



КОВАЛЬСЬКИЙ РУСЛАН КОРОЛЬОВИЧ

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, член Міжнародного товариства механіки ґрунтів та геотехнічного будівництва, завідувач лабораторією Державного підприємства Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій.

Основні напрямки наукової діяльності: просторові розрахунки будинків та споруд спільно з основою, науковий супровід проектування основ та фундаментів висотного будівництва, армування ґрунтів, розрахунок основ та фундаментів будівель та споруд у звичайних та складних інженерно-геологічних умовах, інженерний захист території, роботи пов'язані з розрахунковим обґрунтуванням фундаментів НБК для Чорнобильської АЕС.

Автор 28 опублікованих робіт.

E-mail: kovalsky05@rambler.ru

УДК 624.046.2

ВИЗНАЧЕННЯ ОСАДОК СИСТЕМИ «ОСНОВА – ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ – НАД ФУНДАМЕНТНА ЧАСТИНА БУДІВЛІ» З ВРАХУВАННЯМ ДАНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПАЛЬ

Ключові слова: паля, куцзовий ефект, моніторинг за деформаціями будівлі.

В статті приведені результати визначення осадок системи «основа – пальовий фундамент – над фундаментна частина будівлі» з врахуванням даних випробувань палей. Верифікація результатів роботи виконано з використанням даних натурних вимірювань деформацій збудованих будівель.

В статье приведенные результаты определения осадок системы "основание – свайный фундамент – над фундаментная часть здания" с учетом данных испытаний свай. Верификация результатов работы выполнена с использованием данных натурных измерений деформаций построенных зданий.

In the article the brought results over of determination of settlement of the system "basis – pile foundation - above fundamental part of building" taking into account these tests of piles. Verification of job performances it is executed with the use of these model measuring of deformations of the built building.

Постанова проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з найважливішими науковими та практичними завданнями

Визначення величини осадок будівель та споруд, яка максимально була б наближена до реальних значень є важливим чинником, оскільки від цього залежить економічність прийнятих рішень. З досвіду розрахунку будівель та споруд відомо, що при значних нерівномірних деформаціях в конструкціях будівель та споруд виникають значні додаткові величини внутрішніх зусиль, що потребує або збільшення перерізу окремих елементів та/або збільшення відсотка їх армування.

Як відомо, величина розрахункової осадки залежить від точності визначення величини модуля загальної деформації. На сучасному етапі зазначена величина в звітах з інженерно-геологічних вишукувань буває значно заниженою. Повторні дослідження з використанням сучасного обладнання та методик дають більш високі значення.

Одним з методів, щодо контролю правильності виз-

начення модулів загальної деформації та отримання більш достовірної величини осадки будівель є випробування паль статичним вдавлюючим навантаженням. Використання таких даних в розрахунках осадок є досить актуальним питанням.

Мета статті

Розробити методика щодо визначення величини осадок системи «основа – пальовий фундамент – над фундаментна частина будівлі» з врахуванням випробування паль статичним вдавлювальним навантаженням.

Аналіз останніх досягнень та публікацій

В останній редакції нормативного документу, що регламентує розрахунки пальових фундаментів [1], при розробці робочих креслень несучої здатності паль за властивостями ґрунтової основи необхідно приймати за даними випробування натурних паль статичним вдавлювальним навантаженням. В довідковому додатку П [1], результати випробувань несучої здатності паль статичним вдавлювальним навантаженням рекомендується використовувати для визначення величини осадок одиночної палі та групи паль. При цьому до уваги не береться, яка осадка дослідної палі від прикладеного навантаження. Крім того, варто зауважити, що приведений в додатку П метод має певні обмеження:

- метод неможливо використовувати, коли величина усередненого модуля деформації ґрунтів вздовж стовбура палі більша за величину усередненого модуля деформації ґрунтів під вістрям палі (див. табл. П.1.2 додатку П [1]);
- при визначенні осідання групи паль не представлено, яким чином визначати активну зону під вістрям палі для визначення величини усередненого модуля деформації під нижнім кінцем паль;
- не враховуються осадки дослідних паль від прикладеного навантаження, що не дає можливості оцінити величину модуля деформації ґрунтів, що є актуальним при його заниженні при проведенні інженерно-геологічних вишукувань.

В документі [1], вказується на те, що при використанні величини осадки одиночної палі, яка отримана при випробуванні паль, для визначення осадки пальового куща необхідно використовувати коефіцієнт збільшення осадки, або іншими словами коефіцієнт кущового ефекту. Однак, методики яким чином визначати осадки будівлі з врахуванням різного навантаження на фундаменти від верхньої будівлі не приведено.

Методика для визначення осадок системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» з врахуванням натурних випробування паль статичним вдавлювальним навантаженням

Врахування результатів випробування паль статичним вдавлювальним навантаженням при визначенні осадок системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» пропонується виконувати в наступній послідовності:

- 1) виконуємо ітераційний розрахунок системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» (згідно вимог [1]) з врахуванням даних, які приведені у звіті з інженерно-геологічних вишукувань. Результатом даного розрахунку є навантаження на палі та їх осадки з врахуванням впливу одна на одну, внаслідок чого маємо для

кожної палі коефіцієнт постелі C_{zi}^k , індекс «к» - означає, що осадки палі отримані з врахуванням кущового ефекту. Крім того, результатом розрахунку є співвідношення коефіцієнтів постелі для кожної палі;

- 2) визначаємо осадки паль будівлі без врахування взаємного впливу від навантажень, які отримані в попередньому пункті. Результатом даного розрахунку для кожної палі отримуємо коефіцієнт постелі C_{zi} ;
- 3) визначаємо величину кущового ефекту для кожної палі фундаменту, як співвідношення $K=C_{zi}^k/C_{zi}$;
- 4) визначаємо середнє значення кущового ефекту для всіх паль

$$K_m = \sum_{i=1}^n K_i, \tag{1}$$

де n – кількість паль, шт.

- 5) по кривій «навантаження - осадка» для дослідної палі визначаємо осадку дослідної палі від навантаження, які отримані згідно п. 1 цієї методики, s_i ;
- 6) визначаємо середнє значення осадок паль, які отримані згідно п. 5 методики, s_m ;
- 7) визначаємо середнє значення осадки системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» шляхом добутку середньої осадки одиночної палі згідно п.6 на значення кущового ефекту, яке отримане згідно п. 4, тобто

$$s_m^k = s_m \times K_m. \tag{2}$$

- 8) перераховуємо значення коефіцієнтів постелі для системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» з врахуванням отриманої середньої осадки згідно п.7 та співвідношення коефіцієнтів постелі паль, згідно п.1. Результатом є нерівномірні осадки системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі».

Приклади розрахунку системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» з врахуванням натурних випробування паль статичним вдавлювальним навантаженням при використанні запропонованої методики на реальних об'єктах

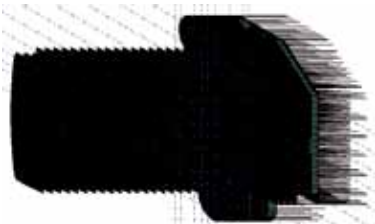

Запропонована методика була перевірена на ряді існуючих об'єктів. Результати розрахунку осадок існуючих будівель з врахуванням даних випробувань паль зведені в табл. 1. В таблиці 1 приведені лише середні значення осадок системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» через обмежений розмір статті.

Як видно з табл. 1, величина розрахункової осадки будівель та споруд, яка визначена з використанням даних випробувань паль на будівельному майданчику, має досить близьке значення до величини осадки, яка виміряна.

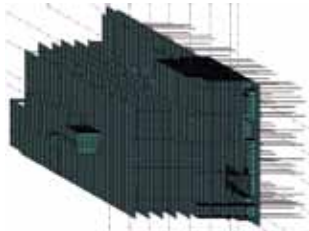
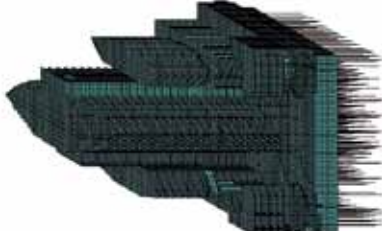
Також варто зауважити, що результати випробування паль на майданчику можуть слугувати непрямим методом контролю за приведеними у звітах з інженерно-геологічних вишукувань величинами модуля загальної деформації інженерно-геологічних елементів. Так для основ будівель №1 та №4 після проведення додаткових вишукувань величини модулів загальної деформації були збільшені до 4 раз.

БУДІВНИЦТВО В ОСОБЛИВИХ ГРУНТОВИХ УМОВАХ

Таблиця 1. Розрахунок системи «основа – паливий фундамент – надбудована частина будівлі»

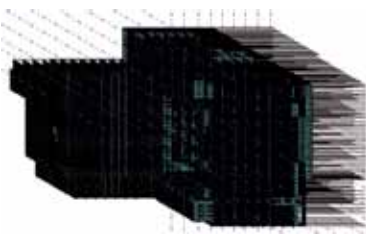
Ескіз моделі будівлі	Основа палів		Палі будівлі			Величина середньої осадки, мм			Примітка
	опис ІГЕ	модуль деформації, МПа	діаметр, мм	довжина, м	кількість, шт.	без врахування випробування палів	з врахування випробування палів	виміряна	
	київський мергель	$\frac{30,0}{50,0^*}$	720	22,3 14,2	518	$\frac{270,00}{140,00}$	133,0	125,0**	1. Величина кушового ефекту склала 16,6. 2. * величина модуля деформації після проведення додаткових випробувань. 3. ** -вимірювання осадок продовжуються, оскільки не досягнуто стабілізації осадок. 4. Середнє значення осадки одиночної палі від навантажень згідно п. 1 методики з врахуванням випробування палів склало 8,0 мм.
	пісок середньої крупності, щільний	46,0	820	8,2...9,3	173	195 (139***)	21,7	-	1. Величина кушового ефекту склала 12,4. 2. Середнє значення осадки одиночної палі від навантажень згідно п. 1 методики з врахуванням випробування палів склало 1,75 мм. 3. *** - осадка будівлі з врахуванням включення в роботу ростверку. 4. Замовнику було рекомендовано провести додаткові випробування піску, що слугує основою палів та вести моніторинг за деформаціями будівлі.

Продовження таблиці 1.

Ескіз моделі будівлі	Основа палів		Паля будівлі			Величина середньої осадки, мм		Примітка
	опис ІГЕ	модуль деформації, МПа	діаметр, мм	довжина, м	кількість, шт.	без врахування випробування палів	з врахування випробування палів	
	пісок м'який, середньої щільності	30,0	620	13,75	191	56,1	21,8	-
	піски пилуваті та дрібні щільні	35,0 100,0*	720	19,0	505	$\frac{325,00}{80,0}$	23,95	-

БУДІВНИЦТВО В ОСОБЛИВИХ ГРУНТОВИХ УМОВАХ

Продовження таблиці 1.

Ескіз моделі будівлі	Основа палів		Палі будівлі			Величина середньої осадки, мм		Примітка
	опис ПГЕ	модуль деформації, МПа	діаметр, мм	довжина, м	кількість, шт.	без врахування випробування палів	з врахування випробування палів	
	суглинок	35,0	620 820	19,0	228	65,5	16,1	-

ВИСНОВКИ

Використання даних результатів випробування палів дає можливість більш точно оцінити осадки будівель та споруд. Крім того, їх можна використовувати, як непрямий метод контролю за приведеними у звітах з інженерно-геологічних вишукувань величинами модуля загальної деформації інженерно-геологічних елементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна №1 Основи та фундаменти споруд // ДП «Укрархбудінформ», Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, К. - 2011
2. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: 2003. – 109 с.