

Застосування вдавлюваних трубобетонних паль, при реконструкції інженерно-лабораторного корпусу ПАТ "Хмельницькобленерго"

Богдан Демчина¹, Юрій Кунанець², Євген Главацький³, Михайло Сурмай⁴

^{1,2,3,4}Національний університет «Львівська політехніка», Інститут будівництва та інженерних систем
79013, Україна, м. Львів, вул. С. Бандери 12

¹bogdan195809@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3498-1519>

²kunanets.yura@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3171-5394>

³glavatskyeugene@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-4444-6269>

⁴mykhailo.i.surmai@lpnu.ua, <http://orcid.org/0000-0002-5381-6500>

DOI: 10.32347/2522-4182.6.2020.64-71

Анотація. При реконструкції споруди часто є необхідність підсилення фундаментів, а якщо добавляються нові конструктивні елементи такі як діафрагма чи колона, то завдання суттєво ускладнюється. Складність полягає в тому, що нові фундаменти, підсилені та існуючі працюють в різних умовах і потрібно щоб їх осадки в процесі експлуатації були однаковими.

Було виконано підсилення фундаментів існуючого будинку на об'єкті: «Інженерно-лабораторний корпус ПАТ "Хмельницькобленерго" по вул. І. Франка, 24/1 в м. Хмельницькому», реконструкція якого відбувалася з надбудовою ще одного поверху та прибудовою додаткової сходової клітки і ліфтової шахти.

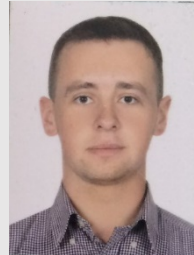
В даній статті описано конструктивні рішення по підсиленню стовпчастих фундаментів під двома колонами, між які заводилась з/б діафрагма. Також представлено конструкцію фундаменту та методику його виконання, в якому поєднано палі двох видів: буронабивні з розширеною п'ятою та вдавлювані трубобетонні. В обох випадках спочатку виготовлявся монолітний ростверк з отворами через які пізніше вдавлювалися багатосекційні трубобетонні мікропалі. Після вдавлювання, палі з'єднувалися з ростверком за допомогою приварювання до закладних деталей. Далі простір між палею та закладною деталлю заповнювався бетоном.

Проведено серію випробувань, щоб перевірити несучу здатність паль та їх осадку при розрахунковому навантаженні.



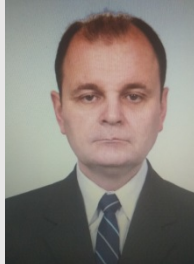
Богдан Демчина

д.т.н., професор кафедри будівельних конструкцій та мостів



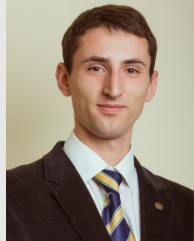
Юрій Кунанець

аспірант кафедри будівельних конструкцій та мостів



Євген Главацький

с.н.с. кафедри будівельних конструкцій та мостів



Михайло Сурмай

к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій та мостів

Статичне вдавлювання проводилось за допомогою силового стенду, який кріпився до арматурних анкерних стержнів, що були попередньо забетоновані в монолітний ростверк.

Проведено аналіз ефективності та надійності впроваджених рішень.

Розроблена методика виконання фундаментів з використанням багатосекційних вдавлених паль яка дозволила справитись з поставленими завданнями без додаткових фінансових затрат.

Ключові слова: підсилення; мікропалі; вдавлення; реконструкція; фундаменти; ростверк.

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі України існує тенденція до збільшення обсягів робіт із будівництва та реконструкції в умовах щільної міської забудови [1] та освоєння територій із складними інженерно-геологічними умовами. При реконструкції часто виникає потреба виконання додаткових елементів жорсткості, щоб привести конструктивну схему споруди у відповідність до діючих норм [2,3], в таких випадках часто необхідно підсилювати існуючі або добавляти нові фундаменти.

Одним з таких випадків була реконструкція Інженерно-лабораторного корпусу ПАТ "Хмельницькобленерго" по вул. І. Франка, 24/1 в м. Хмельницькому. Було поставлено два завдання: 1) виконати підсилення фундаментів під двома колонами, між які заводилась з/б діафрагма; 2) виконати нові три фундаменти під прибудовану ліфтову шахту та сходову клітку. Особливі вимоги до даних фундаментів – мінімізувати різницю осідань нових та існуючих фундаментів після прибудови та надбудови (реконструкції). Була необхідність в розробці комплексної методики підсилення фундаментів в складних умовах. Необхідними властивостями володіють вдавлені мікропалі [4,5], тому було прийнято рішення застосувати їх як основний елемент в даній роботі.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженнями ефективних підсилень фундаментів в складних умовах присвячені роботи [6-9].

Вагомим вкладом у дослідження роботи мікропаль є також робота [10], у якій була розроблена та досліджена раціональна конструкція наконечника палі, встановлено величину максимального зусилля вдавлення, а також виявлено, що несуча здатність вдавлених паль по ґрунту збільшується із часом їх відпочинку, а саме через 5років до 17%.

МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є розробити методику виконання фундаментів під нові конструктивні елементи існуючої споруди, та оцінити ефективність впроваджених рішень.

Всі роботи повинні виконуватися малогабаритним обладнанням без застосування динамічних навантажень.

Виконати випробування серії паль статичним навантаженням.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Враховуючи вище наведені умови було прийнято рішення застосувати вдавлені багатосекційні трубобетонні палі Ø159мм.

У першому завданні фундамент під з/б діафрагму виконали шляхом підсилення двох існуючих стовпчастих фундаментів, об'єднавши їх в один з/б ростверк з отворами із закладних деталей.

Через ці отвори після набору бетоном ростверку відповідної міцності вдавлювалися мікропалі та з'єднувалися з ним. (рис.1,2).

Вдавлююча установка кріпилася до арматурних анкерних стержнів які попередньо монтувались у з/б ростверк, таким чином що реактивне зусилля від установки підчас вдавлення сприймалося вагою споруди .

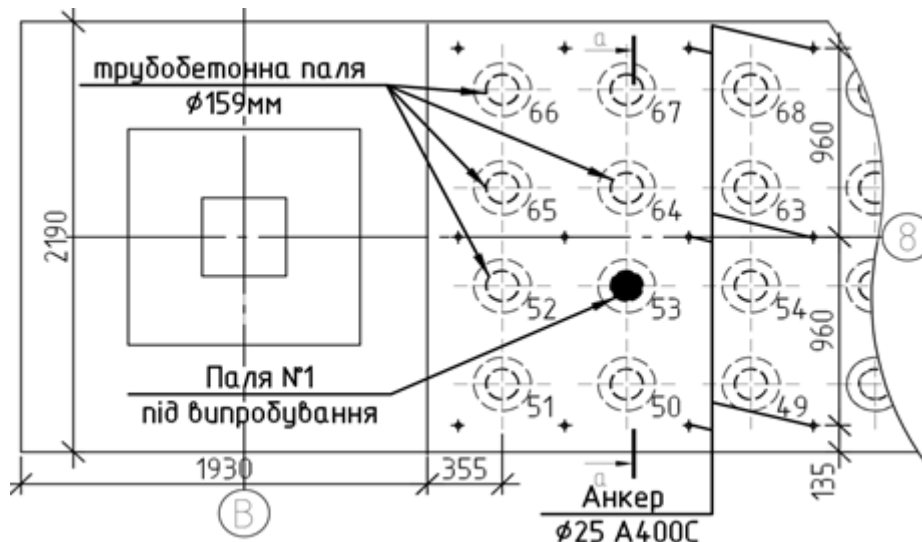


Рис. 1. Фрагмент схеми фундаменту під діафрагму
Fig. 1. Fragment of scheme of the foundation under the diaphragm

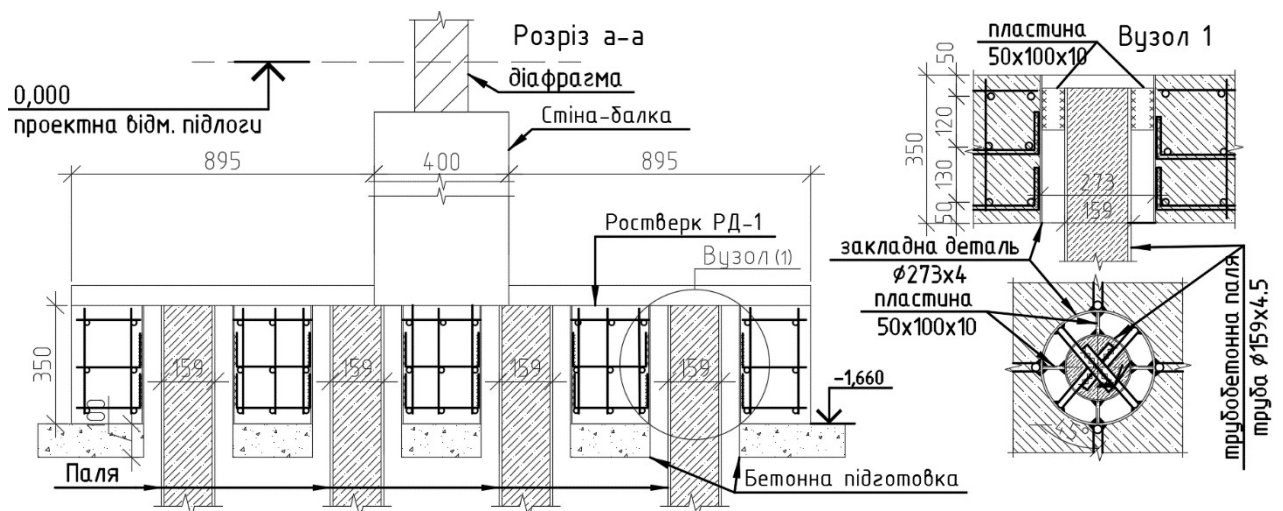


Рис. 2. Влаштування палей у фундаменті під діафрагму
Fig. 2. Arrangement of piles in the foundation under the diaphragm

У другому, як і в першому завданні фундаменти під зовнішню прибудову потрібно було робити палевими щоб осадка була мінімальною не більшою 8мм. Враховуючи складні геологічні умови, палі повинні бути бурін'єкційними з обсадною трубою, або вдавлювані. Економічно більш вигідно було виконання вдавлюваних трубобетонних палей.

По аналогії із першим завданням було виконано з/б ростверк з отворами. Але щоб сприйняти реактивне зусилля від вдавлюючої установки було розроблено спеціальну

комбіновану конструкцію з/б ростверку: були попередньо забурені буронабивні анкерні палі з розширеною п'ятою які анкерилися в ростверк та через які реактивне зусилля передавалося на ґрунти основи.

Після вдавлювання трубобетонних палей усі вони з'єднувалися з ростверком «під навантаженням» шляхом зварювання через закладні деталі, для включення їх в сумісну роботу із ростверком (рис.3,4).

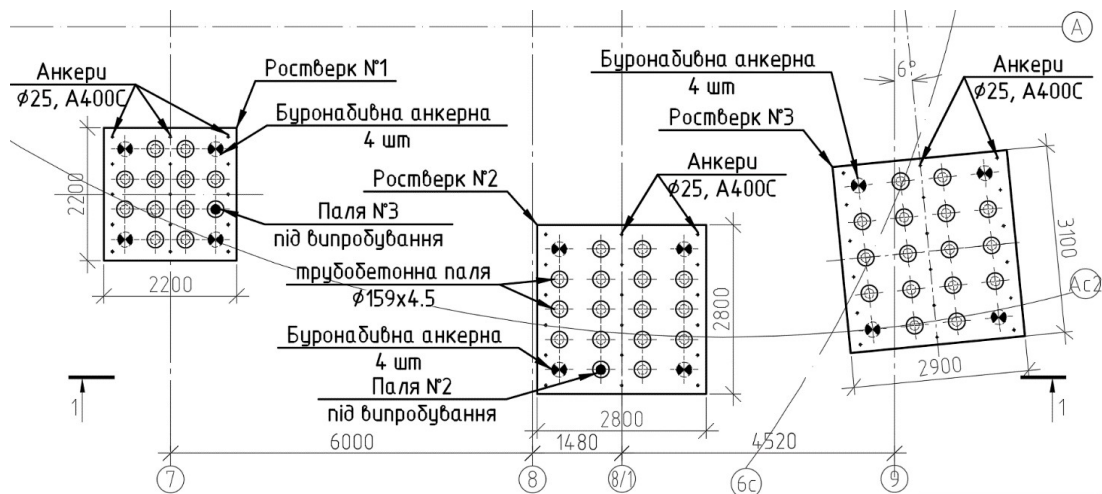


Рис. 3. Схема фундаментів під прибудовану частину будівлі
 Fig. 3. Scheme of foundations for the attached part of the building

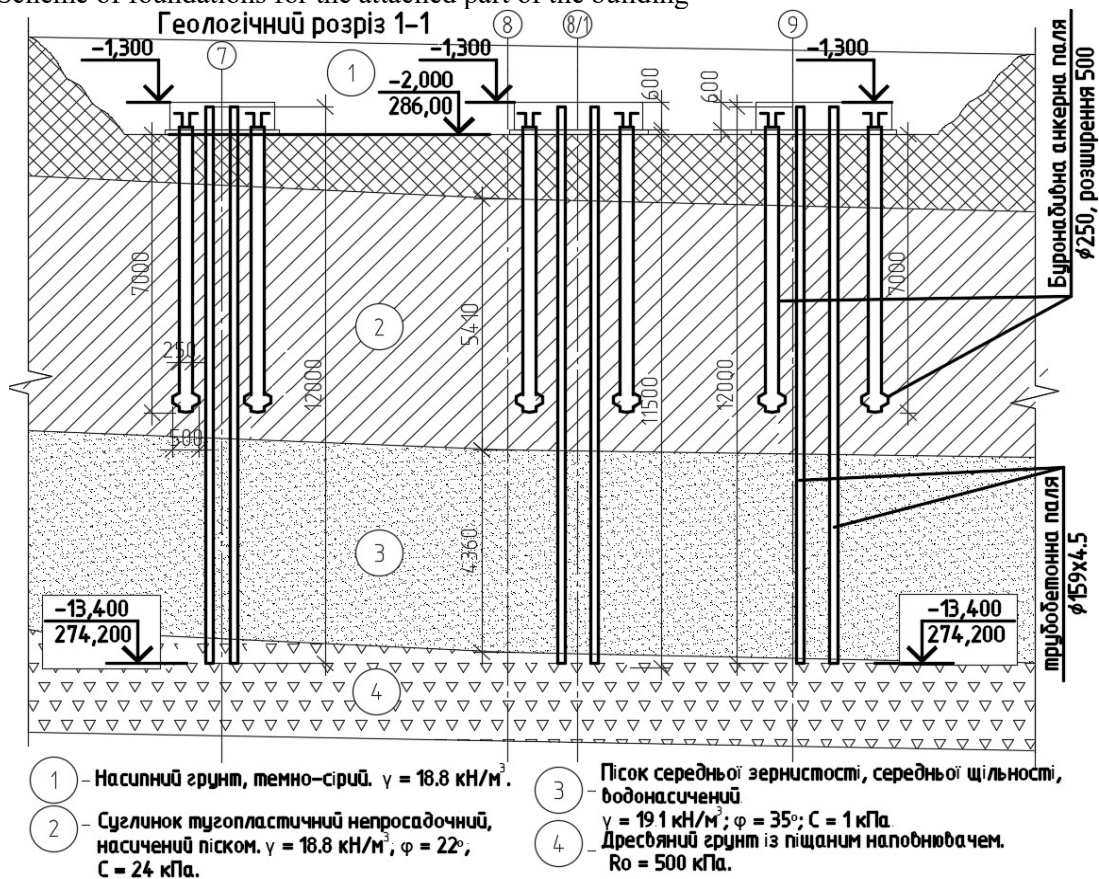


Рис. 4 Посадка на геологію фундаментів під прибудовану частину будівлі
 Fig. 4. Landing on the geology of the foundations for the attached part of the building

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

Метою випробувань було перевірити несучу здатність палі та їх осадку при розрахунковому навантаженні 250 кН.

Статичне вдавлювання виконувалось за допомогою силового стенду, який кріпився до арматурних анкерних стержнів Ø25, що були попередньо забетоновані в монолітний ростверк.

Завантаження мікропалі здійснювали окремими ступенями центрально прикладеним навантаженням від гідравлічного

домкрата. Величину ступеня навантаження приймали 30 кН відповідно до вимог [11], що відповідало 1/10 величини граничного передбачуваного програмою досліджень навантаження 300 кН. На кожній ступені навантаження витримували до умовної стабілізації осідання, яке згідно з вимогами [11] для даних ґрунтових умов становило 0,1 мм за останні 60 хв спостережень. Осідання мікропалі вимірювалось двома прогиномірами системи Аістова (ПА-1, ПА-2) розташованими у двох діаметрально протилежних точках перерізу палі у верхньому її кінці (рис.5,6).

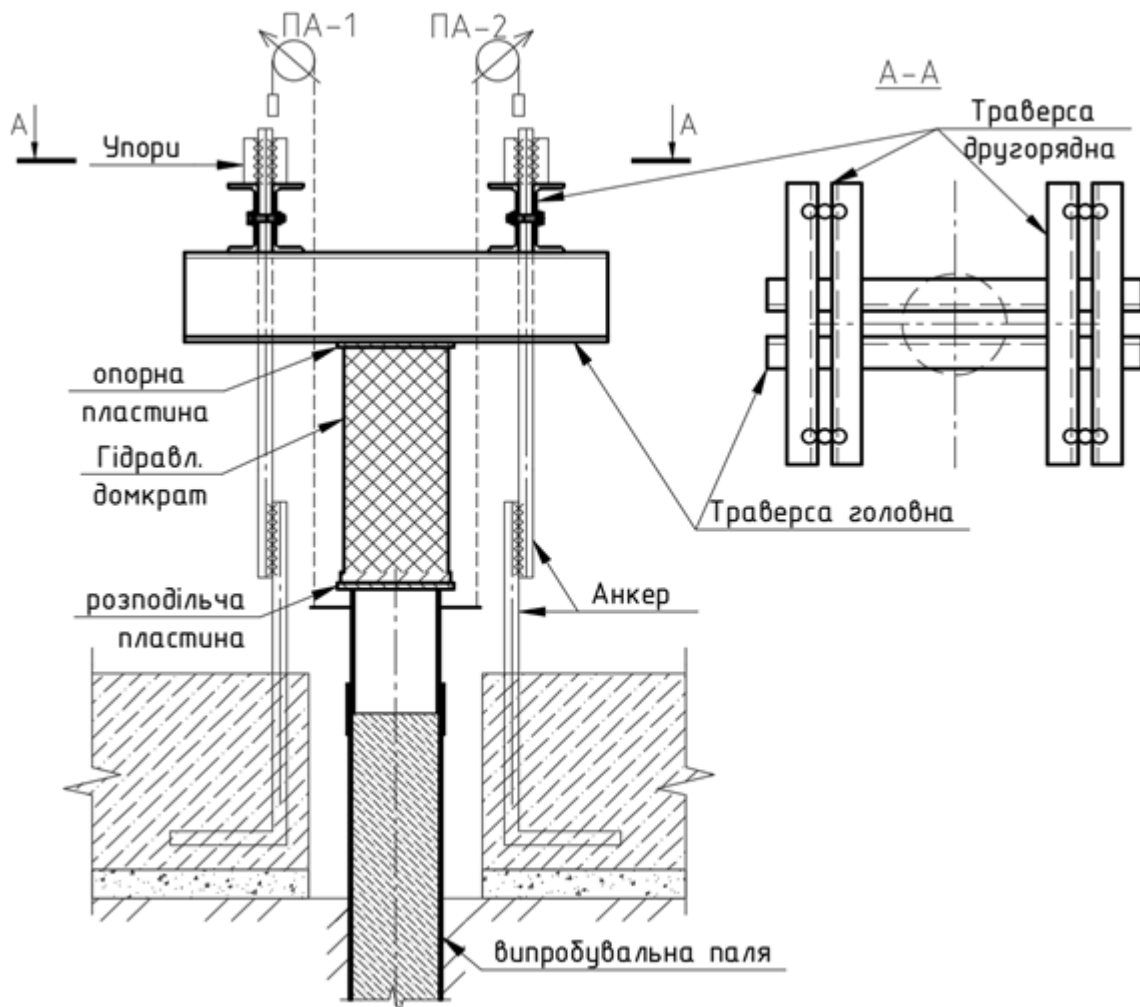


Рис. 5. Схема випробування палі
Fig. 5. Pile test scheme

Результати випробувань палі представлені у вигляді графіків залежності «навантаження - осідання» на (рис. 7). Навантаження палі статичним вертикальним навантаженням було заве-

ршено при досягненні навантаження $F_d=250 \times 1,2=300$ кН. при стабілізованих по двох приладах переміщеннях випробуваної палі - 7,8 мм.



Рис.6. Процес випробування.
Fig. 6. Test process

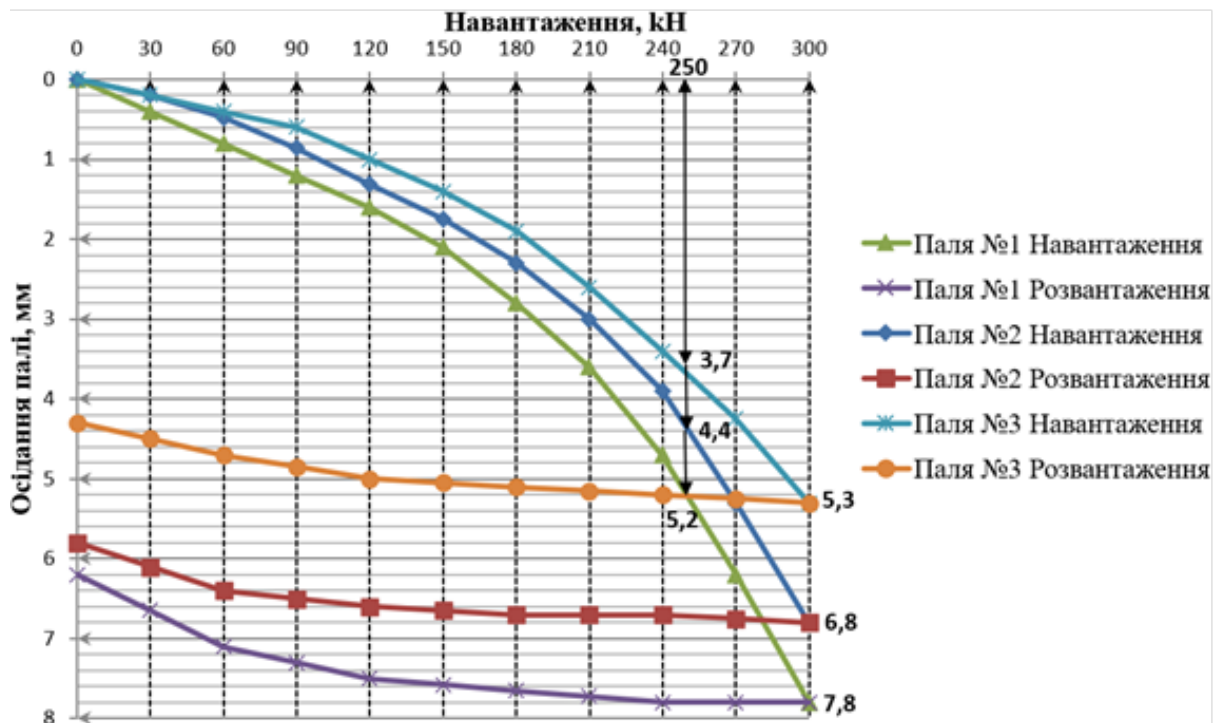


Рис.7 Графік залежності осідання від навантаження.
Fig. 7. Graphs of sediment dependence on load

ВИСНОВКИ

Розроблено методику виконання фундаментів під нові конструктивні елементи існуючої споруди на основі багатосекційних вдавлюваних трубобетонних паль в тому числі з використанням буронабивних анкерних паль з розширеною п'ятою. В результаті впроваджених пропонованих проектних рішень отримано економічний ефект в розмірі 42.3 тис. грн. у порівнянні з можливим використанням буров'єкційних паль з обсадною трубою

Результати випробування паль показали максимальне їх осідання 5.2 мм при розрахунковому навантаженні 250 кН, що нижче допустимих 8 мм. З графіків видно, що максимальна різниця осідань між палями складає 1,5мм, при навантаженні 250 кН. Отримані результати підтверджують ефективність застосування вдавлюваних мікропаль при реконструкції даної споруди.

Мікропалі, які працюють як палі-стійки потребують подальших досліджень їх несучої здатності в різних ґрунтових умовах та в різних варіантах виконання.

ЛІТЕРАТУРА

1. **ДБН В.1.2-12-2008.** Будівництво в умовах ущільненої забудови. К.: *Мінрегіонбуд України*, 2008. 44 с.
2. **ДБН В.1.1-12:2014.** Будівництво в сейсмічних районах України. К.: *Мінрегіон України*, 2014. 110 с
3. **ДБН В.2.1-10-2018.** Основи і фундаменти будівель та споруд. *Основні положення*. К.: *Мінрегіон України*, 2018. 36 с.
4. **ВБН В.2.1-36-2-2002.** Підсилення фундаментів будівель та споруд багатосекційними вдавлюваними палями. *ЗАТ "Укргідроспецбудпроект"*. Київ: *Укрмонтажспецбуд*, 2003. 38 с.
5. *Micropile Design and Construction. Report No. FHWA-NHI-05-039, United States Department of Transportation, 2005*
6. **Лебеда О.Ф., Корнієнко М.В., Мовчан В.О., Воронюк О.А.** Дослідження несучої здатності багатосекційної вдавлюваної палі невеликого діаметру в ґрунтових умовах київського лесового плато. *Основи і фундаменти*. Київ. 2008. Вип. 31. С. 47-57.

7. **Лебеда О.Ф., Корнієнко М.В., Літнарівч Є.В., Мовчан В.О.** Особливості підсилення фундаментів пам'ятки архітектури – контори цукрозаводчика *Харитоненка в м. Суми. Світ геотехніки. Запоріжжя*. 2016. Вип. 31. С. 30-33.
8. **Демчина Б.Г., Моркляник Б.В., Базилевич Я.О., Пелех Т.Б.** Підсилення фундаментів будинків під час їх реконструкції у м. Львові. *Архітектурний вісник. Львів*. 2001. Вип. 1. С.34-35.
9. **Ониський Б.М., Демчина Б.Г., Сорока Я.В., Канюк В.М.** Підсилення фундаментів залізобетонними буронабивними мікропалями під час реконструкції будинків в умовах суцільної забудови. *Теорія і практика будівництва. Львів*. 2004. Вип. 520. С.209-213.
10. **Моркляник Б.В.** Підсилення фундаментів існуючих будинків на слабких ґрунтах методом вдавлювання паль: *дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій. Київ, 2005. 140 с.*
11. **ДСТУ Б В.2.1-1-95.** Ґрунти. Методи польових випробувань палями. – К.: *Держкоммістобудування України*, 1996. 63с.

REFERENCES

1. **DBN V.1.2-12-2008.** *Budivnictvo v umovah ushilenoyi zabudovi. K.: Minregionbud Ukrainy, 2008. 44 p.*
2. **DBN V.1.1-12:2014.** *Budivnytstvo v seismichnykh raionakh Ukrainy. K.: Minrehion Ukrainy, 2014. 110 p*
3. **DBN V.2.1-10-2018.** *Osnovy i fundamenty budivel ta sporud. Osnovni polozhennia. K.: Minrehion Ukrainy, 2018. 36 p.*
4. **VBN V.2.1-36-2-2002.** *Pidsylennia fundamentiv budivel ta sporud bahatosektsiinymy vdavliuvanymy paliamy. ZAT "Ukrhidrospetsbudproekt". Kyiv: Ukrmontazhspetsbud, 2003. 38 p.*
5. **Micropile Design and Construction. Report No. FHWA-NHI-05-039, United States Department of Transportation, 2005**
6. **Lebeda O.F., Korniienko M.V., Movchan V.O., Voriuiuk O.A.** *Doslidzhennia nesuchoi zdatnosti bahatosektsiinoi vdavliuvanoi pali nevelykoho diametru v gruntovykh umovakh kyivskoho lesovoho plato. Osnovy i fundamenty. Kyiv. 2008. Vyp. 31. pp. 47-57.*

7. **Lebeda O.F., Korniienko M.V., Litnarovych Ye.V., Movchan V.O.** Osoblyvosti pidsylennia fundamentiv pamiatky arkhitektury – kontory tsukrozavodchyka Kharytonenka v m.Sumy. Svit heotekhniky. Zaporizhzhia. 2016. Vyp. 31. pp. 30-33.
8. **Demchyna B.H., Morklianyk B.V., Bazylevych Ya.O., Pelekh T.B.** Pidsylennia fundamentiv budynkiv pid chas yikh rekonstruktsii u m. Lvovi. Arkhitekturnyi visnyk. Lviv. 2001. Vyp. 1. pp. 34-35.
9. **Onyskiv B.M., Demchyna B.H., Soroka Ya.V., Kaniuk V.M.** Pidsylennia fundamentiv zalizobetonnykh buronabyvnykh mikropaliamy pid chas rekonstruktsii budynkiv v umovakh sutsilnoi zabudovy. Teoriia i praktyka budivnytstva. Lviv. 2004. Vyp. 520. pp. 209-213.
10. **Morklianyk B.V.** Pidsylennia fundamentiv isnuiuchykh budynkiv na slabkykh gruntakh metodom vdavliuvannia pal: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.02. Naukovo-doslidnyi instytut budivelnykh konstrukttsii. Kyiv. 2005. 140 p.
11. **DSTU B V.2.1-1-95.** Hrunty. Metody polovykh vyprobuvan paliamy. – K.: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy, 1996. 63 p.

**APPLICATION OF PRESSED
PIPE-CONCRETE PILES,
AT RECONSTRUCTION OF THE
ENGINEERING AND
LABORATORY CASE
PAT "KHMELNYTSKOBLENERGO"**

*Bohdan Demchyna, Yurii Kunanets,
Yevhen Hlavatskyi, Mykhailo Surmai*

Abstract. During the reconstruction of a building, it is often necessary to strengthen the foundations, and if new structural elements such as a diaphragm or a column are added, the task becomes much more complicated.

The difficulty is that the new foundations, reinforced and existing, work in different conditions and require that their sedimentations during operation were the same.

Foundations of the existing building were reinforced at the facility: “Engineering and laboratory building of PAT“ Khmelnytskoblenenergo ” I. Franka street , 24/1 in Khmelnytskyi ”, the reconstruction of which took place with the annex of another floor and extension of an additional stairwell and elevator shaft.

This article describes the design solutions for strengthening columnar foundations under two columns, between which a reinforced diaphragm was arranged.

The construction of the foundation and the method of its execution are also presented, which combines piles of two types: bored with an extended heel and pressed pipe-concrete piles.

In both cases, a monolithic grille with holes was first made, through which multi-section pipe-concrete micropiles were later pressed.

After pressing, the piles were connected to the grille by welding to the embedded parts. Then the space between the pile and the embedded part was filled with concrete.

A series of tests was performed to check the bearing capacity of the piles and their sediment at the design load. Static indentation was performed using a power stand that was attached to the reinforcing anchor rods, which were pre-concreted into a monolithic grille.

The analysis of efficiency and reliability of the implemented decisions is carried out.

The developed technique of execution of the bases with use of multi-section pressed piles allowed to cope with the set tasks without additional financial expenses.

Keywords: reinforcement; micropile; pressing; reconstruction; foundation; grille.