УДК 624.154.546.012.45

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ БУРОНАБИВНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МІКРОПАЛЬ З ПОШИРЕНОЮ П'ЯТОЮ РІЗНОГО ДІАМЕТРА

О. Гнатюк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-2218-0295

В. Косарчин, к. ф.-м. н.

ORCID ID: 0000-0003-3438-9709

М. Лапчук, старший викладач

ORCID ID: 0000-0002-9044-2085

Львівський національний аграрний університет<https://doi.org/10.31734/architecture2019.20.050>

Гнатюк О., Косарчин В., Лапчук М. Дослідження роботи буронабивних залізобетонних мікропаль з поширеною п'ятою різного діаметра

Визначено вплив діаметра поширення на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропаль теоретичним та дослідним шляхом.

Для вивчення впливу діаметра ствола та поширення на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропаль з поширеною п'ятою на полігоні кафедри будівельних конструкцій ЛНАУ було виготовлено два дослідних зразка МП-1 з діаметром 250 мм та поширення 400 мм і МП-2 з діаметром ствола 200 мм та поширення 350 мм довжиною 3 м в обох випадках. Основою для палів слугував супісок пластичний.

Польові експериментальні дослідження дослідних зразків мікропаль проводили за методикою ДСТУ Б В.2.1-27:2010, а також здійснювали теоретичний розрахунок їх несучої здатності за методикою чинних норм ДБН В.2.1-10-2009.

У результаті досліджень встановлено, що експериментальна несуча здатність становила 150 кН для МП-1 і 105 кН для МП-2 (перевищення в 1,2 раза МП-1 відносно МП-2), теоретична – відповідно 103 і 86 кН (перевищення в 1,43 раза). Експериментальні значення несучої здатності перевищують теоретично визначені в 1,46 раза для МП-1 та 1,22 для МП-2, що дало змогу запроектувати більш економні фундаменти.

За одержаними даними були запроектовані фундаменти когеджної будівлі з використанням мікропаль МП-1 та МП-2 та здійснене їх техніко-економічне порівняння, згідно з яким кошторисна вартість одного погонного метра фундаменту становила 9505 грн у першому випадку та 9692 грн у другому. Отже, згідно з проведеними дослідженнями економія коштів за використання мікропаль більшого діаметра (МП-1), незважаючи на більшу їх несучу здатність, становить лише 2%.

Ключові слова: буронабивні залізобетонні мікропалі, діаметр поширення, несуча здатність, інженерно-геологічні умови, теоретичні розрахунки, експериментальні дослідження, техніко-економічне порівняння, кошторисна вартість.

Hnatiuk O., Kosarchyn V., Lapchuk M. Investigation of the work of drill-impact reinforced concrete micropiles with enlarged toe of different diameters

The research determines impact of the enlargement diameter on the bearing capacity drill-impact reinforced concrete micropiles by means of theoretical studies and experiments.

In order to study impact of the diameter of a pile and enlarged toe on the bearing capacity of drill-impact reinforced concrete micropiles with enlarged toe, two full-scale experimental samples MP-1 with diameter of 250 mm and a spread of 400 mm and MP-2 with a diameter of 200 mm and spread of 350 mm length of 3m in both cases were made in the construction laboratory of LNAU. Plastic sandy loam soils was used as a basis for the piles.

Field researches of the experimental samples of micropiles were carried out according to the method of DSTU B V.2.1-27: 2010, and the theoretical calculation of their bearing capacity was carried out in accordance with the methodology of the current norms of DBN B.2.1-10-2009.

As a result of the research, it was found that the experimental carrying capacity was 150 kN for MP-1 and 105 kN for MP-2 (which 1.2 times exceeded the MP-1 relating to MP-2), the theoretical - 103 and 86 kN respectively (1.43 times excess). Experimental values of the bearing capacity 1.46 times exceeded the theoretically defined one for MP-1 and 1.22 for MP-2, which supplied the design of more economical foundations.

According to the obtained data, the foundations of the cottage building, using the micropiles MP-1 and MP-2, were designed, and their technical and economic comparison was made. According to the estimation, cost of one linear meter of the foundation accounted for 9505 UAH in the first case and 9692 UAH in the second. Consequently, according to the conducted experiment, use of a larger diameter (MP-1) micropiles saved only 2% of costs, despite of their better bearing capacity.

Key words: drill-impact reinforced concrete micropiles, diameter of enlarged toe, bearing capacity, geotechnical conditions, theoretical calculations, experimental researches, technical and economic comparison, estimated cost.

Постановка проблеми. Провідні фахівці ПП БКФ «Основа» сумісно з кафедрою будівельних конструкцій ЛНАУ розробили і впровадили у виробництво буронабивні залізобетонні мікропалі з поширеною п'ятою [6]. Відповідно до інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та характеру навантаження на них були запроєктовані мікропалі різної конструкції: зі зміною довжини, армування, діаметра ствола, поширення, способу виготовлення і т. п. Для дослідження їх реальної роботи було проведено натурні випробування на об'єктах будівництва у різних ґрунтових умовах та проаналізовано їх розрахункову і експериментальну несучу здатність, зокрема досліджено вплив зміни діаметра поширеної п'яти на несучу здатність мікропалей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Автори дослідження проаналізували вплив різних параметрів на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропалей з поширеною п'ятою [3–5].

Постановка завдання. Завдання нашого дослідження – визначити вплив діаметра поширення на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропалей теоретичним та дослідним шляхом.

Виклад основного матеріалу. Для вивчення впливу діаметра ствола та поширення на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропалей з поширеною п'ятою на полігоні кафедри будівельних конструкцій ЛНАУ було виготовлено два дослідних зразка МП-1 з діаметром ствола 250 мм та поширення 400 мм та МП-2 з діаметром ствола 200 мм та поширення

350 мм довжиною 3 м в обох випадках. Бетонування палей виконували бетоном класу С20/25 після встановлення у неї арматурних каркасів з поздовжніх стрижнів $\varnothing 10$ класу А400С на всю довжину палей та поперечної арматури з дроту $\varnothing 6$ класу А240С з кроком 150 мм.

Згідно з результатами інженерно-геологічних досліджень на будівельному майданчику на вул. Кавказькій, 26, у м. Львові несучою основою для палей слугував супісок пластичний з такими характеристиками: природна вологість $W=0,22$, число пластичності $I_p=0,06$, показник текучості $I_L=0,17$, коефіцієнт пористості $e=0,67$, ступінь вологості $S_r=0,89$, об'ємна вага $\gamma_t=18,9$ кН/м³, кут внутрішнього тертя $\phi_t=26^\circ$, питоме зчеплення $c_t=9$ кПа, модуль деформації $E=15$ МПа. Несучий шар ґрунту ІГЕ 3 залягав у місці залягання проєктованого фундаменту на глибині 1,6 м від поверхні до меж розвіданої товщі, вище – від 0,8 до 1,6 м, залягав ґрунтово-рослинний шар супіску пластичного ІГЕ 2 ($W=0,24$, $I_p=0,07$, $I_L=0,36$, $e=0,67$, $S_r=0,89$, $\gamma_t=18,9$ кН/м³) та техногенний ґрунт ІГЕ 1 ($\gamma_t=18,9$ кН/м³). Підземних вод на розвіданій товщі ґрунту не було. Небезпечні геологічні процеси відсутні.

Польові експериментальні дослідження дослідних зразків мікропалей проводили згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.1-27:2010 [2] за схемою статичного вертикального вдавлювання. Для польових дослідних випробувань мікропалей було застосовано таке обладнання: насосна станція НСР-400, гідравлічний домкрат, щоб передавати навантаження на мікропаль, розпірна конструкція у вигляді трьох балок для сприйняття реактивних сил від домкрата, 2-х анкерних палей та 4-х вимірних приборів для замірювання переміщень палей.

Рис. Графік порівняння осідання мікропалей МП-1 та МП-2 під дією вертикального тискового навантаження

Навантаження прикладалось рівномірно ступенями, значення яких встановлюється програмою випробовування. Всі дані на кожному ступені фіксувались у журнал випробувань. У результаті були побудовані графіки осідання дослідних зразків мікропаль МП-1 та МП-2 під дією вертикального втискального навантаження (див. рис.).

Відповідно до [5] графіка (див. рис.) несучою здатністю вважається значення навантаження на передостанній ступені за осідання палі, що дорівнює 4 см. У результаті досліджень встановлено, що експериментальна несуча здатність становила 140кН для МП-1 і 105кН для МП-2 (перевищення в 1,33 раза МП-1 відносно МП-2).

Був проведений також теоретичний розрахунок несучої здатності мікропаль за методикою чинних норм ДБН В.2.1-10-2009 [1]. Згідно з розрахунком теоретична несуча здатність становила відповідно 103 і 86кН (перевищення в 1,2 раза).

Експериментальні значення несучої здатності перевищують теоретично визначені в 1,36 раз для МП-1 та 1,22 для МП-2. Якщо брати до уваги допустиме навантаження на палю, яке визначається діленням несучої здатності на коефіцієнт 1,2 для значень, визначених експериментально, та 1,4 для значень, розрахованих теоретично, то відповідне перевищення становить 1,59 для МП-1 (116,7кН відносно 73,6кН) та 1,42 для МП-2 (87,5 відносно 61,4кН).

За одержаними експериментальними значеннями допустимого навантаження на палю були запроєктовані фундаменти котеджної будівлі з використанням мікропаль МП-1 (крок палі 1,6 м) та МП-2 (крок – 1,2 м) та проведено їх техніко-економічне порівняння, згідно з яким кошторисна вартість одного погонного метра фундаменту становила 9505 грн у першому випадку та 9692 грн у другому.

Висновки

1. Для вивчення впливу діаметра ствола та поширення буронабивних залізобетонних мікропаль на їх несучу здатність було проведено польові випробування дослідних зразків МП-1 з діаметром ствола 250 мм та поширення 400 мм і

МП-2 з діаметром ствола 200 мм та поширення 350 мм довжиною 3 м в обох випадках.

2. Значення несучої здатності мікропаль МП-1 відносно МП-2 перевищувало в 1,33 раза МП-1 за результатами експерименту та в 1,2 раза за теоретичним розрахунком.

3. Експериментальні значення допустимого навантаження на палю мають більші значення ніж розраховані теоретично: в 1,59 раза для мікропалі МП-1 та в 1,42 раза для МП-2, що дало змогу запроєктувати більш економічні фундаменти.

4. Згідно з техніко-економічним порівнянням варіантів фундаментів з використанням мікропаль МП-1 та МП-2 кошторисна вартість 1 погонного метра фундаменту становила 9505 грн у першому випадку та 9692 грн у другому. Економія коштів при використанні мікропаль більшого діаметра (МП-1), незважаючи на більшу їх несучу здатність, становить лише 2%.

Бібліографічний список

1. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» зі зміною 1,2. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 96 с.
2. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань / Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. Київ: Укрархбудінформ, 2011. 14 с.
3. Гнатюк О., Лапчук М. Несуча здатність буронабивних залізобетонних мікропаль з ущільненим забоем на дію вертикального навантаження. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2018. № 19. С. 101–104.
4. Гнатюк О., Височенко А., Лапчук М. Вплив поширення на несучу здатність буронабивних залізобетонних мікропаль. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2015. № 16. С. 45–49.
5. Гнатюк О., Лапчук М., Холод П. Несуча здатність буронабивних мікропаль з розширеною п'ятою у ґрунтах різного типу. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2014. № 15. С. 45–49.
6. ПП БКФ Основа. URL: <http://pposnova.lviv.ua/buronabuvni.html> (дата звернення: 27.06.2019).

Стаття надійшла 01.07.2019.