

ПІДСИЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ФУНДАМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БУРОЗМІШУВАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У статті описано розроблення й дослідження конструктивних рішень підсилення основ існуючих фундаментів при їх реконструкції з використанням бурозмішувальної технології влаштування ґрунтоцементу.

Ключові слова. Підсилення основ, фундаменти, бурозмішувальна технологія, ґрунтоцемент.

В статье описано разработку и исследования конструктивных решений усиления оснований существующих фундаментов при их реконструкции с использованием буросмесительной технологии устройства ґрунтоцемента.

Ключевые слова: Усиление основ, фундаменты, буросмесительная технология, ґрунтоцемент.

The article deals with the development and exploration of constructive decisions of the base reinforcement of the existing foundations under their reconstruction with the application of the boring and mixing technology of the soil-cement production.

Main words: Base reinforcement, foundations, boring and mixing technology, soil-cement.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. При реконструкції будівель і споруд часто виникає необхідність підсилення основ. Найбільш поширений метод підсилення – цементация ґрунтів шляхом ін'єктування. Але так можливо підсилити лише проникні ґрунти, для глинистих метод ін'єктування недоцільний. За допомогою цементации підсилити глинисті основи можливо шляхом їх армування ґрунтоцементними елементами, які виготовляються за бурозмішувальною технологією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких розглянуто можливості розв'язання проблеми. Ґрунтоцемент як матеріал відомий давно, багато науковців займалися його дослідженням. Але раніше ґрунтоцемент використовували як підготовку під покриття доріг, злітні смуги аеродромів, формували каміння для стінових робіт. Навіть готували ґрунтоцемент і заповнювали траншеї для влаштування стрічкових фундаментів, а для підсилення існуючих фундаментів він не застосовувався.

Над питанням підсилення існуючих фундаментів працювали М.Л. Зоценко [5], Р.К. Ковальський [6], В.С. Шокарев [3, 4, 7], М.Ф. Друкований [4].

Виділення не розв'язаних раніше частин проблеми, котрим присвячується стаття. Підсилення фундаментів можна виконувати різними способами. Одним із них є електрохімічне закріплення, але це недостатньо ефективний метод. Інший спосіб – термічне закріплення, але це надзвичайно

трудомісткий та дорогий спосіб. Також можливо підвести нові фундаменти, але це дорого і неефективно.

На наш погляд, більш доцільно закріплювати основу під фундаментами будівель, що реконструюються.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження методики підсилення основ шляхом армування за бурозмішувальною технологією.

Виклад основного матеріалу. Найбільше поширення в останні роки отримало армування основи під подошвою існуючих фундаментів за допомогою вертикальних і похилих елементів, що влаштовуються на всю глибину товщі основи, яка підсилюється.

Деформаційні характеристики підсиленої таким чином основи можливо оцінити штамповими випробуваннями. За відсутності даних польових досліджень модуль деформації підсиленої основи можливо визначити як середньозважений у межах об'єму ґрунту, який підсилюється, за формулою (1)

$$\bar{E} = \frac{E_2 \cdot V_2 + E_{2ч} \cdot V_{2ч}}{V_2 + V_{2ч}}, \quad (1)$$

де E_2 і V_2 – відповідно модуль деформації та об'єм ґрунту;

$E_{2ч}$ і $V_{2ч}$ – відповідно модуль деформації та об'єм жорсткого елемента.

Залежно від відстані у плані між елементами армування ґрунту і міцності ґрунтоцементу модуль деформації слабкого ґрунту можливо збільшити у 2 – 3 та більше разів.

При реконструкції будівлі прямокутної в плані з габаритними розмірами 33 на 12,6 м, двоповерхової, з поздовжніми несучими цегляними стінами обстеженню підлягали несучі будівельні конструкції віком понад 40 років. Фундаменти – на природній основі, стрічкові, бутові. Глибина їх закладання – 1,8 м. Середня ширина подошви фундаментів – 650 мм.

Інженерно-геологічні характеристики ґрунтів ділянки відповідно до розрізу на рис. 1 наведені у табл. 1.

З урахуванням ущільнення ґрунту внаслідок його тривалого обтиснення під подошвою фундаментів розрахунковий опір ґрунту склав $R=227,12$ кПа.

Середній тиск під подошвою існуючих фундаментів після реконструкції складе $P=426,5$ кПа. Отже, попередня умова розрахунку за деформаціями не виконується. Перевантаження склало 56,7%. Зниження середнього тиску по подошві фундаменту досягається влаштуванням розширень із двох сторін банкетами по 300 мм. Загальна ширина фундаменту збільшилася до $b=1,25$ м, а середній тиск при цьому знизився до $P=222$ кПа.

Таблиця 1 – Характеристики ґрунтів ділянки

Нашарування ґрунтів	Число пластичності I_p	Щільність ρ , т/м ³	Кут внутр. тертя φ^0	Питоме зчеплення c , кПа	Модуль деформації E , МПа	Показник текучості I_L
ПЕ-1	11	1,60	10	2	2	
ПЕ-2	18	1,81	11	19	3	0,36
ПЕ-3	9	1,92	22	30	10	0,77

ГЕ-2 армований	18	1,87	12	27	9,8	0,36
-------------------	----	------	----	----	-----	------

Проектне рішення реконструкції основ і фундаментів показано на рис.1. Слабким шаром під подошвою фундаменту є ГЕ-2 – глина легка, лесоподібна, високопориста, тугопластична, за величиною $E=3$ МПа класифікується як слабкий ґрунт.

Вертикальне армування масиву ґрунту під банкетами стрічкового фундаменту запропоновано виконати ґрунтоцементними палями діаметром 200 мм із кроком $l_w=600$ мм у шаховому порядку з двох боків від фундаменту. При цьому модуль деформації армованої основи складає $E = 9,8$ МПа. Між подошвою банкетів і головами елементів армування ґрунту влаштовується розподільна подушка зі щебеню товщиною 20 см.

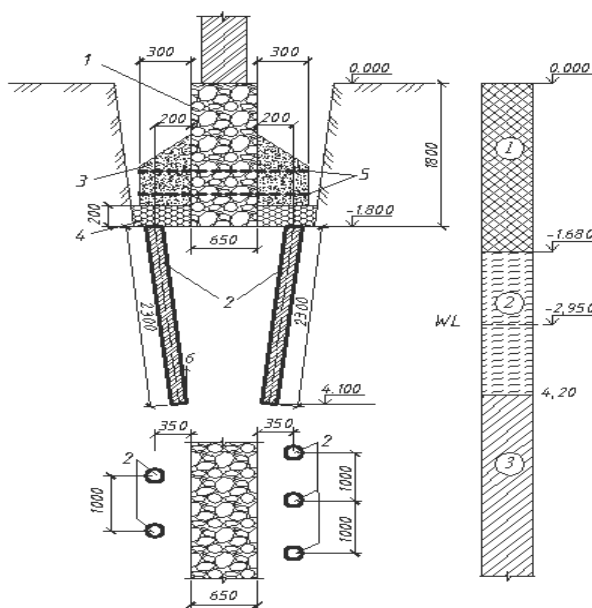


Рис. 1 – Схема підсилення фундаменту: 1 – існуючий фундамент; 2 – елементи армування; 3 – елементи розширення фундаменту; 4 – розподільна подушка; 5 – металеві тяжі

Додаткове осідання реконструйованого фундаменту склало $S_0=0,62$ см, що відповідно до ВСН 490-87 [1] не перевищує нормативної величини для багатопверхових безкаркасних будівель із несучими стінами II категорії за станом $[S] = 1,0$ см.

При реконструкції будинку обласної лікарні у м. Полтаві – пам'ятки архітектури XVIII століття – обстеження показало, що фундаменти цегляні на розчині з вапна шириною $b = 0,95$ м знаходяться у стані, придатному для подальшої експлуатації. Середній тиск за подошвою фундаменту після реконструкції практично дорівнює розрахунковому тиску на ґрунт. Інженерно-геологічні характеристики ґрунтів ділянки відповідно до розрізу на рис. 2 наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристики ґрунтів ділянки

Нашарування ґрунтів	Число пластичності I_p	Щільність ρ , т/м ³	Кут внутр. тертя ϕ^0	Питоме зчеплення c , кПа	Модуль деформації E , МПа	Показник текучості I_L
ГЕ-2	18	1,78	16	12	2,5	0,36

ГЕ-3	9	1,89	21	22	6,9	0,77
ГЕ-2 армований	15	1,80	19	24	6,9	0,36

Проектом було передбачено підсилити основу фундаменту шляхом улаштування похилих ($\alpha = 22^\circ$) елементів армування за бурозмішувальною технологією. Елементи підсилення, влаштовані у шаховому порядку, як це показано на рис.2, армують ґрунт, збільшуючи при цьому модуль деформації ґрунту до $E=6,9 \text{ МПа}$.

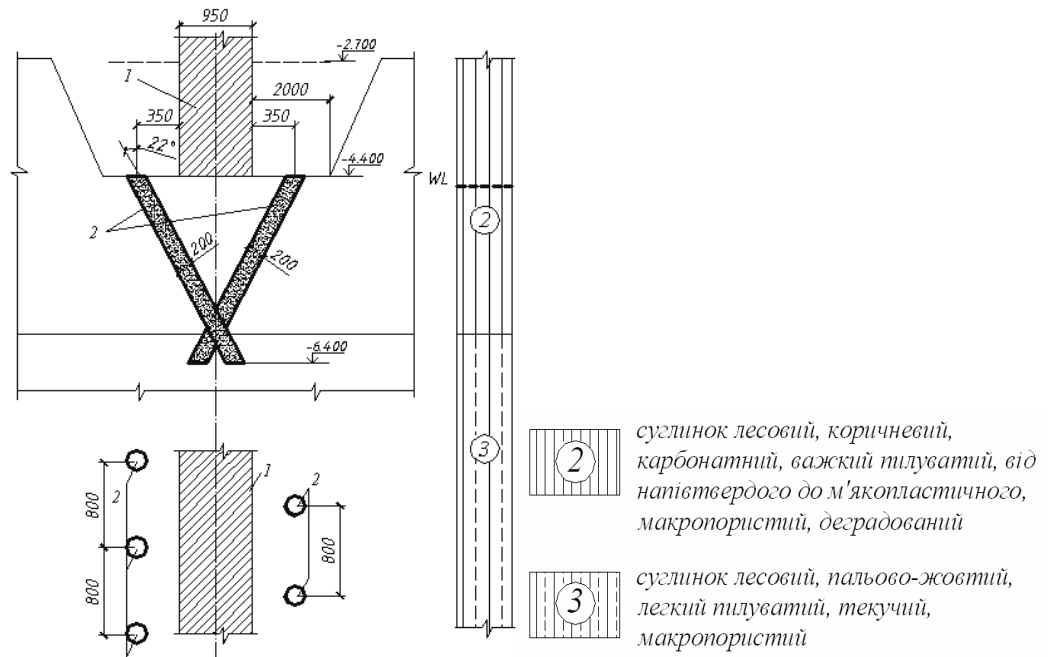


Рис. 2 – Схема підсилення основи існуючого фундаменту:

1 – існуючий фундамент, 2 – ґрунтоцементний елемент

Загальне осідання фундаменту внаслідок армування основи на глибину 2,0 м нижче підшови фундаменту знизилося з $S=15,1 \text{ см}$ до $S=6,6 \text{ см}$. Додаткове осідання реконструйованого фундаменту склало $S=1,44 \text{ см}$, що відповідно до ВСН 490-87 [1] не перевищує нормативної величини для багатопверхових безкаркасних будівель із несучими стінами 1-ї категорії (нова надземна частина) за станом $[S] = 2,0 \text{ см}$.

Висновки з проведених досліджень. Накопичений у процесі досліджень досвід використання ґрунтоцементних елементів для підсилення основ і фундаментів, які підлягають реконструкції, показав:

– за допомогою похилих елементів можливо збільшити модуль деформації товщі E , що підсилюється, і розрахунковий опір ґрунту R до потрібної величини шляхом змінювання відстані між елементами та їх довжини;

– надійно розв’язується відома проблема про підсилення ґрунту при розширенні існуючих фундаментів.

Література

1. ВСН 490–87. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки / ЦНИИС Минтрансстроя СССР.– М., 1986. – 39 с.

2. Токин А.Н. *Фундаменты из цементогрунта* / А.Н. Токин. – М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.
3. *Армування основ будівель і споруд* / [М.Ф. Друкований, В.Г. Черний, Г.І. Черний, В.С. Шокарев]. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 125 с.
4. Друкований М.Ф. *Армирование грунта при реконструкции зданий и сооружений* / М.Ф. Друкований, Г.И. Черный, В.С. Шокарев // *Будівельні конструкції: зб. наук. пр.* – К. : НДІБК, 2001. – Вип. 54. – С. 37 – 41.
5. Зоценко М.Л. *Порівняльна характеристика фундаментів будівель і споруд із паль та на армованій основі* / М.Л. Зоценко, І.М. Сухоросов, Л.М. Зоценко // *Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. пр. (будівництво) / Держ. наук.-дослід. ін-т будівельних конструкцій Мінбуду України.* – К. : НДІБК, 2007. – Вип. 66. – С. 405 – 409.
6. Ковальський Р.К. *Підсилення основ методом армування в умовах реконструкції* / Р.К. Ковальський // *Будівельні конструкції: зб. наук. пр.* – К. : НДІБК, 2001. – Вип. 54. – С. 98 – 102.
7. Шокарев В.С. *Проблемы оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений* / В.С. Шокарев // *Будівельні конструкції: зб. наук. пр.* – К. : НДІБК, 2000. – Вип. 53. – С. 23 – 28.

Надійшла до редакції 27.05.2009

© Р.В. Петраш, О.В. Петраш