

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі виконано огляд результатів досліджень ґрунтоцементу. Використання ґрунтоцементу з додаванням золи винесення пропонується для армування основ вертикальними армуючими елементами. З метою розробки практичних рекомендацій щодо оптимального складу ґрунтоцементу було виконане математичне моделювання роботи армованої ґрунтоцементними палями основи з варіюванням фізико-механічних характеристик палей, що залежать від вмісту золи винесення, та деформативних характеристик ґрунту.

Для чисельного моделювання був використаний програмний комплекс Plaxis. При сталому кроці армуючих елементів досліджувались властивості ґрунтоцементного масиву в залежності від деформативності палей та ґрунту основи.

Ключові слова:

ґрунтоцемент; зола-винесення, міцність, армована основа, розрахунковий опір, модуль деформації.

Abstract

The work reviewed the results of soil cement research. The use of soil cement with the addition of fly ash is suggested for reinforcing foundations with vertical reinforcing elements. In order to develop practical recommendations regarding the optimal composition of soil-cement, mathematical modeling of the work of the foundation reinforced with soil-cement piles was performed with variations in the physical and mechanical characteristics of the piles, which depend on the content of drift ash, and the deformable characteristics of the soil.

Plaxis software was used for numerical simulation. At a constant step of the reinforcing elements, the properties of the soil-cement massif were studied depending on the deformability of the piles and the base soil.

Keywords:

soil cement; ash removal, strength, reinforced base, calculated resistance, deformation modulus

Вступ

Ґрунтоцемент використовується як матеріал для виготовлення палей та підсилення основ [1-5]. Використання ґрунтоцементу спрямоване на зниження вартості будівельних робіт, оскільки використовуються ґрунти, що залягають безпосередньо в основі будівельних об'єктів, з додаванням цементу, вапна, гіпсу, золи і т.п.

Дослідженнями встановлено [6], що при вмісті золи винесення від 5 до 12 % спостерігається максимальне значення міцності ґрунтоцементу, величина якої залежить вже від вмісту цементу. При вмісті цементу від 7 до 20 % від ваги ґрунту міцність ґрунтоцементу коливається в межах 2,0 – 4,5 МПа.

Досвід використання ґрунтоцементу говорить про те, що така міцність достатня для цілей армування ґрунту, а в певних умовах і для влаштування ґрунтоцементних палей.

Виклад основного матеріалу дослідження

Перспективним напрямком досліджень напружено-деформованого стану (НДС) системи «фундамент – армований елемент - основа» є використання методів математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим на сьогодні є метод скінчених елементів (МСЕ), який покладений в основу сучасних програмних комплексів для розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд. Для математичного моделювання роботи армованої ґрунтоцементними палями основи фундаменту мілкого закладання обрано програмний продукт Plaxis 3D Foundation в умовах вирішення просторової задачі.

Метою чисельних досліджень є аналіз параметрів основи, армованої ґрунтоцементними палями з використанням золи винесення.

Для моделювання ґрунтоцементних паль необхідно задати такі їх характеристики: питома вага, модуль деформації та коефіцієнт Пуасона. Коефіцієнт Пуасона за різними джерелами [1, 2] для ґрунтоцементу знаходиться в межах 0,2 – 0,25.

Властивості ґрунтоцементу залежать від технології його виготовлення. Головним фактором при цьому є наявність обтиснення ґрунтоцементної суміші. При виготовленні паль за стандартною бурозмішувальною технологією використовується текуча суміш, яка не підлягає ущільненню. Ущільнення суміші в тілі паль може здійснюватись за допомогою вібрації. Міцність ґрунтоцементу, виготовленого за бурозмішувальною технологією знаходиться у діапазоні 1,0 -6,0 МПа в залежності від виду ґрунту, вмісту цементу, водоцементного відношення.

Для аналізу параметрів основи, армованої ґрунтоцементними палями з використанням золи винесення, виконано моделювання роботи штампів розмірами 1200x1200 мм та 1800x1800мм на основі, армованій ґрунтоцементними палями довжиною 5,7 м.

При дослідженні передбачене варіювання модуля деформації армуючих елементів з ґрунтоцементу з додаванням золи винесення в діапазоні від 100 до 2000 МПа, оскільки зола винесення рекомендується в якості добавки для будь-якої технології влаштування ґрунтоцементних паль (як без ущільнення так і з ущільненням).

Другим параметром, вплив якого досліджується, є модуль деформації природного ґрунту, в якому влаштовуються елементи армування.

Моделльні експерименти розділено на такі підгрупи (кожна підгрупа повторюється для різних розмірів штампів):

I - моделювання сумісної роботи фундаменту та ґрунтоцементних паль $\varnothing 0,2$ м з кроком 3d довжиною 5,7 м на неоднорідному ґрунті. Матеріал фундаменту – бетон класом міцності С15/20. Щебенева підготовка $\gamma=18$ кН/м³, $\nu=0,3$ кПа, $E=60$ МПа висотою 25 см.

II - моделювання сумісної роботи фундаменту та ґрунтоцементних паль $\varnothing 0,2$ м з кроком 3d довжиною 5,7 м на однорідному ґрунті з наступними характеристиками: суглинок $\gamma=16,8$ кН/м³, $c=16$ кПа, $\phi=16^\circ$, $E=12$ МПа. Матеріал фундаменту – бетон класом міцності С15/20. Щебенева підготовка $\gamma=18$ кН/м³, $\nu=0,3$ кПа, $E=60$ МПа висотою 25 см.

III - моделювання сумісної роботи фундаменту та ґрунтоцементних паль $\varnothing 0,2$ м довжиною 5,7 м розміщеними під основою фундаменту на однорідному ґрунті з наступними характеристиками: суглинок $\gamma=16,8$ кН/м³, $c=14$ кПа, $\phi=14^\circ$, $E=6$ МПа. Матеріал фундаменту – бетон класом міцності С15/20. Щебенева підготовка $\gamma=18$ кН/м³, $\nu=0,3$ кПа, $E=60$ МПа висотою 25 см.

Внаслідок армування основи вертикальними ґрунтоцементними елементами модуль деформації основи з приведеним модулем деформації 18 МПа збільшився на 30 % для паль, улаштованих за бурозмішувальною технологією, і більше, ніж вдвічі для паль, улаштованих за струменевою цементациєю (Jet Grouting).

Для ґрунтової основи з модулем деформації 12 МПа відповідне збільшення складає 210 % та 280 %, для ґрунтової основи з модулем деформації 6 МПа відповідне збільшення складає 270 % та 370 %.

Відповідно розрахунковий опір збільшився у 1,5 рази для паль, улаштованих за бурозмішувальною технологією, і у 1,6 рази для паль, улаштованих за струменевою цементациєю (Jet Grouting) практично незалежно від початкових параметрів ґрунтової основи.

Висновок

Для оцінювання напружено-деформованого стану основи, армованої ґрунтоцементними елементами, використана пружнопластична модель ґрунту, реалізована у програмному комплексі Plaxis 3D. Порівняння залежностей „осідання – навантаження”, отриманих за даними розрахунків і експериментальним шляхом, показало високий збіг результатів. Це свідчить про правомірність вибору та засто-

сування пружнопластичної моделі ґрунту й підтверджує достовірність встановлених закономірностей зміни деформативних характеристик армованих основ.

Внаслідок армування основи вертикальними ґрунтоцементними елементами модуль деформації основи з приведеним модулем деформації 18 МПа збільшився на 30 % для паль, улаштованих за бурозмішувальною технологією, і більше, ніж вдвічі для паль, улаштованих за струменевою цементациєю (Jet Grouting).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петраш, Р. В. Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовлені за бурозмішувальною технологією: дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: 05.23.02 / ПолтНТУ, Полтава, 2009. – 216 с.
2. Зоценко М. Л., Винников Ю. Л., Зоценко В. М. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: монографія. Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. 94 с.
3. Новицький О. П. Вплив пластифікуючих добавок на міцність ґрунтоцементу / Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. Вип. 4 (34) – с. 171 – 177.
4. Дворкін Л. Й. Будматеріали з відходів [Електронний ресурс] / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін // Фенікс. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-110-stroitelnye-materialy/index.htm>.
5. Гріщенко Р. П., Маєвська І. В. Аналіз параметрів ґрунтової основи, армованої ґрунтоцементними палями з використанням золи винесення/ Матеріали конференції «XLIX Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2020)», Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9082>
6. Маєвська І. В., Очеретний В. П., Гончарук М.С. Визначення впливу добавок золи винесення на властивості ґрунтоцементу / Іноваційні технології в будівництві. Міжнародна н/т конф. ВНТУ, Вінниця, 2018. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/view/6020>.
- 7.

Шевчук Олексій Михайлович — аспірант, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. omshevchyk@gmail.com

Науковий керівник: Блащук Наталя Вікторівна – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету blaschuk@vntu.edu.ua

Shevchuk Oleksii — Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city. omshevchyk@gmail.com

Supervisor: Blaschuk Natalia – candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsya National Technical University. Vinnitsa. E-mail: blaschuk@vntu.edu.ua