УДК 624.154

А. В. Грушевська, магістрант

**Вплив коефіцієнту пористості на несучу здатність бурової палі у піщаному ґрунті**

Вінницький національний технічний університет;

**Анотація**

Виконано чисельне моделювання методом скінченних елементів роботи бурової палі в піщаних ґрунтах різних видів.Проаналізовано вплив коефіцієнта пористості піщаних ґрунтів на несучу здатність бурової палі. Одержана таблицязначеньпитомого опору по бічнійповерхніпалі з врахуваннямкоефіцієнтупористості.

**Ключові слова:**паля, коефіцієнтпористості, напружено-деформований стан.

**Abstract**

Numerical simulation is performed using the finite elementsmethod of the drill pile work in sandy soils of various types. The influence of the coefficient of porosity of sandy soils on the bearing capacity of a drill bit is analyzed. A table of values of the specific resistance on the lateral surface of the pile is obtained taking into account the coefficient of porosity.

**Keywords**:pile, voids ratio, mode of deformation.

Вступ

Фундаменти із бурових паль передбачають у тих випадках, коли потрібна міцна та надійна основа. Чинними нормами не враховано, як змінюється несуча здатність паль в залежності від коефіцієнта пористості ґрунту[1].Аналіздосліднихданих доводить, щотаказалежність є [2, 3].Метою даної роботи є визначеннявпливукоефіцієнта пористості на несучу здатність бурових паль у піщаних ґрунтах.

Результати дослідження

При вирішенні поставленої задачі були використані результати статичних випробувань бурових паль, виконаних у Науково-дослідному інституті будівельного виробництва та Науково-дослідному інституті будівельнихконструкцій м. Київ. Розглянуті результати натурних випробувань 15-ти бурових паль з 10-ти різних площадок. Райони випробувань знаходяться в таких містах: м. Київ, м. Бровари та м.Бориспіль. Майданчики мали різні ґрунтові умови, обирались палі, що повністю розташовані в піщаних ґрунтах.Випробовувались палі різної довжини. Довжини паль знаходяться в діапазоні від 2 до 10,0 м. Діаметр ствола паль знаходиться в межах від 0,4 м до 0,83 м. Навантаження, яке може витримати конкретна бурова паля визначалося при досягнені межі осідання s = 40 мм.

На рис. 1 представлені результати порівняння несучої здатності бурових паль, визначеної розрахунком за методикою норм [1], та несучої здатності за результатами польових випробувань статичним навантаженням. На горизонтальній осі даних графіків показана несуча здатність палі F, визначена за результатами статичних випробувань, а по вертикальній осі - несуча здатність F1 розрахована відповідно до норм. Діагональна суцільна лінія на графіку відповідає ідеальному збігу результатів розрахунку і випробувань.

Результати розрахунку і статичних випробувань практично співпали в чотирьох з випадків (27% розглянутих випадків). Коефіцієнт запасу (F/F1)несучої здатності у порівнянні з розрахунком за нормами складає до 1,97. Аналізодержанихкоефіцієнтів запасу показав, що є пряма залежністьїх величину відкоефіцієнтупористостіпіску. При низькихкоефіцієнтахпористості запас значний, а при високихнизькийабовідсутній.

Для розв’язання поставленої задачі використовувався геотехнічний програмний комплекс «Plaxis 3DFaundation», за допомогою якого моделювався напружено-деформований стан бурової палі в пісках різної крупності та щільності. При моделюванні використовувались 14 видів піщаних ґрунтів різної крупності з варіюванням коефіцієнту пористості у фізично можливому діапазоні.

Несуча здатність бурової паліØ0,5 м та довжиною 10 м визначалась при загальній деформації 4 см.



Рис.1. Графік відповідності розрахованої несучої здатності бурових паль у піщаних грунтах за формулою норм [1] і несучої здатності, визначеної на підставі результатів статичних випробувань

Результати, отримані раніше при чисельному моделюванні[3], показали, що при збільшенні коефіцієнта пористості несуча здатність бурової палі зменшується на 30-68%.

У таблиці 1 наведені результати розрахунку несучої здатності палі для обраних ґрунтів за методиками, запропонованими нормами [1], та за результатами чисельногомоделювання у «Plaxis 3DFaundation».

Таблиця 1 – Порівняння несучої здатності бурової палі, визначеної за методиками норм та при чисельному моделюванні у «Plaxis 3DFaundation»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва грунту | Фізико-механічні характеристики грунту | | | | Нусучаздатністьпалі за формулою Н.2.2 ДБН, кН | Нусучаздатністьпалі за таблицею Н.2.2 ДБН, без врахування +30% для щільнихпісків, кН | Нусучаздатністьпалі за таблицею Н.2.2 ДБН, з врахуванням +30% для щільнихпісків, кН | Нусучаздатністьпалі по Plaxis, кН |
| е | с, кПа | φ, ° | Е, МПа |
| Крупніпіски | 0.45 | 2 | 43 | 50 | 1498.3 | 1736.7 | 1909.8 | **1740** |
| 0.55 | 1 | 40 | 40 | 1463.1 | 1736.7 | 1736.7 | **1393** |
| 0.65 | 0 | 38 | 30 | 1103.3 | 1405.5 | 1405.5 | **1095** |
| Піскисередньоїкрупності | 0.45 | 3 | 40 | 50 | 1476.3 | 1736.7 | 1909.8 | **1651** |
| 0.55 | 2 | 38 | 40 | 1299.7 | 1590.9 | 1590.9 | **1282** |
| 0.65 | 1 | 35 | 30 | 868.3 | 1192.5 | 1192.5 | **989** |
| Мілкіпіски | 0.45 | 6 | 38 | 48 | 1313.9 | 1404 | 1526.6 | **1503** |
| 0.55 | 4 | 36 | 38 | 925.9 | 1049 | 1171.6 | **1182** |
| 0.65 | 2 | 32 | 28 | 571.9 | 743.3 | 743.3 | **833** |
| 0.75 | - | 28 | 18 | 355.7 | 577.7 | 577.7 | **556** |
| Пилуватіпіски | 0.45 | 8 | 36 | 39 | 1014 | 995.3 | 1084 | **1301** |
| 0.55 | 6 | 34 | 28 | 761.8 | 773.8 | 862.5 | **968** |
| 0.65 | 4 | 30 | 18 | 510.7 | 533.8 | 533.8 | **665** |
| 0.75 | 2 | 26 | 11 | 339.3 | 443.7 | 443.7 | **481** |

При визначенні несучої здатності за нормами опір під нижнім кінцем паль у піщаних ґрунтах обчислювався за формулою (Н.3.2) з рахуванням кута внутрішнього тертя та питомої ваги ґрунту, а опір по бічній поверхні або та таблицею Н.2.2, або за формулою (Н.2.2) (як функція характеристик міцності). Оскільки характеристики міцності залежать від коефіцієнта пористості, то несуча здатність, визначена за методиками норм, вже має непряму залежність від щільності ґрунтів. При використанні опору по бічній поверхні, визначеного за формулою (Н.2.2), ця залежність якісно аналогічна залежності, яка має місце при чисельномумоделюванні. При використанні опору по бічній поверхні, визначеного за таблицею Н.2.2, ця залежність значно менша, оскільки обумовлена лише опором під нижнім кінцем палі.

Недоліком використання формули (Н.2.2) для визначення опору по бічній поверхні бурових паль є те, що загальна несуча здатність виявляється заниженою (вона менша за несучу здатність, визначену за допомогою таблиці Н.2.2, яка в свою чергу переважно нижча за результати польових досліджень, що показане на рис. 1).

Отже, доцільно використовувати для визначення несучої здатності бурових паль таблицю, аналогічну таблиці Н.2.2, але з врахуванням впливу коефіцієнта пористості.

Для подальшого аналізу впливу коефіцієнту пористості результати моделювання оброблялись таким чином:

* визначалась частканавантаження, яку сприймає паля нижнімкінцем і боковою поверхнею (частканижньогокінцяприймалась такою ж, як при розрахунках за нормами);
* длявизначення величин питомого опору по бічнійповерхні для різнихглибин по довжиніпаліприймаласьзакономірність, прийнята в таблиці Н.2.2 [1] з врахуваннямпідвищуючихкоефіцієнтів для щільнихпісків.

В результаті одержана таблицязначеньпитомого опору по бічнійповерхніпалі, аналогічнатаблиці Н.2.2, але з введеннямдодатковоговхідного параметра у виглядікоефіцієнтупористості. Таблицяскладена для паль довжиною до 10 м. Опір по бічнійповерхнівизначений через відсоток відносно значень несучої здатності палі, отриманих за таблицею ДБН з врахуванням +30% для щільних пісків.

З використанням таблицівизначені значення несучої здатності паль для дослідних майданчиків, для яких випробування доведені до деформації, близької до 4 см, довжина палі близька до 10 м і паля повністю розміщена у піщаному ґрунті. Опір під нижнім кінцем паль визначався за формулою (Н.3.2) [1]. Результати показали кращувідповідністьдосліднимданим у порівнянні з методикою норм.

Висновки

В результаті проведеногоматематичного моделювання отримана таблиця значень питомого опору піщаних ґрунтів по боковій поверхнібурових паль з урахуванням коефіцієнта пористості ґрунтів для паль довжиною до 10 м. Використання таблиці дозволяє одержувати при проектуванні більш економічні рішення.

Список використаної літератури

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України ).

2. Маєвська І. В., БлащукН .В.. Романов С. В. Вдосконалення методики визначення несучої здатності бурових паль // „Будівельні конструкції”: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 83. – К.: НДІБК, 2016. – с. 616-625.

3. Грушевська А.В. Моделювання роботи бурової палі під навантаженням в різних ґрунтових умовах// Тези доповіді на XLVІ щорічній науково-технічній конференції Вінницького національного технічного університету, березень 2017 р., м. Вінниця,https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/1850 (керівник Маєвська І.В.)

***Анастасія Віталіївна Грушевська***— магістрант гр.Б-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет;

Науковий керівник:***Ірина Вікторівна Маєвська***— канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

***Anastasia V. Hrushevska*** - Master hr.B-16mi, Departmentofconstructionofthermalpowerandgas, VinnytsiaNationalTechnicalUniversity;

Supervisor**Irina V. Majewskа** - candidate. Sc., assistantprofessorofdepartmentofconstruction, architectureandmunicipaleconomy, VinnytsiaNationalTechnicalUniversity. Vinnitsa.