

УДК 539.3

Є.О. Гоцуляк, д-р техн. наук  
М.В. Корнієнко, канд. техн. наук  
А.М. Шельменко, аспірант

## РОЗРАХУНОК ОСАДКИ І НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ ПРИ ЇХ ВЗАЄМОДІЇ В ПЛИТНОМУ ФУНДАМЕНТІ

Виконано дослідження залежності жорсткості та несучої здатності паль від різної їх кількості та відстані між ними. Визначено, що жорсткість паль зростає при збільшенні відстані між ними до певної межі. Тому розташування паль на відстані трьох діаметрів, як прийнято в нормативних документах, не завжди є раціональним і для розрахунку пальових фундаментів не зовсім вірно приймати жорсткість, яка отримана при випробуванні одиночної палі.

Згідно норм експериментальне встановлення несучої здатності та жорсткості проводять для однієї палі. Відповідно до отриманих даних розрахунок всього пальового фундаменту виконують при умові, що всі палі в такому фундаменті мають однакові характеристики жорсткості. Для з'ясування цього припущення було проведено дослідження напружено-деформованого стану пальового фундаменту для різної кількості паль в куці за допомогою скінченно-елементного програмного комплексу і виконано порівняння результатів. Для дослідження використано забивну палю квадратного перерізу  $0.35 \times 0.35$  м довжиною 9 м, яка заглиблювалась в однорідний ґрунт, характеристики якого приведені в табл. 1.

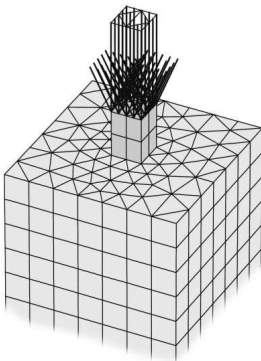


Рис. 1

Навантаження на кожну палю приймалось однаковим і збільшувалось поступово, досягаючи максимального значення. Розв'язано кілька задач, в яких врахована різна кількість паль та відстань між ними.

Розглянута одиночна палія в масиві ґрунту  $15 \times 15$  м та глибиною 20 м (рис. 1), а також суцільне нескінченне поле паль з різними відстанями між палями – 1 м, 1.2 м, 1.4 м, 1.6 м, 1.8 м, 2 м, 3 м, 4 м, 10 м. Розрахункова модель була створена з використанням умов симетрії на всіх бічних гранях ґрунтового масиву

глибиною 20м. На графіку (рис. 2) показані криві залежності осідання паль від навантаження, з якого видно, що чим менша відстань між палями, тим більшу осадку вони отримують при одному і тому ж навантаженні на кожну з паль. Тобто однакові за розмірами і характеристиками матеріалу палі однієї і тієї ж довжини мають різну жорсткість в залежності від відстані між центрами паль. При цьому несуча здатність зменшується зі зростанням відстані між палями. Крім того, вже при відстані більше 5м палю умовно можна вважати одиночною, оскільки подальше збільшення відстані майже не призводить до зміни кривої навантаження.

Таблиця 1

| Характеристика (позначення)                               | Од.вим.           | Величина |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Модуль деформації ( $E_{ref}$ )                           | кН/м <sup>2</sup> | 22000    |
| Коефіцієнт Пуасона ( $\nu$ )                              | -                 | 0,35     |
| Зчеплення ґрунту ( $c_{ref}$ )                            | кН/м <sup>2</sup> | 30       |
| Кут внутрішнього тертя ( $\phi$ )                         | град              | 20       |
| Кут делатансії ( $\psi$ )                                 | град              | 0,1      |
| Об'ємна вага ґрунту в природному стані ( $\gamma_{sat}$ ) | кН/м <sup>3</sup> | 18       |
| Об'ємна вага ґрунту в сухому стані ( $\gamma_{unsat}$ )   | кН/м <sup>3</sup> | 15       |
| Коефіцієнт фільтрації ( $k_x=k_y$ )                       | м/добу            | 0,001    |

Розглянута одиночна паля в масиві ґрунту 15х15 м та глибиною 20 м (Рис.1), а також суцільне нескінченне поле паль з різними відстанями між палями – 1 м, 1.2 м, 1.4 м, 1.6 м, 1.8 м, 2 м, 3 м, 4 м, 10 м. Розрахункова модель була створена з використанням умов симетрії на всіх бічних гранях ґрунтового масиву глибиною 20м. На графіку (рис. 2) показані криві залежності осідання паль від навантаження, з якого видно, що чим менша відстань між палями, тим більшу осадку вони отримують при одному і тому ж навантаженні на кожну з паль. Тобто однакові за розмірами і характеристиками матеріалу палі однієї і тієї ж довжини мають різну жорсткість в залежності від відстані між центрами паль. При цьому несуча здатність зменшується зі зростанням відстані між палями. Крім того, вже при відстані більше 5м палю умовно можна вважати одиночною, оскільки подальше збільшення відстані майже не призводить до зміни кривої навантаження.

Розглянутий куц з 36 паль з різними відстанями між палями – 1м, 1.5 м, 2 м, 3 м, 4 м. Для цієї задачі розрахункова модель була створена у вигляді чвертинки від всього масиву і використано симетрію відносно середини куща. З графіка, який побудований для кутових паль (рис. 3),



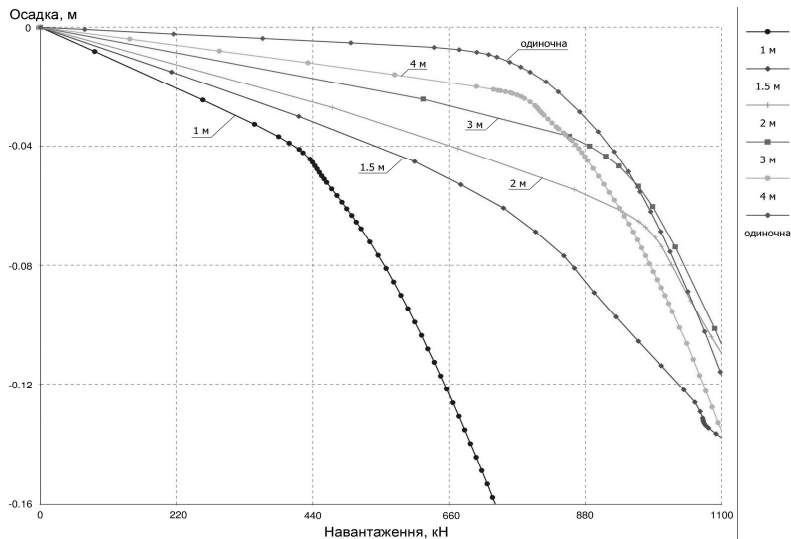


Рис. 3. Поле з 36 паль. Графіки залежності осідання від навантаження для різної відстані між палями

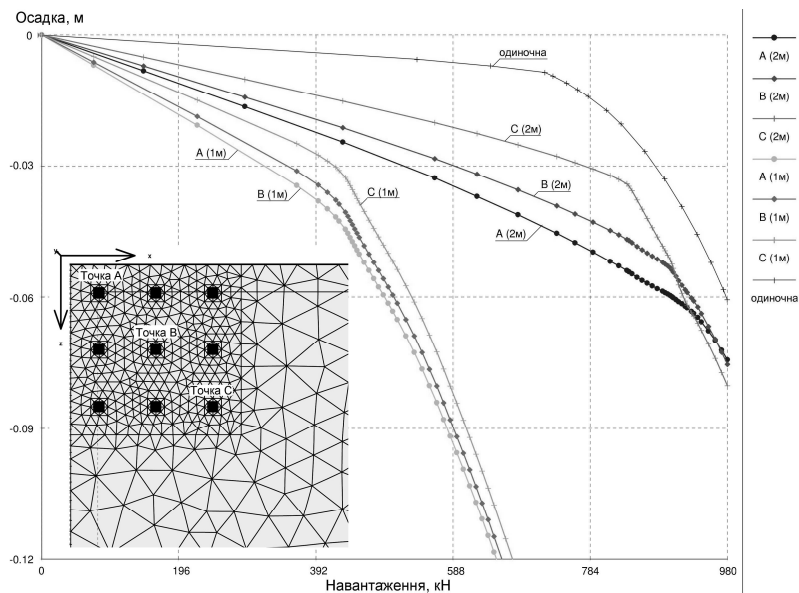


Рис. 4. Поле з 36 паль. Графіки залежності осідання від навантаження для різного розташування паль в полі

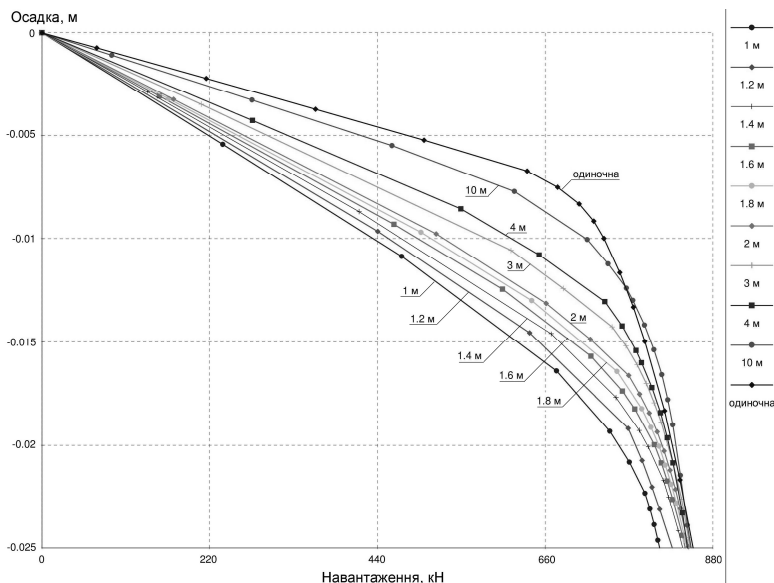


Рис. 5. Палеве поле з 4 паль. Графіки залежності осідання від навантаження для різної відстані між палями

На основі отриманих даних побудовано графік залежності жорсткості паль від відстані між ними в лінійній стадії роботи для задач з нескінченним полем паль, з 36 палями в кущі та з 4 палями в кущі (рис. 6). На ньому можна побачити, що для нескінченного поля паль жорсткість зростає при збільшенні відстані між палями до певної величини, після якої різниця у відстані між палями вже майже не впливає на жорсткість. Для інших задач графіки відрізняються в сторону зменшення загальної різниці величин жорсткості, що можна пояснити аналогічно попередньому порівнянню – чим менше паль в кущі, тим менший взаємний вплив одна на одну вони мають. На основі таких даних можна робити висновки про раціональну відстань між палями.

Розглянутий кущ з 16 паль при відстані між палями 1 м та порівняння результатів з постановками для 4х паль та 36ти паль при відстані між ними в 1 м. Для даної задачі також видно аналогічну залежність осідання паль, але вже від кількості паль у кущі при однаковій відстані між ними. На графіку (рис. 7) також показані криві осідання для тих же постановок, але з ростверком. Видно, що ростверк в даних задачах майже не впливає на результати осідання та несучої здатності.

Тобто чим більше паль в масиві, тим більшу осадку вони отримують

на відміну від масиву з меншою кількістю паль при однаковій відстані між палями в обох масивах. Тобто зменшення кількості паль в куці наближає результати несучої здатності та осадки до результатів, характерних одиночній палі.

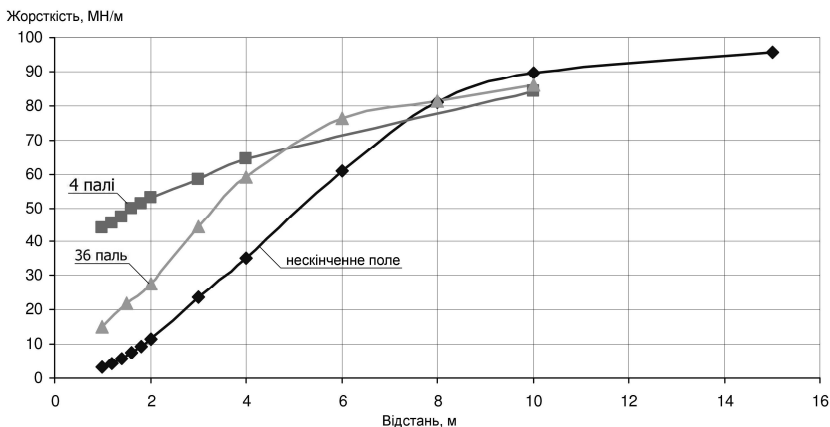


Рис. 6. Графік залежності жорсткості палі від відстані між палями для задач з різною кількістю паль в куці

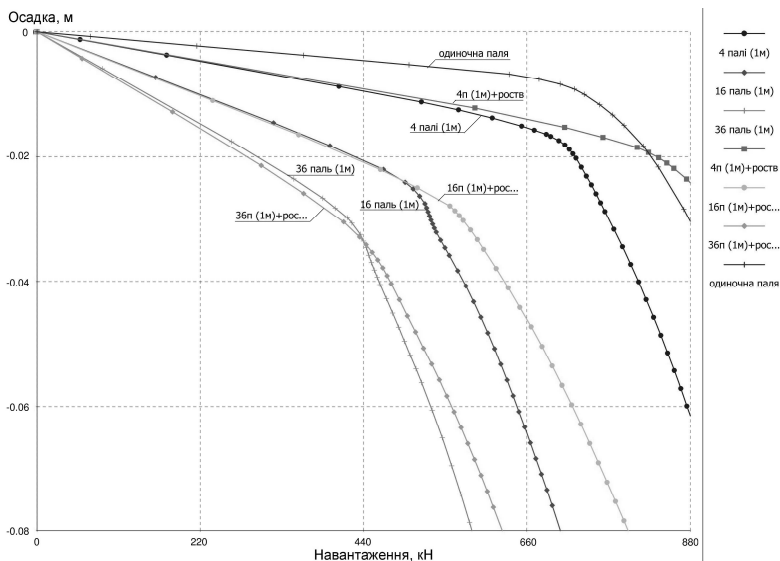


Рис. 7. Відстань між палями 1 м. Графіки залежності осідання від навантаження для різної кількості паль в куці

З отриманих результатів видно, що при збільшенні відстані між палями в кущі їх жорсткість та несуча здатність наближається до результатів одиночної палі. При зменшенні кількості паль в кущі їх характеристики також наближаються до характеристик одиночної палі.

Головний висновок, який можна зробити з отриманих даних, це те, що жорсткість паль залежить від їх взаємного розташування в пальному фундаменті, що не завжди враховується при розрахунках сучасними програмними комплексами.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.
2. СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений.
3. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник/ М.Л.Зоценко, В.І.Коваленко, А.В.Яковлев, О.О.Петраков, В.Б.Швец, О.В.Школа, С.В.Біда, Ю.Л.Винников. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568с.
4. *Цытович Н.А.* Механика грунтов. – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. – 636 с.
5. *Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартirosян З.Г., Чернышев С.Н.* Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: АСВ, 1994. – 524 с.

Отримано 31.05.2010

*Гоцуляк Е.А., Шельменко А.Н.*

#### **РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В ПЛИТНОМ ФУНДАМЕНТЕ**

Выполнено исследование зависимости жесткости и несущей способности свай от разного их количества и расстояния между ними. Определено, что жесткость свай возрастает при увеличении расстояния между ними до некоторого предела. Потому размещение свай на расстоянии трех диаметров, как принято в нормативных документах, не всегда есть рациональным и для расчета свайных фундаментов не совсем верно принимать жесткость, полученную при испытании одиночной сваи.

*Gotsuliak E.O., Shelmenko A. M.*

#### **CALCULATION OF LOAD BEARING CAPACITY OF THE PILES WHEN THEY INTERACT IN THE SLAB FOUNDATION**

Completed calculation of stiffness and the bearing capacity of pile depending on different number of piles and the distance between them. Determined that the pile stiffness increases with increasing distance between them to a certain limit. Therefore, the disposition of piles at a distance of three diameters, as adopted in the regulations, is not always rational. Also for calculation of pile foundations is not quite right to take stiffness, which is obtained when tested a single pile.