

## ДОСВІД ВИРІШЕННЯ ГЕОТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

М.Л.Зоценко<sup>1</sup>, д.т.н., проф., Ю.Л.Винников<sup>1</sup>, д.т.н., проф.,  
П.М.Омельченко<sup>2</sup>, к.т.н., О.В.Суходуб<sup>2</sup>, ін.ж.

<sup>1</sup> Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка, Україна  
<sup>2</sup> ТОВ «ЕКФА», Полтава, Україна

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Переважну частину території України віднесено до складних інженерно-геологічних умов (просадочні й слабкі ґрунти, підтоплені території), у яких експлуатація об'єктів пов'язана із загрозами нерівномірних деформацій, тріщин у несучих конструкціях, зниження експлуатаційної надійності будівель і споруд. Через дорожнечу будівництва і його складність за умов щільної міської забудови зростають обсяги реконструкції. Набули популярності надбудови будівель і споруд, перепланування внутрішнього простору, що веде до зростання навантаження на існуючі основи та фундаменти.

**Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Тому актуальність досліджень зумовлена необхідністю розв'язувати проблему вибору можливості:

–використання фундаментів у існуючому вигляді при наявності резервів несучої здатності основ [1 – 5];

–пересаджування існуючих фундаментів на палі різних видів (збірні, що занурюють вдавлюванням або пневмопробійниками, бурін'єкційні, буронабивні, ґрунтоцементні та ін.), що передають навантаження на більш глибокі міцні ґрунти [1 – 3, 6, 7];

–підсилення основ під існуючими фундаментами ущільненням ґрунту пневмопробійниками [7, 8], спіралеподібними снарядами, армуванням масиву ґрунтоцементними елементами (ГЦЕ) [9] і т. ін.

При цьому, зазвичай, оцінюють напружено-деформований стан системи «основа – фундамент – споруда» при реконструкції [10], щоб додаткові осідання та їх нерівномірність (залежно від категорії споруди), що виникнуть при реконструкції, не перевищили допустимих, а в процесі подальшої експлуатації знову визначають технічний стан будівлі [11].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття.** Для їх більш широкого впровадження в геотехнічну практику потрібен певний практичний досвід застосування перелічених вище геотехнічних методів на натурних об'єктах.

**Звідси мета роботи** – аналіз результатів авторського науково-технічного супроводження ефективних методів підсилення основ і фундаментів при реконструкції натурних об'єктів.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Пересаджування існуючих фундаментів на палі здійснено, зокрема, при реконструкції БКБПФу Полтаві. Двоповерхова цегляна будівля без підвалу була зведена в 1958 р. Товщина її несучих стін 510 і 640 мм. Фундаменти – стрічкові, бутові, з шириною підшови 1100 і 1500 мм при глибині закладання 2,95 та 3,25 м (рис. 1). Залізобетонні пояси відсутні.

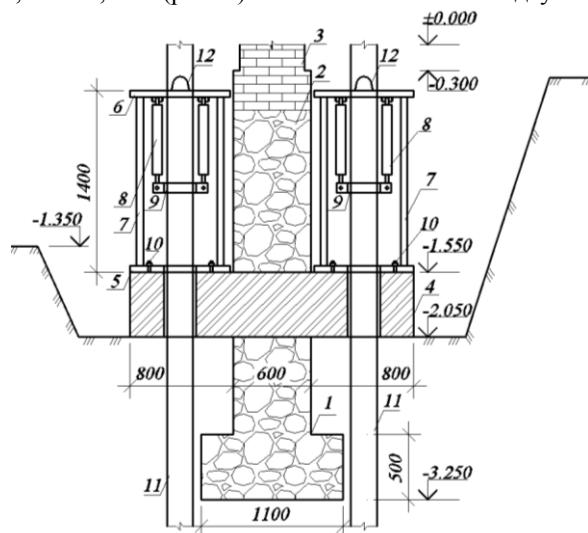


Рис. 1 – Схема вдавлювання паль: 1 – існуючий фундамент; 2 – гідроізоляція; 3 – цегляна кладка; 4 – розподільча балка; 5 і 6 – нижня та верхня опорні плити; 7 – стояки; 8 – гідроциліндри; 9 – захват для секцій паль; 10 – анкерні болти; 11 – паля; 12 – петля

Через підняття рівня ґрунтових вод суттєво знизилась механічна властивість насипних і лесованих ґрунтів (основа фундаментів). Тому в 1991 р. ширина тріщин в несучих стінах місяцями досягла кількох сантиметрів, через що фасадна частина почала «відриватися» від іншої частини будівлі. Кожна паля мала 2 – 4 секції металевих труб  $\varnothing 168$  мм і довжиною 3 м, які послідовно зварювали між собою в процесі їх

вдавлювання. Перша секція палі мала металевий наконечник із кутом при вершині  $30^\circ$ . Несуча здатність дванадцятиметрових паль складала 259 – 441 кН. З обох боків від стіни відривали шурфи розміром 1,5x1 м у плані і глибиною 2 м із середини та 0,8 м – із зовні. Перфоратором пробивали отвори в фундаменті, встановлювали опалубку, арматурні каркаси й бетонували балки довжиною 2200 мм і перерізом 500x500 мм. У балці залишали відрізки труби  $\varnothing 214$  мм і по 4 анкерні болти з кожного її кінця (рис. 1). До вдавлювання паль бетон 28 діб набирив міцність. Пристосування для вдавлювання паль встановлювали на балку і закріплювали анкерними болтами. Воно мало 2 опорні плити, 4 стояки з металевих кутиків, 2 гідроциліндри  $\varnothing 110$  і 130 мм, захват для паль, петлю для переміщення пристосування, а також маслостанцію на 2 пристосування. Палю вставляли у відрізки труби, фіксували в пристрої захватом. Вдавлювали першу секцію палі, зварюванням стикували до неї другу, яку фіксували і вдавлювали й т. д. Палі вдавлювали одночасно з обох боків від стіни, потім їх через верхній отвір бетонували. Палю включали в роботу швелером поверх її голови, який приварювали до анкерних болтів. Зусилля вдавлювання палі складало 250 – 300 кН при швидкості її занурення 0,1 – 0,4 м/хв. Усього було вдавнено 60 паль. Нівелюванням марок встановлено, що додаткові осідання будівлі за період підведення паль і наступної експлуатації не перевищили 6 мм, що менше за граничне додаткове осідання будівлі при реконструкції [3].

Єй досвід [8] армування за допомогою пневмопробійників основ існуючих фундаментів насосних агрегатів станції перекачування нафти. Агрегат має два елементи на фундаменті. Привод – електродвигун з частотою обертання 50 Гц і потужністю 2,5 МВт. Відцентровий насос мав ту ж частоту обертання. Ці елементи зв'язані муфтою, що проходила крізь брандмауер. Фундамент (рис. 2) з монолітного бетону мав у плані довжину 5,8 м, ширину 1,9 м під електродвигун і 1,4 м під насос й глибину закладання 1,5 м. Проектом будівництва була передбачена під фундаменти ущільнена піщано-гравійна подушка товщиною 0,5 м, але вона фактично відсутня. Фундаменти спирались на суглинок насипний, недоущільнений, напівтвердий (1 – 2 м) з вмістом органічних речовин до 9% та нафтовміщуючою рідиною в порах. Цей прошарок підстилав суглинок важкий пілуватий, твердий.

Динамічний вплив від агрегату призвів до розвитку нерівномірних осідань слабкої основи зі швидкістю 0,5 мм/місяць і кренувбк частини фундаментів під насоси. Перекоси фундаментів ускладнювали роботу муфти і вимагали її регулювання. За нормами граничні горизонтальні коливання для цих машин складали 0,05 мм, але амплітуди коливань

фундаментів до підсилення їх основ були 0,12 – 0,16 мм. Це загрожувало роботі насосів. Підсилення основи виконували похилими жорсткими елементами під кутом до вертикалі  $15^{\circ}$  і  $9^{\circ}$  (рис. 2) у послідовності: за периметром фундаменту до рівня його підшови відривали траншею; з її дна пневмопробійником ИП4605А з кроком 400 – 500 мм проходили свердловини  $\varnothing 130$  мм, глибиною 800 мм; їх заповнювали жорстким бетоном класу В10, що втрамбовували в стінки і дно свердловин тим же пневмопробійником, цикл повторювали 6 разів; свердловини армували каркасом з 4 стержнів  $\varnothing 12$  АІ; свердловини заповнювали литим бетоном класу В12.5; траншеї засипали суглинком оптимальної вологості з пошаровим ущільненням вібротрамбівками. Кількість елементів для армування основи фундаменту – 37. Після такого посилення основи горизонтальні коливання фундаментів знизились до 0,023 – 0,028 мм.

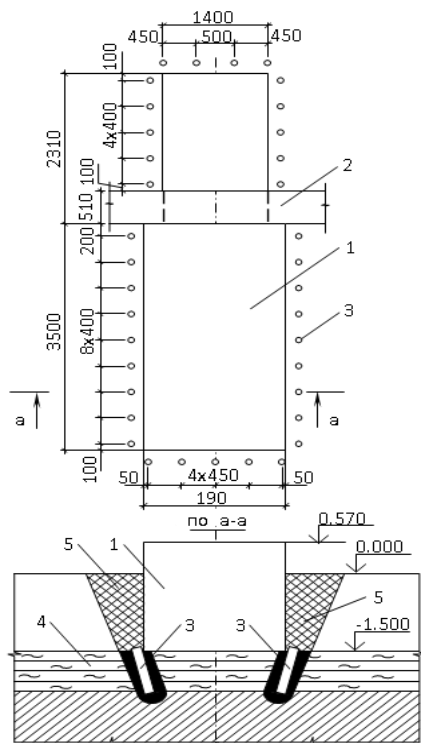
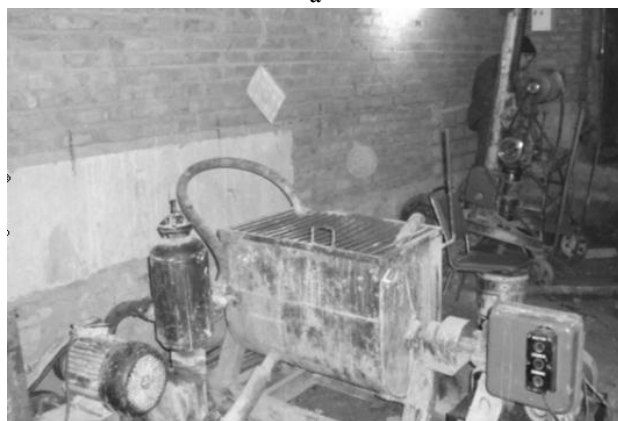


Рис. 2 – Схема підсилення основи фундаменту під насосний агрегат:  
 1 – фундамент; 2 – брандмауер; 3 – елементи підсилення;  
 4 – слабкий прошарок; 5 – ущільнений ґрунт

Автори спільно з ТОВ «Фундаментбуд - 3» мають певний досвід [9] армування основ фундаментів ГЦЕ з дна котловану і з підвалу (рис. 3).



а



б

Рис. 3 – Обладнання для виготовлення ГЦЕ для підсилення основ існуючих фундаментів будівель: а – з дна котловану; б – з підвалу

Бурозмішувальний метод виготовлення ГЦЕ полягає в тому, що за допомогою бурозмішувальної установки долотом-бурозмішувачем ґрунт розпушують, просочують водоцементною суспензією та перемішують до однорідного стану ґрунтоцементної суміші.

Обладнання для виготовлення ГЦЕ містить (рис. 3): буровий верстат БМ-811м на базі автомобіля «Урал», шнеки якого замінено на бурові штанги  $\varnothing 100$  мм, які виготовлено з внутрішнім каналом для по-



## **construction. Which are made to improve soil bearing capacity and reduce its deformation properties.**

### *Література*

- 1.** Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение развития городов/ В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин – СПб.:«Геореконструкция», 2010. – 551 с.**2.** Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий/ Монография. – П.А. Коновалов, В.П. Коновалов. – М.: АСВ, 2011. – 384 с.**3.** Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. – М.: АСВ, 2014. – 728 с.**4.** Гранько О.В. Досвід виконання надбудов на замкнених лесових ґрунтах Полтавщини / О.В. Гранько, Ю.Л. Винников, О.В. Семко // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 75: Кн. 2. – К.: НДІБК, 2011. – С. 391 – 397. **5.** Vynnykov Yu. The Use of Reserves of Bearing Capacity of Base and Foundations During Reconstruction of Buildings / Yu. Vynnykov, N. Zotsenko, A. Yakovlev // Reconstruction of Historical Cities and Geotechnical Engineering. – Proc. of Intern.Geotechnical Conf. – SPtb. – М.: ASV, 2003. – V.1. – P. 367 – 370. **6.** Зоценко М.Л. Підсилення фундаментів палями з трубобетону / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, Г.Т. Стороженко, П.М. Омельченко // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во)/ Полт. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Вип. 3 (33). – Полтава: ПНТУ, 2012. – С. 72 – 77. **7.** Зоценко М.Л. Використання пневмопробійників при влаштуванні та реконструкції основ і фундаментів / М.Л. Зоценко, В.М. Передерій, М.Ф. Передерій. – Полтава: ПолтНТУ, 2002. – 17 с. **8.** Посилення основ фундаментів електродвигунів нахиленим армуванням за допомогою пневмопробійників / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, П.М. Омельченко, М.Ф. Передерій // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. Вип. 55. – К.: НДІБК, 2001. – С. 53–54. **9.** Characteristics of manmade stiff grounds improved by drill-mixing method / M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, I. Lartseva and at. // Proc. of 15<sup>th</sup> European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.– Athens.– 2011.– P. 1097 – 1102. **10.** Винников Ю.Л. Моделирование напряженно-деформированного состояния системы «реконструируемое здание – фундаменты – основание» / Ю.Л. Винников, А.В. Суходуб, О.В. Кичаева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2015. – №2. – Пермь: ПНИПУ. – С. 50 –63. **11.** Винников Ю.Л. Результати оцінювання технічного стану надбудованих будівель на фундаментах, які влаштовані без виїмання ґрунту / Ю.Л. Винников, О.В. Гранько, Р.В. Раздуй, О.В. Суходуб // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. №53. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2014. – С. 67 – 72.