Commissioning of Sole Micropiles with Foundation Slabs into Compatible Construction During the Foundation Strengthening of an Existing Building

Demchyna Bohdan,

*Doctor of Engineering, Professor. National University «Lviv Polytechnic»
ORCID:0000-0002-3498-1519 (Lviv, Ukraine)*

Kunanets Iurii

*Postgraduate. National University «Lviv Polytechnic»
orcid.org/0000-0003-3171-5394 (Lviv, Ukraine)*

Abstract.

Strengthening the foundation is one of the fundamental stages of reconstruction or restoration of a building. Deformation of structures, in particular foundations, occurring in the process of long-term operation of buildings and structures. The main processes affecting the destruction, deformation and shrinkage of the foundations and foundations of buildings are the increase of load, destruction of masonry, reduction of waterproofing properties, deterioration of the stability of foundations or soils in their base, the increased deformability of soils, unacceptable movement of structures. For example, superstructure with the increase of loads on the foundations is accompanied by the restoration of the process of subsidence of the building. Many houses are superstructured, time repeatedly. To a large extent, the deformability of foundations is affected by the physical impact, i.e. construction activities that take place in the city - the development of subways, tramways, trails, engineering systems that provide the dynamic impact on the foundation from the outside.

To solve these problems, foundations are often strengthened using multi-section indentation piles and a monolithic reinforced concrete slab, which is connected to the foundations of the building. This method is quite common, especially when there are difficult conditions and limited access.

Strengthening of foundations of the existing building of the Faculty of Law of Ivan Franko National University of Lviv on 14 Sechenov Streltsov Street in Lviv was carried out using indentation piles. To improve the efficiency of new foundations, piles were included in the work.

The difficulty lies in the fact that the reinforced foundations and the existing foundations work in different conditions and it is necessary that their settlement in the process of operation was the same. Immediately after the performance of strengthening, the piles should be included in the joint work with the reinforced concrete foundation slab to work the building together with the foundations foundation soil, rather than after several years of independent settlement of the structure and loading of the strengthening piles with it.

This article also describes a technique of the additional inclusion of tubular-concrete micropiles in joint work with the foundation slab, which allowed to considerably reduce the development of the building trichen-outs and settlements after putting it into operation.

Key words. reinforcement; micropiles; indentations; reconstruction; foundations.

Актуальність дослідження. На сьогоднішній день у Львові та в інших містах з історичною забудовою є значна кількість споруд, які потребують підсилення. Як правило ці споруди вимагають в першу чергу підсилення фундаментів. Процес реконструкції цих будинків ускладнюють такі фактори, як щільна забудова [1], складні геологічні умови, обмежений простір в підвальних приміщеннях та ін.. Враховуючи ці фактори, на сьогодні досить активно застосовують метод підсилення фундаментів із використанням трубобетонних багатосекційних паль [2,3], які вдавлюються через отвори-вікна у залізобетонній фундаментній плиті, після чого

оголовки паль об'єднують з плитою. Особливістю даного методу є необхідність додаткового включення в сумісну роботу палевих фундаментів із існуючою спорудою.

Тому є необхідність в розробці методики включення паль в сумісну роботу з фундаментною плитою заведеною у фундаменти існуючої споруди. Цьому питанню присвячена дана робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями несучої здатності багатосекційних вдавлюваних мікропаль невеликого діаметру присвячені роботи [4-7]. Вагомим вкладом у дослідження роботи цих ропаль є також робота [8] у якій була розроблена та досліджена раціональна конструкція наконечника палі, встановлено величину максимального зусилля вдавлювання, а також виявлено, що несуча здатність вдавлених паль по ґрунту збільшується із часом їх відпочинку, а саме через 5років до 17%. Ефективність застосування вдавлюваних мікропаль при реконструкції підтверджено в роботі [9].

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробити методику включення паль в сумісну роботу із залізобетонною плитою, яка заведена у фундаментні стіни підвалів будівлі.

Виклад основного матеріалу. Включення паль в сумісну роботу із залізобетонною фундаментною плитою необхідно виконати для спільної роботи будівлі із ґрунтом основи одразу після виконання підсилення фундаментів, а не через декілька років самостійного осідання споруди та привантаження нею паль підсилення. Необхідність такого додаткового включення паль в сумісну роботу з підсилюваною будівлею була доказана під час підсилення будівлі юридичного факультету ЛНУ ім. Ів.Франка по вул. Січових Стрільців,14 у м.Львові.

До початку виконання включення паль в сумісну роботу з будівлею були виконані наступні роботи: забетонована залізобетонна фундаментна плита (1), яка виконувала роль ростверкової плити (рис. 1,2.) зі спеціальними отворами-вікнами (2) та анкерами для кріплення установки, якою в подальшому вдавлювалися палі (3). Всього на об'єкті було вдавнено 315 трубобетонних мікропаль, діаметром металевих труб 159 мм, на глибину до 4,5...5,5 м, секціями довжиною по 0,5...1 м. Після вдавлювання в середину труб встановлювався арматурний каркас та велося бетонування внутрішньої частини труби. Металеві труби вдавлювалися спеціальною установкою, яка кріпилася до

анкерів монолітної плити. При цьому, окремі секції труб зварювалися в процесі вдавлювання між собою. Мікропалі вдавлювалися контрольованим зусиллям 300 кН. Очікувана несуча здатність палі $F=300/1.4=214$ кН. Статичне випробування палі згідно стандартної методики, [10] показало її несучу здатність $270/1.2=225$ кН >214 кН.

Готові палі витримувалися не менше 1-го місяця, після чого виконували включення палей в сумісну роботу із залізобетонною плитою згідно розробленої методики.

Рис. 1. Фрагмент план-схеми розташування палей

Рис. 2. Схематичний розріз будівлі

Методика проведення випробувань. Основною метою випробувань було дослідити роботу палей під час їхнього додавлювання. Виконувався контроль зусиль, додаткового вдавлювання

та додаткових осадок паль по всьому палевому полю. Включення в спільну роботу із залізобетонною плитою відбувалося від осі Д1, де була найбільша осадка споруди, в напрямку осі А, де осадка споруди була найменшою (рис. 3,4).

Рис. 3. Схема розташування тріщин в зовнішній стіні на фасаді в осях А-Д1

Рис. 4 План-схема груп паль з нумерацією по черзі виконання додавлювання

На рис. 5 представлено силовий стенд, який використовувався для додавлювання паль. Додаткове навантаження паль здійснювалось методом термічного нагрівання анкерів (1) в процесі їх охолодження, зусилля передавалось через систему траверс та наставки (2) на палі.

Нагрівання-охолодження анкерів відбувалося в два етапи: на першому етапі температура нагріву складала до 350°C , на другому етапі до 400°C . Температуру нагріву анкерів контролювали за допомогою пірометра. Контроль зусилля, яке діяло на палю визначали за допомогою кільцевого динамометра (3). Осадку палі визначали за допомогою двох прогиномірів Аістова (4). Після другого етапу нагрівання анкерів, палю приварювали через металеві пластини до стінок отворів-вікон (5), які були виконані з металевих труб діаметром 273мм.

Рис. 5 Силовий стенд: а) План-схема силового стенду, б) Розріз 1-1, в) Розріз 2-2.

Методика включення паль в сумісну роботу з фундаментною ростверковою плитою, а через неї з будівлею проводилась за наступною послідовністю:

1. Вирівнювалися оголовки паль за допомогою цементно-піщаного розчину марки M100.
2. Встановлювалася система траверс(3,5), наставки (2) та кільцеві динамометри (8).
3. Підтягувалися стопорні гайки (6) на анкерах (1).
4. Встановлювалися прогиноміри Аістова (7).
5. Відпускалися опорні гайки (4).

6. Нагрівали по чергові анкери (1), до червоного кольору, на довжину до 250мм, в два послідовних етапи з одночасним підкручуванням стопорних гайок(6).

7. Після охолодження анкерів (1) приварювались металеві пластини (9) до стінок закладних гільз (10). (пластини розмістили навколо палі навхрест – по чотири пластини на одну палю).

8. Після зварювання всіх палей з гільзами було знято стопорні гайки, демонтовано силовий стенд та забетоновано простір між палею та гільзою.

Загальний вигляд силового стенду для дослідження палей в процесі їх додавлювання представлено на рис.6.

Рис .6 Вигляд силового стенду для дослідження палей в процесі їх додавлювання:

а) загальний вигляд; б) нагрівання анкерів газовим пальником.

Результати випробувань представлені у вигляді графіків залежності «навантаження - осідання» для груп дослідних палей. На графіках відображено усереднені значення по дослідних

палях у кожній групі, рис. 7. Кожен графік складається з двох прямих, які відображають осідання паль під час двох етапів нагрівання анкерів.

Рис. 7.6 Діаграма осідань дослідних паль.

Результати подані на графіках показують, що додаткове усереднене осідання паль складало від 0,5 до 2,0 мм, проте в 8% паль спостерігались граничні значення від 5 до 9,1 мм при зусиллях додавлювання 40...70 кН, що складали до 40% від розрахункової несучої здатності паль рівній 179 кН, та до 32% від експериментальної несучої здатності паль рівній 225 кН. Такі результати підтверджують необхідність додавлювання паль перед їх закріпленням до фундаментної ростверкової плити.

Висновки:

1. В результаті виконаного додавлювання трубобетонних мікропаль після їхнього «відпочинку» більше 1-го місяця у вказаних інженерно-геологічних умовах встановлено, що після прикладання до паль зусилля, яке складало 18..36% від розрахункового навантаження на палю, додаткові середні осідання були в межах від 0,5мм до 5,3мм, проте у 8% паль спостерігались осадки близькі до граничних від 5,5 до 9,1 мм.

2. -Виконані дослідження підтвердили необхідність виконання додаткового додавлювання паль після їх «відпочинку» перед їх включенням в сумісну роботу з посилюваною будівлею через монолітну залізобетонну ростверкову плиту, що більш рівномірно включить ростверк в

роботу і суттєво зменшить можливість утворення додаткових тріщин в будівлі зразу після її введення в експлуатацію.

References

1. DBN B.1.2-12-2008. Budivnictvo v umovah ushilnenoyi zabudovi. K.: Minregionbud Ukrainy, 2008. 44 p.
2. VBN V.2.1-36-2-2002. Pidsylennia fundamentiv budivel ta sporud bahatosektsiinykh vdavlyuvanykh paliamy. ZAT "Ukrhidrospetsbudproekt". Kyiv: Ukrmontazhspezbud, 2003. 38 p.
3. Micropile Design and Construction. Report No. FHWA-NHI-05-039, United States Department of Transportation, 2005
4. Lebeda O.F., Korniienko M.V., Movchan V.O., Voroniuk O.A. Doslidzhennia nesuchoi zdatsnosti bahatosektsiinoi vdavlyuvanoi pali nevelykoho diametru v gruntovykh umovakh kyivskoho lesovoho plato. Osnovy i fundamenty. Kyiv. 2008. Vyp. 31. pp. 47-57.
5. Lebeda O.F., Korniienko M.V., Litnarovych Ye.V., Movchan V.O. Osoblyvosti pidsylennia fundamentiv pamiatky arkhitektury – kontory tsukrozavodchyka Kharytonenka v m.Sumy. Svit heotekhniki. Zaporizhzhia. 2016. Vyp. 31. pp. 30-33.
6. 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.
7. 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.
8. Morklianyk B.V. Pidsylennia fundamentiv isnuichykh budynkiv na slabkykh gruntakh metodom vdavlyuvannia pal: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.02. Naukovo-doslidnyi instytut budivelnykh konstruktsii. Kyiv. 2005. 140 p.
9. Demchyna B.H., Kunanets Y.M., Surmai M.I. Application of pressed pipe-concrete piles, at reconstruction of the engineering and laboratory case PAT "Khmelnyskoblennergo". Building Structures. Theory and Practice. Kyiv. 2020. Issue 6. C.64-71.
10. DSTU B V.2.1-1-95. Hrunty. Metody polovykh vyprobuvan paliamy. – K.: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy, 1996. 63 p.

Translation of the Title, Abstract and References to the Author's Language

УДК 624.154

Демчина Б., Кунаець Ю. Включення трубобетонних мікропаль в сумісну роботу з фундаментною плитою при підсиленні існуючої споруди

Анотація. Зміцнення фундаменту є одним з основоположних етапів реконструкції або реставрації будівлі. Деформації конструкцій, зокрема фундаменту, відбуваються в процесі тривалої експлуатації будівель і споруд. Основними процесами, що впливають на руйнування, деформацію і усадку основ і фундаментів будівель, є збільшення навантаження, руйнування кладки, зниження гідроізолюючих властивостей, погіршення умов стійкості фундаментів або ґрунтів у їх основі, збільшення деформативності ґрунтів, неприпустиме переміщення конструкцій. Наприклад, надбудова з збільшенням навантажень на фундаменти супроводжується відновленням процесу осідання будівлі. Безліч будинків надбудовують, часом неодноразово. В значній мірі на деформативність фундаменту впливає фізичний вплив, тобто будівельні роботи, які проводяться в місті - розвиток метрополітену, трамвайних шляхів, трас, інженерних систем, які надають динамічний вплив на фундамент ззовні.

Для вирішення цих проблем часто застосовують метод підсилення фундаментів з допомогою багатосекційних вдавлюваних паль та монолітної залізобетонної плити, яка з'єднується з фундаментами споруди. Даний метод є досить поширеним, особливо коли є складні умови та обмежений доступ.

Було виконано підсилення фундаментів існуючої будівлі юридичного факультету ЛНУ ім. Ів.Франка по вул. Січових Стрільців, 14 у м. Львові з використанням вдавлюваних паль. Для підвищення ефективності нових фундаментів, палі включали в роботу.

Складність полягає в тому, що підсилені та існуючі фундаменти працюють в різних умовах і потрібно щоб їх осадки в процесі експлуатації були однаковими. Одразу після виконання підсилення, палі необхідно включити в сумісну роботу із залізобетонною фундаментною плитою для спільної роботи будівлі із ґрунтом основи фундаментів, а не через декілька років самостійного осідання споруди та привантаження нею паль підсилення.

В даній статті описано спосіб та методику виконання додаткового включення трубобетонних мікропаль в спільну роботу із ростверковою фундаментною плитою, що дало змогу суттєво зменшити розвиток тріщиноутворень та осідань будівлі після введення її в експлуатацію.

Ключові слова. підсилення; мікропалі; вдавлювання; реконструкція; фундаменти.

Література

1. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. 44 с.
2. ВБН В.2.1-36-2-2002. Підсилення фундаментів будівель та споруд багатосекційними вдавлюваними палями. ЗАТ “Укргідроспецбудпроект”. Київ: Укрмонтажспецбуд, 2003. 38 с.
3. Micropile Design and Construction. Report No. FHWA-NHI-05-039, United States Department of Transportation, 2005
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Ониськів 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.
8. 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.
9. Демчина Б.Г., Кунанець Ю.М., Сурмай М.І. Застосування вдавлюваних трубобетонних паль, при реконструкції інженерно-лабораторного корпусу ПАТ «Хмельницькобленерго». Будівельні конструкції. Теорія і практика. Київ. 2020. Вип.6. С.64-71.
10. ДСТУ Б В.2.1-1-95. Ґрунти. Методи польових випробувань палями. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. 63с.