

МЕХАНІКА ҐРУНТІВ ТА ФУНДАМЕНТИ

УДК 624.151.5:624.154

**СПОСІБ ВТЯГУВАННЯ У РОБОТУ НИЗЬКОГО РОСТВЕРКУ
ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ**

І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова

Запропонований спосіб втягування у роботу низького ростверку пальового фундаменту за допомогою виштампованих оголовків паль. Розглянуто чисельне моделювання напружено-деформованого стану ґрунту нижче подошви ростверку, що підтверджує ефект втягування ростверку у роботу при наявності розширень у головах паль.

Предложен способ вовлечения в работу низкого ростверка свайного фундамента с помощью выштампованных оголовков свай. Рассмотрено численное моделирование напряженно-деформированного состояния грунта ниже подошвы ростверка, что подтверждает эффект вовлечения ростверка в работу при наличии уширений в головах свай.

The numerical design of joint work of band shallow foundation and piles is considered at his strengthening. It is got mathematical dependence for determination of stake of bearing strength of existent foundation in increased composition .

Вступ

В зв'язку зі збільшенням поверховості будівель і навантажень, що передаються на основу, використанням для будівництва майданчиків з несприятливими ґрунтовими умовами, зростає необхідність використання пальових фундаментів.

Одним із шляхів підвищення ефективності таких фундаментів є врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку. Експериментальними дослідженнями ряду авторів [1, 2] встановлено, що ростверк може сприйняти значну частину навантажень від споруди. В нормативній літературі [3, 4] є рекомендації щодо врахування роботи низького ростверку у складі пальового фундаменту, але ці рекомендації не розповсюджуються на випадки, коли під подошвою ростверку знаходиться слабкий або розпушений під час забивання паль ґрунт. Такий ґрунт рекомендується попередньо пошарово ущільнювати на глибину до 1,0 м.

Постановка задачі

Ефект підвищення щільності поверхневого шару ґрунту може бути досягнутий улаштуванням виштампованих оголовків паль. В свій час рядом авторів були запропоновані палі із забивними оголовками [5, 6] або палі із шайбою. Значне підвищення опору паль з забивними оголовками пояснюється тим, що при зануренні забивного оголовка усувається зазор, що утворився при забиванні призматичної палі, ґрунт у верхній частині додатково ущільнюється, підвищуються його характеристики. При завантаженні палі із забивним оголовком змінюються умови розподілу зовнішнього навантаження в порівнянні з призматичними і пірамідальними палями. У зв'язку з тим, що палі з забивними розширеннями у верхній частині є більш складною конструкцією в порівнянні з призматичними і пірамідальними палями, вони не набули широкого використання.

Авторами пропонується спрощення технології влаштування розширення. Розширення в зоні оголовка забивної палі пропонується з монолітного бетону, що заливається у виштамповану за допомогою спеціального штампу порожнину.

Роботи виконуються у такій послідовності:

- забивання палі до проектної позначки;
- встановлення над головою палі штампу, що має зовнішні розміри, які відповідають розмірам розширення, а в середині отвір для голови палі такої глибини, що забезпечує виштамповування розширення потрібної висоти і відсутність контакту з головою палі (див. рис. 1);
- забивання штампа копровим устаткуванням до формування порожнини під розширення;
- заливання утвореної порожнини монолітним бетоном.

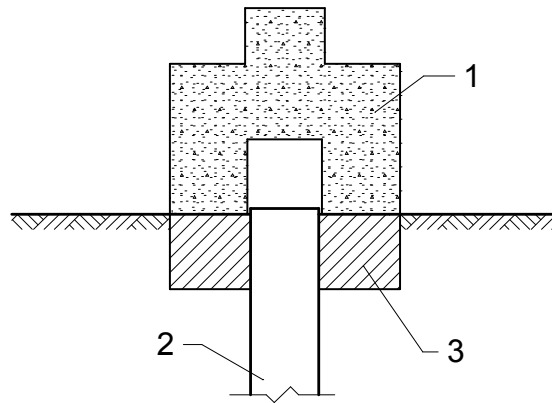


Рис. 1. Конструктивне рішення спеціального штампу для утворення порожнини під розширення:
1 – штамп для утворення порожнини під розширення; 2 – забивна паля; 3 – виштампована порожнина

Необхідно дослідити ефективність використання розширення в верхній зоні палі куща з точки зору втягування в роботу ростверка при різних ґрунтових умовах і геометричних параметрах пального фундаменту.

Методика досліджень

В даній роботі виконано моделювання напружено-деформованого стану системи «пальовий фундамент - основа» при різних параметрах основи та змінному кроці і довжині палі при відсутності і наявності розширення в верхній зоні за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation в умовах вирішення просторової задачі.

В розрахунках були прийняті такі передумови і параметри:

- модель ґрунту основи – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель стовпчастого пального фундаменту з шести палі;
- палі – призматичні палі зі стороною $d = 30$ см, довжиною 6 та 12 м;
- розташування палі у два ряди по 3 штуки;
- відстань між палями $3d$ та $9d$;
- розширення розмірами в плані $2d \times 2d$, тобто 600×600 мм;
- розміри розрахункової області в плані 40×60 м, по глибині розмір змінний в залежності від довжини палі;

Результати досліджень

На першому етапі було виконане моделювання роботи в однорідному ґрунтовому середовищі одиничної палі довжиною 6 м. Як ґрунтова основа прийнятий пісок середньої крупності з характеристиками: $\gamma = 17$ кН/м³, $c = 1$ кПа, $\phi = 32^\circ$, $\nu = 0,3$, $E = 15$ МПа. Розглядалась одинична паля без розширення і одинична паля з розширенням. На рис. 2 наведено одержані мозаїки деформацій ґрунтової основи, а на рис. 3 – графіки деформування.

З рис. 2 видно, що при наявності розширення частина навантаження передається на ґрунт через його опорну площу, що підтверджує дослідження [5, 6]. Грутман М. С. [5] вважає, що передача частини навантаження на ґрунт за допомогою шайби сприяє підвищенню несучої здатності самої палі. Збільшення несучої здатності комплексної конструкції відбувається не тільки за рахунок збільшення опорної площадки розширення, а і підвищення міцності ґрунту.

Навантаження, яке сприймає паля з розширенням за графіком рис. 3, на 10-15 % більше, ніж несуча здатність палі без розширення, що також підтверджує раніше виконані дослідження [5, 6].

Але дослідження роботи групи палі з низьким ростверком при використанні палі з розширеннями в верхній зоні раніше не проводились.

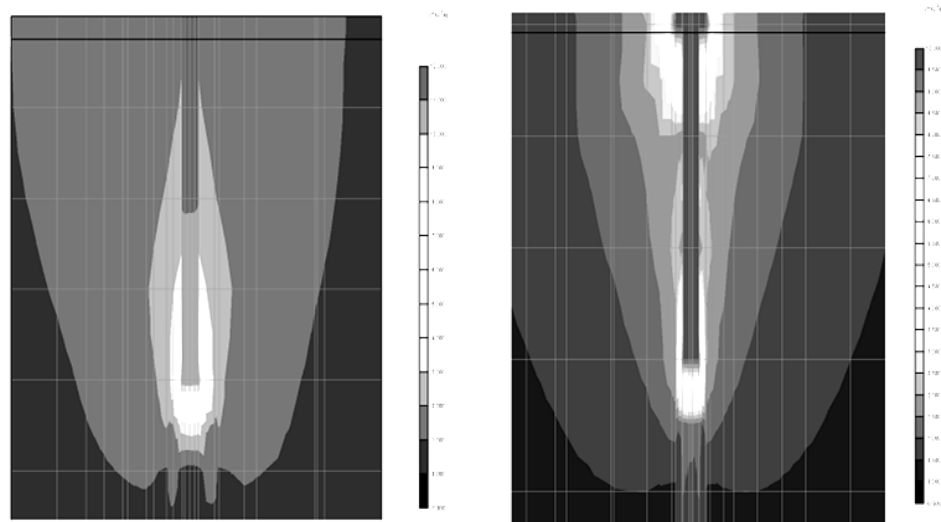


Рис. 2. Мозаїка деформації ґрунту в основі одиначної палі без розширення та з розширенням

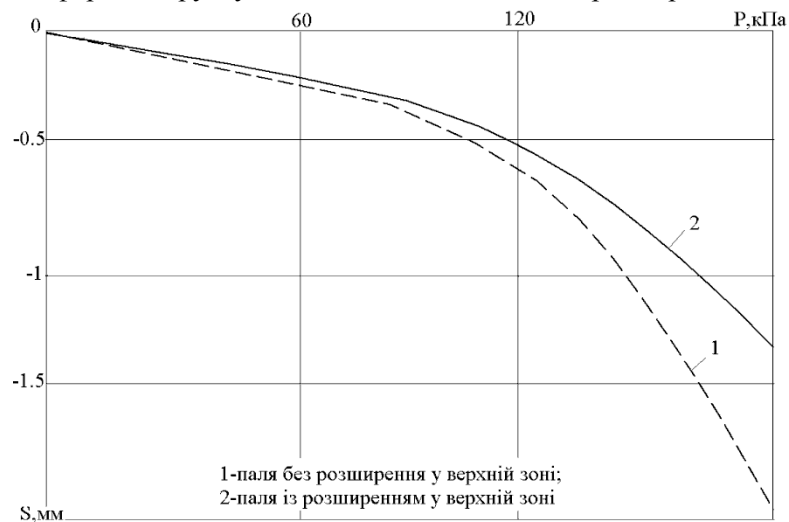


Рис. 3. Графіки деформування ґрунту в основі одиначної палі без розширення та з розширенням

В даній роботі проведено моделювання пальового фундаменту з 6 палей при таких варіантах зміни геометричних параметрів та ґрунтових умов:

- довжина палі 6 м, крок палей 3d (900 мм), ґрунт піщаний;
- довжина палі 6 м, крок палей 3d (900 мм), ґрунт глинистий;
- довжина палі 6 м, крок палей 9d (2700 мм), ґрунт глинистий;
- довжина палі 12 м, крок палей 3d (900 мм), ґрунт глинистий.

Як ґрунтова основа прийнятий пісок пилюватий з характеристиками: $\gamma = 17 \text{ кН/м}^3$, $c = 6 \text{ кПа}$, $\varphi = 34^\circ$, $\nu = 0,3$, $E = 28 \text{ МПа}$ та суглинок з характеристиками: $\gamma = 19,8 \text{ кН/м}^3$, $c = 22 \text{ кПа}$, $\varphi = 22^\circ$, $\nu = 0,3$, $E = 15 \text{ МПа}$.

Для аналізу зміни напруженого стану шляхом включення у роботу ростверку для кожної комбінації параметрів розглядалися варіанти фундаменту у однорідному ґрунті, фундаменту у неоднорідному ґрунті з ущільненим шаром товщиною 1 м під подошвою ростверку і фундамент з палями, які мають розширення в верхній зоні.

Результати досліджень показали, що ущільнення шару ґрунту під ростверком призводить до перерозподілу напружень в основі фундаменту із зони нижніх кінців палей до зони під подошвою ростверку. Аналогічний перерозподіл відбувається при введенні розширень в зоні оголовків палей. Це свідчить про можливість використання виштампованих розширень для втягування у роботу пальового фундаменту низького ростверку. На рис. 4 для прикладу показана мозаїка деформацій для 6-метрових палей з кроком 3d у глинистому ґрунті.

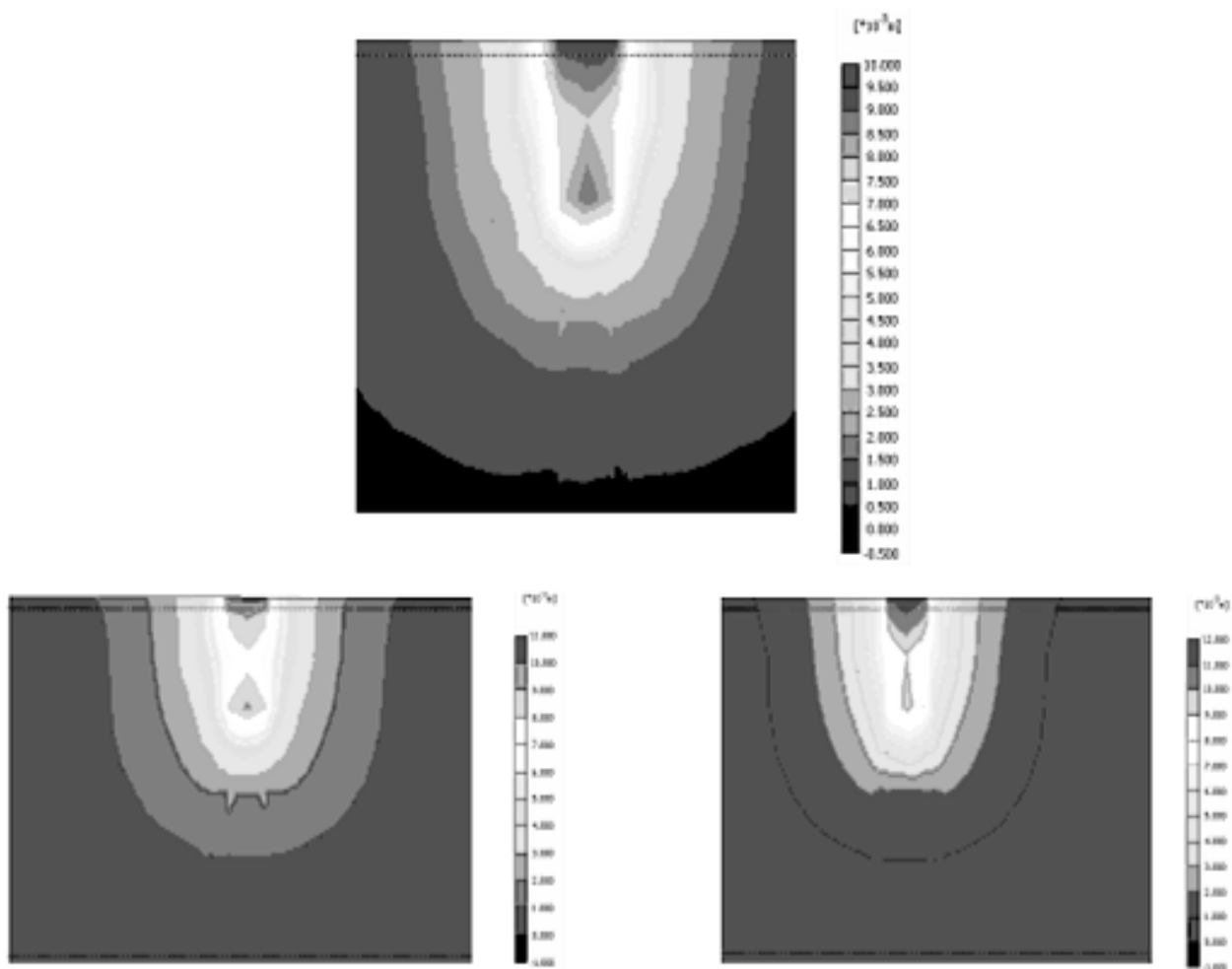


Рис. 4. Мозаїка деформації ґрунту в основі пальового фундаменту на однорідному, неоднорідному ґрунті та при наявності розширень у верхній зоні

На рис. 5, 6 показані графіки деформування для різних варіантів. З графіків видно, що найкращий ефект від використання розширень спостерігається для довгих паль з кроком 3d у глинистому ґрунті.

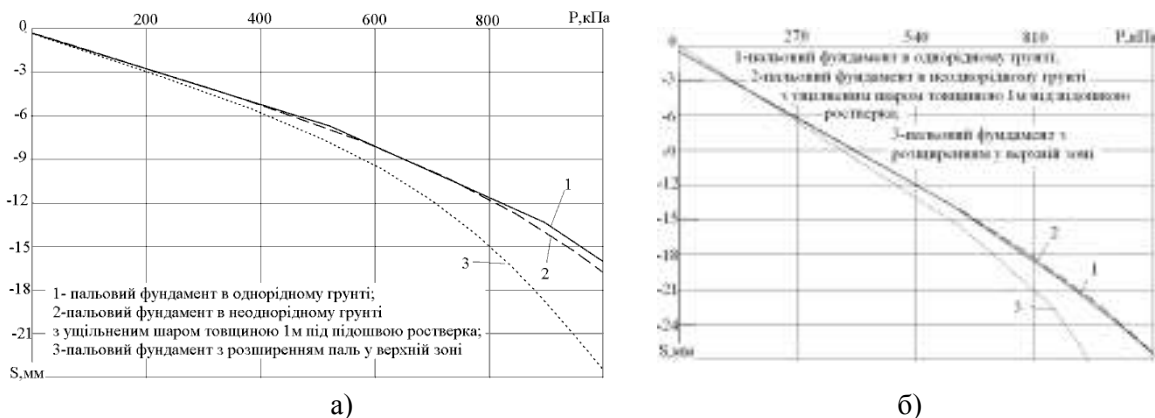


Рис. 5. Графіки деформування пальового фундаменту: а – довжина палі 6 м, крок паль 3d (900 мм), ґрунт піщаний; б – довжина палі 6 м, крок паль 3d (900 мм), ґрунт глинистий

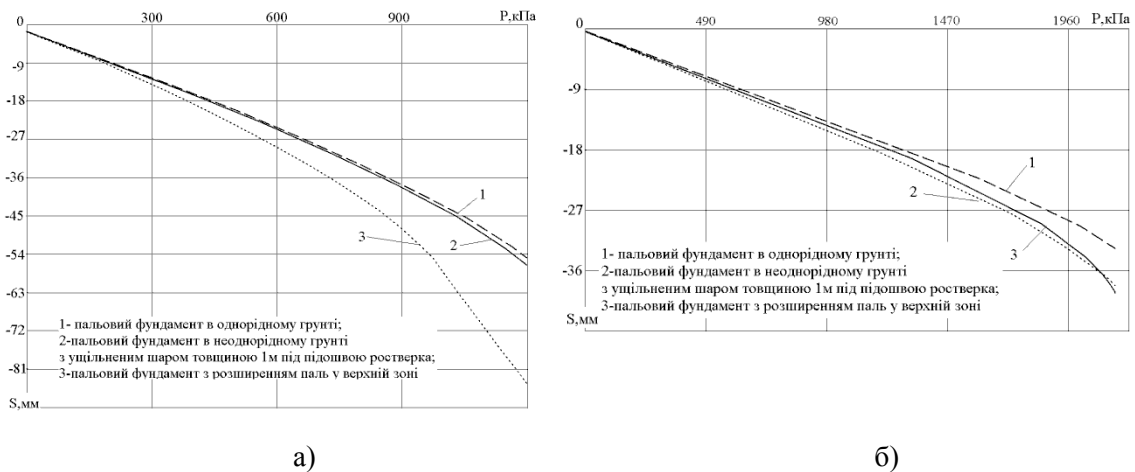


Рис. 6. Графіки деформування пальового фундаменту: а – довжина палі 6 м, крок паль 9d (2700 мм), ґрунт глинистий; б – довжина палі 12 м, крок паль 3d (900 мм), ґрунт глинистий

Висновки

- При введенні розширень в зоні оголовок паль у пальовій групі з низьким ростверком відбувається перерозподіл напружень в основі фундаменту із зони нижніх кінців паль до зони під підшоною ростверку. Цей перерозподіл аналогічний перерозподілу внаслідок ущільнення шару ґрунту під ростверком. Отже, улаштування розширень в зоні оголовок паль може бути рекомендоване як альтернатива ущільнення метрової товщі під підшоною ростверку.
- Найбільш ефективно використання розширень при незначному кроці довгих паль у глинистому ґрунті.

Використана література

1. Бартоломей А. А. Прогноз осадок свайних фундаментов / Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. – М., Стройиздат, 1994. – 377 с. – Библиогр.: с. 374.
2. Сернов В. А. Совместная работа свай с ростверками в песчаных и глинистых грунтах: дис. на соискание научной степени канд. техн. наук: 05.23.02 / Сернов Вячеслав Александрович. – Минск, 2010. – 181 с.
3. Підсилення фундаментів будівель та споруд, побудованих на лесових ґрунтах, бурюін'єкційними палями : ВБН В.2.1-1-97. [Чинні від 1998-05-01]. – К.: Українська державна корпорація по виконанню монтажних і спеціальних будівельних робіт, 1997 – 44 с. – (Відомчі будівельні норми України).
4. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками : Р 5.01.015.05 – [Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011г.]. – Минск: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24с.
5. Грутман М. С. Фундамент "паля з шайбою"/ М. С. Грутман, І. В. Ціпріановіч, І. Д. Шпігель // Матеріали до ХХІХ науково-технічної конференції, секція основ і фундаментів. – К., 1968.
6. Платонов Ю. М. Несуча здатність паль, посиленних забивними оголовками. В зб.: Несуча здатність паль в слабких ґрунтах. Частина 2 / Ю. М. Платонов. – ЛДНТП, Л., 1966.

Маєвська Ірина Вікторівна – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Блащук Наталя Вікторівна – асистент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Чобанова Каміла Аллахвердійвна – студентка Вінницького національного технічного університету.