

ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ ЧИСЛОВОГО МЕТОДУ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДО ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОВЕДІНКИ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Область прикладання буронабивних палей – улаштування нових та підсилення існуючих фундаментів широко розповсюджена.

Однією з актуальних проблем сучасного фундаментобудування є вибір надійних основ і фундаментів висотних споруд. Проектування висотних будівель в багатьох випадках виходить за рамки нормативних документів і їх будівництво має супроводжуватись моніторингом, як основ, так і наземних споруд. Визначення осідань – кінцевий етап розрахунку, який передбачає обмеження деформацій конструкції споруди такими межами, які передбачають появу в них недопустимих для нормальної експлуатації тріщин та пошкоджень. При цьому $S \leq S_u$. В роботі проведено числові дослідження за МГЕ визначення несучої спроможності по ґрунту буро набивної палі $L = 6.85$ м, $d = 0.8$ м дев'ятиповерхової будівлі.

Ключові слова: несуча спроможність, буронабивні палі, числовий метод граничних елементів.

Abstract . The field of application of bored piles - installation of new and strengthening of existing foundations is widespread. One of the urgent problems of modern foundation construction is the choice of reliable foundations and foundations of high-rise buildings. The design of high-rise buildings in many cases goes beyond the scope of normative documents, and their construction must be accompanied by monitoring of both foundations and ground structures. Determining subsidence is the final stage of the calculation, which involves limiting the deformations of the building structures to such limits that predict the appearance of cracks and damages that are unacceptable for normal operation. At the same time, $S \leq S_u$. In the work, numerical studies were carried out according to the MBE determination of the soil bearing capacity of a bored pile $L = 6.85$ m, $d = 0.8$ m of a nine-story building.

Key words: bearing capacity, bored piles, numerical method of boundary elements.

Одним із ефективних шляхів прискорення технічного прогресу в будівництві є впровадження в практику проектування актуальних сучасних методів розрахунку. В роботі проведено числові дослідження за МГЕ визначення несучої спроможності по ґрунту буро набивної палі $L = 6.85$ м, $d = 0.8$ м дев'ятиповерхової будівлі.

Розрахункове інтегральне рівняння МГЕ, отримане К. Бреббія [3] (1) :

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + b_j &= 0 \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \\ \sigma_{ij} &= C_{ijkl} \varepsilon_{kl} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{ij}(\xi) u_j(\xi) + \int_{\Gamma} p_{ij}^*(\xi, x) u_j(x) d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} u_{ij}^*(\xi, x) p_j(x) d\Gamma(x),$$

де $\sigma_{ij,j} + b_j = 0$ – статичні рівняння рівноваги;

$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$ – геометричні рівняння;

$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$ – фізичні рівняння середовища;

u, p – шукані вектори переміщень та напружень на границі фундаментної конструкції; інтеграл по області Ω (Ω – активна зона навколо фундаментної ґрунтової основи) включає вектор пластичних деформацій ε_p ; Γ – границя дослідного об'єкта; u^*, p^* – сингулярні фундаментальні рішення Р. Міндліна, що відповідають одиничним взбуджуючим впливам в півпросторі [3,4].

Як впливає із результатів компресійних і штампових досліджень ґрунтів, вони деформують нелінійно. В дисперсних ґрунтах, відносно зміщення твердих частинок може здійснюватись лише в

умовах одночасової зміни об'єму і форми. Цей ефект перехресного впливу інваріантів T_σ і T_ϵ один на другого (одночасовість зміни об'єму і форми) названий ще у 1885 р. О. Рейнольдсом дилатанцією.

Для врахування цих реологічних властивостей в роботі використано:

–дилатансійну теорію Ніколаєвського В.М., Бойка І.П.[1,2]:

$$d\epsilon_{шар}^p = \Lambda \cdot d\gamma. \quad (2)$$

де $d\epsilon_{шар}^p$ – приріст непружних змін об'єму, що супутні зсуву; $d\gamma$ – приріст інтенсивності зсуву.

– та неасоційований закон пластичної течії [3]:

$$d\epsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{dF}{d\sigma_{ij}}, \quad F \neq f; \quad (3)$$

Граничний напружений стан ґрунту визначається в формі октаедричної теорії міцності Мізеса-Шлейхера-Боткіна [2].

В теорії пластичної течії, яка базується на принципі максимуму Мізеса, деформації не визначаються станом, що має місце в даний момент, а залежить від попередніх подій. В теорії пластичної течії поряд з повними деформаціями ϵ_{ij} розглядались незворотні пластичні ϵ_{ij}^p і пружні деформації ϵ_{ij}^e :

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}^p + \epsilon_{ij}^e \quad (4)$$

Для числового моделювання багат шарова основа (супісок, пісок середньої крупності) замінювалась еквівалентним квазіоднорідним середовищем із середньозваженими в рамках активної зони ґрунту характеристиками фізико-механічних властивостей ґрунтів. Дискретизацію активної зони ґрунту наведено на рис. 1,а.

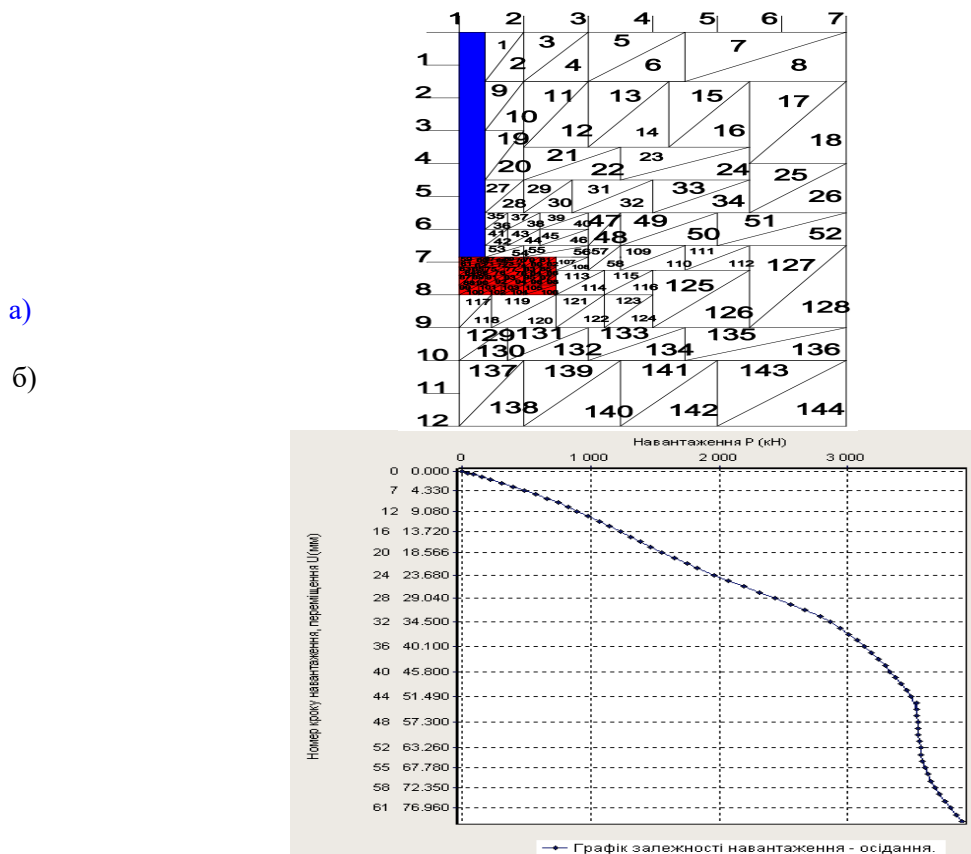


Рис. 1 а) – Дискретизація активної зони основи, б) – Прогноз за МГЕ процесу деформування буро набивної палі $L=6.85$ м, $d=0.8$ м

Несучу здатність буронабивної палі для порівняння визначено за нормативними документами, $R=980$ кПа.

Висновки

1. Оскільки про навантаженні $P=975$ кН, $s=0.9$ см згідно графіка нелінійних досліджень (рис. 1,б) паля не досягає допустимих деформацій ($s \leq 8$ см), врахування нелінійності роботи БНП дозволяє в даному випадку в 2.5 раз підняти навантаження на палю, що сприятиме економічному ефекту.
2. Нові методи розрахунку нелінійно деформованих основ дають можливість використання переваг розрахунку основ по деформаціям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Николаевский В.Н. Механика пористых и трещиноватых сред. М.: Недра.1984
2. Бойко И.П. Теоретические основы проектирования свайных фундаментов на упругопластическом основании / И.П. Бойко, Сб. КИСИ “Основания и фундаменты”. – 1985 – №18, С 11-18.
3. Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. М.: Мир, 1987.
4. Моргун А.С. Теорія пластичної течії в механіці ґрунтів./А.С. Моргун – Вінниця, ВНТУ. – 2013 – 108 С.

Моргун Алла Серафимівна – професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morgunallaS@gmail.com

Тянь Чженфен – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 575138236@qq.com