

## ВЗАЄМОДІЯ ФУНДАМЕНТІВ У ВИТРАМБУВАНИХ КОТЛОВАНАХ З ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЮ ОСНОВОЮ ЗА МГЕ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В роботі за числовим методом граничних елементів (МГЕ) розв'язано контактну задачу взаємодії палі у витрамбованому котловані з розширенням у нижній частині з ґрунтовою основою та підкреслено, що таким паям властива підвищена несуча спроможність завдяки значному підвищенню міцнісних та деформативних характеристик ґрунтів ущільнених зон.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, метод граничних елементів, несуча спроможність.

**Abstract.** In the work of numerical boundary element method (BEM) contact problem solved pile interaction in rammed pit with an extension at the bottom of a ground base and emphasized that such piles characterized by increased load-carrying capacity due to the significant increase in the strength and deformation characteristics of compacted soil areas.

**Keywords:** mode of deformation, method of boundary element, load-bearing capacity.

Одним із резервів підняття ефективності пального фундаментобудування є використання раціонального типу палі, до яких відносяться набивні палі. Вони не потребують по відношенню до забивних великого розходу сталі і бетонуються у свердловинах без опалубки. Як, відомо, капітальне будівництво – одна із найбільш металоемних галузей народного господарства, а економія металу – актуальна економічна задача сьогодення.

В роботі за числовим МГЕ проведено прогноз процесу деформування віброштампованої палі з розширенням, наведеної на рис. 1, а. На рис. 1,а цифрою 1 позначено межі ущільненої зони з показником щільності сухого ґрунту  $\rho_d = 18 \text{ кН/м}^3$ ; цифрою 2 –  $\rho_d = 17 \text{ кН/м}^3$ ; 3 – розширена основа з витрамбованого щебеня; 4 – графік зміни природної щільності ґрунту  $\rho_{d \text{ np}}$ ; R1 – R5 – радіометричні свердловини. Зміна фізико-механічних і деформативних характеристик ущільнених ґрунтів, а також зміна зони розповсюдження ущільнення ґрунту навколо палі досліджувались на експериментальні ділянки при витрамбовуванні свердловини  $\ell = 5,2 \text{ м}$  за допомогою навіски до монтажного крану [1] вагою 210 кН. Діаметр свердловини зверху 1,6 м, знизу – 1м. Для створення розширеної основи було витрамбовано 22 м<sup>3</sup> щебеню.

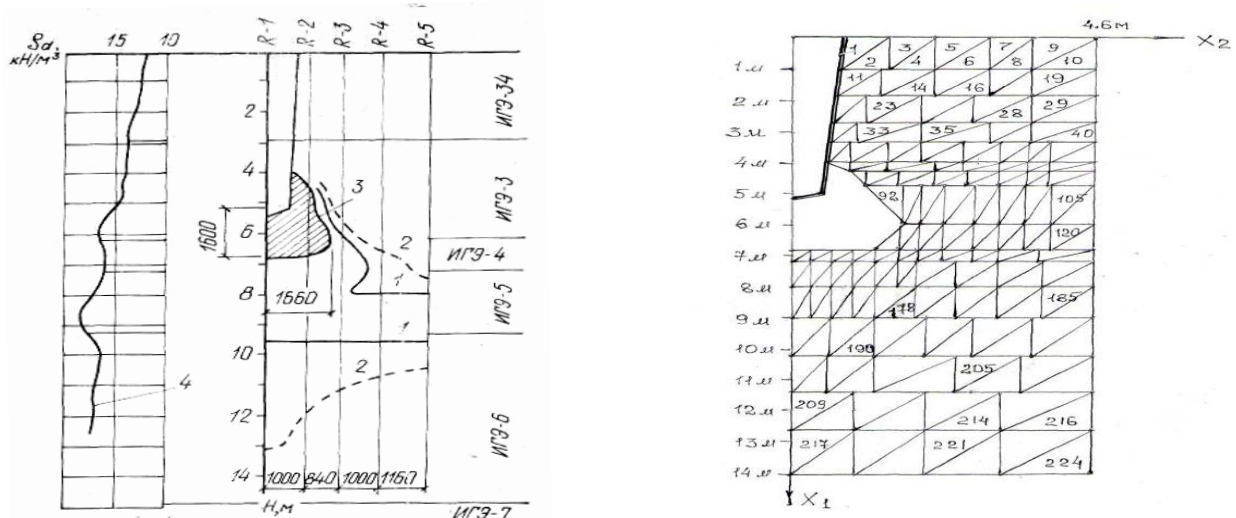


Рис. 1, а – Результати радіоізотопних досліджень ґрунтів котловану; 1, б – схема дискретизації активної зони

Зміну характеристик  $\rho, \rho_d, w, E$  після підготовки свердловини та втрамбування 22 м<sup>3</sup> щебеню виконано [1] радіоізотопними дослідженнями – вибурюванням радіометричних свердловин через 50 см, рис. 1,а. Після радіоізотопних досліджень по осі котлованів виконувались шурфи і траншеї для лабораторного визначення  $c, \varphi, E$ . Ущільнена активна зона, в якій виникають деформації ґрунту при навантаженні палі дескретизувалась 224 трикутними осередками, рис. 1,б.

В розрахунку фактор доущільнення ґрунту ураховується використанням дилатансійної теорії Ніколаєвського В. М. – Бойка І. П. [3,4]. Математичною моделлю поведінки ґрунтової основи під навантаженням є інтегральне розрахункове рівняння (1) МГЕ:

$$C_{ij}(\xi)u_j(\xi) + \int p_{ij}^*(\xi, x)u_j(x)d\Gamma(x) = \int u_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Gamma(x), \quad (1)$$

Математична модель ґрунту в роботі формувалась в рамках неасоційованого закону пластичної течії. Результати розрахунку подано на рис 2.

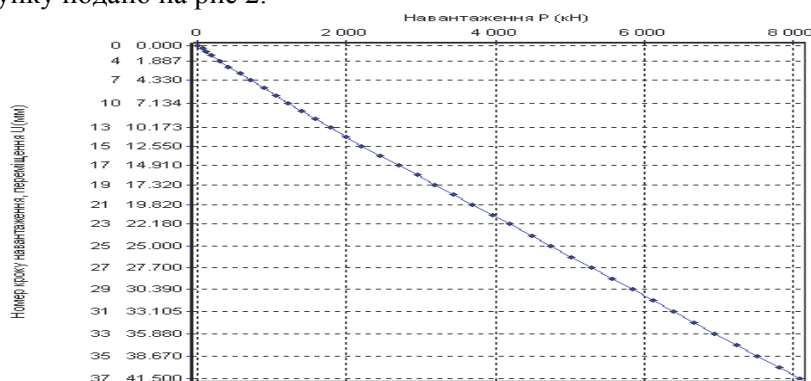


Рис.2. Графік залежності навантаження – осідання

1. Числовий експеримент підтвердив лінійний характер залежності осідання від навантаження, рис. 2. Згідно даних експерименту [1], при s=4 см, P=8070 кН. При фактичній лінійній залежності P-s.

2. На рис. 2 «зриву» палі не спостерігається, тобто несуча спроможність виштампованої палі в інтервалі навантажень P = 2000-8000 кН не вичерпується.

3. Із порівняння теоретичних і експериментальних кривих «навантаження – осідання» можна заключить, що запропонована модель задовільно описує динаміку процесу деформування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Константиновский Д.И. Совершенствование способа устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах под крупные промышленные сооружения / Д.И. Константиновский, Е.В. Третьяков. – М. : Издательство литературы по строительству. ОФМГ №6 – 1987, с 18-20.
2. Бреббия К. Методы граничных элементов / К. Бреббия, Ж. Теллес, Л. Вроубел. – М. : Мир. 1987. – 525 с.
3. Бойко І.П. Напружено-деформований стан ґрунтового масиву при побудові нових фундаментів поблизу існуючих будинків / І.П. Бойко, О. В. Сахаров // Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково - технічний збірник. – К. : КНУБА.- 2004. – Вип. 28. – С. 3-10.
4. Николаевский В.Н. Современные проблемы механики грунтов / В.Н. Николаевский // Определяющие законы механики грунтов. – М. : Стройиздат. 1975. – С. 210-227.
5. Моргун А.С. Нелінійні проблеми механіки ґрунтів / А.С. Моргун. – Вінниця; ВНТУ, 2016. – 122с.

**Моргун Алла Серафимівна** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alla@morgun.com.ua;

**Плясовиця Віталій Юрійович** – здобувач, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

**Morgun Alla S.** – Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: alla@morgun.com.ua;

**Plyasovytsya Vitaliy Y.** – applicant, Department of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University.