності ґрунту та оцінки придатності місцевості для пересування застосовується так званий конусний показник RCI (Rating Cone Index), який визначається за допомогою конусного пенетрометра. Збройні сили США та Великої Британії накопичили великий досвід використання конусного пенетрометра та вимірювання показника RCI для різних типів ґрунтів [3–8].

Зокрема в США існують портативні моделі динамічних зондів для роботи з яким достатньо одного оператора, такі як наприклад DCP Model K100 M (рис. 3) виробництва Kessler Soils Engineering Products Inc. Company та S-222 компанії

DGSI Durham Geo Slope Indicator (рис. 4), що робить їх особливо зручними у використанні.



Рис. 3. Робота оператора з пенетрометром DCP Model K100 M



Рис. 4. Пенетрометр S-222

Також практичного застосування набули цивільні моделі пенетрометрів для контролю ґрунтової основи майданчику нового будівництва або вже збудованих споруд та при дорожньому будівництві (рис. 5).



Рис. 5. Використання динамічного пенетрометра в цивільній сфері будівництва.

Наукові роботи, в яких детальному теоретичному та експериментальному аналізу піддавалися різні дистанційні забивні зонди (пенетрометри), що використовуються у військовій справі проводились у незначній кількості. Зокрема інформація про пенетрометри різних типів, які

використовують в іноземних арміях, зустрічається лише у вузькоспеціалізованих виданнях.

До 1991 року для розвідки прохідності маршрутів і колонних шляхів інженерні підрозділи використовували ручний пенетрометр РП-1 з глибиною зондування до 0,6 м і зусиллям вдавлювання до 50 кгс. Час, витрачений на одне вимірювання, становив 1 хвилину при темпі ведення розвідки важкопрохідних ділянок до 500 м/год.

Після 1991 року на території України в арсеналі інженерних підрозділів армії також використовуються портативні забивні зонди-пенетрометри. Вони застосовуються для оцінки несучої здатності ґрунтів, тобто за їх допомогою визначають, чи витримає ґрунт у даній місцевості вагу бойової техніки (танків, тягачів, ракетних установок), чи зможуть вони проїхати в цих умовах або навіть обладнати бойову позицію. Зокрема, на озброєнні інженерних підрозділів армії основного противника Збройних сил України знаходяться зразки ракетної техніки, до складу обладнання яких штатно входять пенетрометри різних типів.

До недавнього часу для визначення характеристик ґрунту такі машини комплектувалися ручними забивними пенетрометрами масою 23 кг, робота з яким вимагала значних фізичних зусиль. Однак більш сучасні розробки були вперше штатно оснащені пенетрометром іншого типу на базі гідравлічного приводу. Контейнер з пенетрометром закріплений зовні над бампером у передній частині кабіни, праворуч від водія (рис. 6). У контейнері розташовано гідравлічний привід і манометр. Військовослужбовець прикручує до штоку привода довгу штангу з наконечником спеціальної форми на кінці і впирає її в ґрунт. Після цього він вмикає гідравлічний привід, який повільно вдавлює штангу в ґрунт. Показання відображаються на панелі приладів, розміщеній всередині контейнера, що дозволяє оцінити ґрунтову основи для пересування та подальшого розгортання військової техніки, враховуючи її значну вагу та зміну ґрунтових умов внаслідок регулярного переміщення або погодних умов, які впливають на властивості ґрунту.



Рис. 6. Варіант кріплення контейнера пенетрометра в передній частині кабіни водія

Результати досліджень. На даний момент, в процесі розвитку військової потужності Збройних Сил України, також зростає необхідність оснащення інженерних підрозділів пенетрометрами різних типів. Окрему увагу слід приділити ракетним комплексам.



Рис. 7. Пускова установка Грім-2 (ОТРК «Сапсан») на військовому параді м. Київ, 2018

Гідравлічною пенетраційною установкою може бути обладнана пускова установка ракетного комплексу «Грім-2» або його подальші, більш потужні аналоги

(рис. 7). Можливе оснащення такою пенетраційною установкою однієї з машин забезпечення комплексу РК-360МЦ «Нептун», разом із забивними зондами або техніки їх супроводу та забезпечення.

Однак у цьому питанні існує низка задач, які потребують вирішення і одна з них – практично повна відсутність вітчизняного серійного виробництва установок для зондування ґрунтів, як статичного, так і динамічного. Винятком може бути створений ручний забивний зонд ЛДАТЕ [9], який, за рахунок незначної модифікації, може бути запропонований для оснащення інженерних частин ЗСУ. Зонди такого типу можуть бути також затребувані під час будівництва фортифікаційних споруд.

Висновки

На даний момент, у процесі розвитку військової потужності Збройних Сил України, також зростає необхідність оснащення та модернізації інженерних підрозділів. Окрему увагу слід приділити розвитку устаткування власного виробництва на території України, оскільки наразі майже повністю відсутні установки серійного виробництва для зондування ґрунтів, як статичного, так і динамічного. Це стосується і малогабаритного обладнання. Таким чином в умовах активних бойових дій ситуація з обладнанням для зондування ґрунтів потребує оперативного вирішення для якісного інженерного забезпечення військових підрозділів Збройних Сил України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. US Army TOE Devel Guide. TOE NO 05423C000. Headquarters Department of the Army, Washington DC, 5. August, 1999.
2. Ernest S. Berney I. V., Jami Lynn Daugherty, Lulu Edwards. Validation of the Automatic Dynamic Cone Penetrometer. US Army Engineer Research and Development Center. Report ERDC/GSL TR-22-16. 2022. URL: <http://dx.doi.org/10.21079/11681/44704>
3. Rowland D. und Peal J. W. Soft Ground Performance Prediction and Assessment for Wheeled and Tracked Vehicles. *Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, Grossbritannien*. № 205/75.
4. Rowland D. A Review of Vehicle Design for Soft Ground Operation. *Proceedings of the International Society of Terrain-Vehicles Systems (ISTVS)*. 1975.
5. Lazminie J. C. Standards for the Mobility Requirements of Military Vehicles. *Eingeraicht beim britischen Zweig der ISTVS*. 1986.
6. Larminie J. C. Geländegangigkeit von militärfahrzeugen. *Internationale Wehrrevue*. 1988. № 4.
7. Fenwick W. B. Description and application of airfield cone penetrometer. Instruction report 7. U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Corps of engineers, Vicksburg, Mississippi, 1965.

8. Webster Steve I., Grau Richard H., Williams Thomas P. Description and application of dual mass dynamic cone penetrometer. Instruction report GL-92-3. Geotechnical laboratory Department of the army. Waterways Experiment Station. Corps of Engineers. Vicksburg, Mississippi, 1992.

9. Сєдін В. Л., Ульянов В. Ю., Бауск Є. А., Ульянов Я. В. Методика випробувань ґрунтів універсальним динамічним зондом ЛДАТЕ. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 2. С. 19–24.

REFERENCES

1. US Army TOE Devel Guide. TOE NO 05423C000. Headquarters Department of the Army, Washington DC, 5. August, 1999.

2. Ernest S. Berney I.V., Jami Lynn Daugherty and Lulu Edwards. Validation of the Automatic Dynamic Cone Penetrometer. US Army Engineer Research and Development Center. Report ERDC/GSL TR-22-16, 2022. URL: <http://dx.doi.org/10.21079/11681/44704>

3. Rowland D. and Peal J.W. Soft Ground Performance Prediction and Assessment for Wheeled and Tracked Vehicles. Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers. Grossbritannien, no. 205/75.

4. Rowland D. A Review of Vehicle Design for Soft Ground Operation. Proceedings of the International Society of Terrain-Vehicles Systems (ISTVS). 1975.

5. Larmine J.C. Standards for the Mobility Requirements of Military Vehicles. Eingeraicht beim britischen Zweig der ISTVS. 1986.

6. Larmine J.C. Geländegängigkeit von militärfahrzeugen. Internationale Wehrrevue. 1988, no. 4.

7. Fenwick W.B. Description and application of airfield cone penetrometer. Instruction report 7. U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Corps of engineers, Vicksburg, Mississippi, 1965.

8. Webster Steve I., Grau Richard H. and Williams Thomas P. Description and application of dual mass dynamic cone penetrometer. Instruction report GL-92-3. Geotechnical laboratory Department of the army. Waterways Experiment Station. Corps of Engineers. Vicksburg, Mississippi, 1992.

9. Syedin V.L., Ulyanov V.Yu., Bausk Ye.A. and Ulyanov Ya.V. *Metodyka vyprobuvan gruntiv universalnym dynamichnym zondom LDATE* [Methods of testing soils with a universal dynamic probe LDATE]. *Visnyk Prydniprovskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 2, pp. 19–24. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 15.10.2024.