

## ОСІДАННЯ ПАЛЬ І ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

Установлено, що характер залежності графіка «навантаження – осідання» отриманого за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та моделюванні в ПК Plaxis 3D Foundation подібний до даних натурних випробувань, в порівнянні з методом за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає більш коректний результат.

Ключові слова: паля, осідання, переміщення стержня.

### *Abstract*

*It is established that the nature of the dependence of the schedule "load - settling" obtained by solving the problem of moving the rod in elastic half-space and modeling in the Plaxis 3D Foundation is similar to the data of field tests, in comparison with the method according to the calculation scheme of the conditional foundation gives a more correct result.*

*Keywords: piles, settlement, moving the rod.*

### **Вступ**

Дослідження взаємодії паль з навколишнім ґрунтом в зв'язку з різноманітним ґрунтовим умовам є дуже актуальною роботою важливість якої не викликає сумнівів, так як вдосконалення вивчення даного питання дозволить раціонально проектувати пальові фундаменти будівель і споруд і значно заощадити матеріал для виготовлення паль і знизити обсяг робіт нульового циклу.

Велике значення має максимальне наближення розрахункових значень осідань до їх фактичного значення. Тому актуальним залишається дослідження деформацій паль та пальових фундаментів.

Встановлено, що розрахунок деформацій основ пальового фундаменту за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає можливість отримати лінійну залежність графіка «навантаження – осідання», що носить доволі умовний характер і для пальового фундаменту дає найбільші значення в порівнянні з іншими методами.

Згідно чинних норм [1] основним методом є визначення осідання паль за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі.

Розрахунок деформацій паль і пальових фундаментів шляхом розв'язання задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі є досить трудомістким вручну, тому для спрощення таких обчислень було складено алгоритм та створено програму для практичного розрахунку.

Метою роботи є визначення осідання паль за нормативною методикою та порівняння з результатами натурних випробувань і моделюванням у Plaxis 3D.

**Мета і задачі дослідження** – визначення деформацій паль та пальових фундаментів.

### **Задачі дослідження:**

- виконати огляд сучасного стану визначення деформацій паль і пальових фундаментів;
- опанувати методику моделювання в ПК Plaxis 3D Foundation;
- виконати чисельне моделювання паль;
- виконати огляд методів розрахунку осідання паль;
- розробити алгоритм для розрахунку осідання паль за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та реалізувати його у вигляді програми для практичного розрахунку.

### **Результати дослідження**

Для оцінки запропонованих в нормах підходів було визначено осідання: за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі (зі значенням несучої здатності розрахованої

аналітично та визначеної за даними випробування); за моделюванням у Plaxis 3D Foundation та порівняно з осіданням за даними випробувань.

1) Польові контрольні випробування натурної палі по вул. Ватутіна, 55а у м. Житомир

Випробування ґрунтів палями виконувалось на ділянці, відведеній під будівництво будівлі магазину «Стоп-транзит».

Паля трубобетонна з закритим нижнім кінцем діаметром 273 мм, довжиною 4,0 м занурювалася у ґрунт дизель-молотом Д-240.

Розрахункове навантаження на палю прийняте 110 кН, згідно до результатів статичного навантаження палі вдавлюванням на сусідньому майданчику за адресою вул. Ватутіна, 188 (протокол №176/05);

Ґрунтові умови майданчику будівництва за даними інженерно-геологічних вишукувань. Паля повністю розташована у глинистих ґрунтах з показником текучості від 0,53 до 0,74, в результаті чого несуча здатність, визначена теоретичним шляхом, не перевищує 110 кН;

Об'єкт будівництва – будівля з цегляними стінами, має граничне значення осідання 10 см.

Програмою польових контрольних випробувань палей передбачені:

- найбільше значення навантаження на палю приймається рівним полуторному значенню навантаження на палю, прийнятого за розрахункове, а саме 165 кН;
- занурення у ґрунт дослідної палі з металеві труби діаметром 273 мм, довжиною 4,0 м здійснюється молотом Д-240, що буде використовуватись для занурення палей на об'єкті;
- навантаження дослідної палі проводиться рівномірно, без ударів, ступенями навантаження не більше 1/10 найбільшого навантаження на палю. Оскільки несуча здатність палі, визначена теоретичним шляхом і за даними статичного навантаження, суттєво відрізняється, то програмою передбачений осереднений ступінь навантаження 12,5 кН;
- на кожному ступені навантаження знімати відліки по прогиномірам в наступній послідовності: нульовий відлік - перед навантаженням палі, перший відлік – одразу після прикладання навантаження; потім послідовно чотири відліки з інтервалом 30 хв. І далі через кожну годину до умовної стабілізації деформацій;

Навантаження на палю було доведено до 137,5 кН, при якому загальне осідання палі перевищило 40 мм.

На рисунку 1.1 зображена залежність осідання від навантаження за результатами: польових контрольних випробувань натурної палі; за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та за моделюванням у Plaxis 3D Foundation.

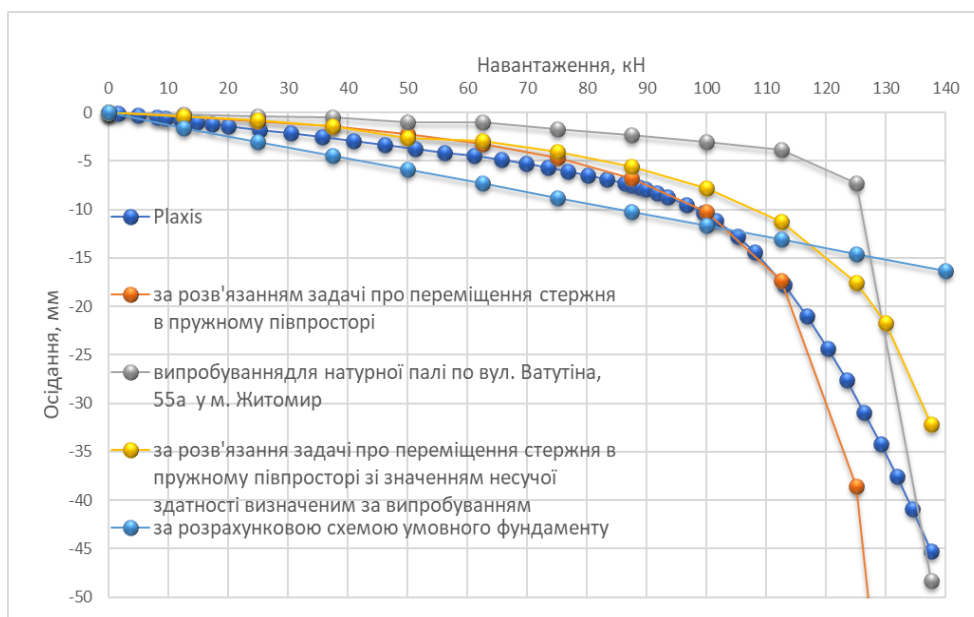


Рисунок 1.1 – Графік залежності осідання від навантаження для натурної палі по вул. Ватутіна, 55а у м. Житомир

Як можна побачити з рис. 1.10 осідання визначене за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та за моделюванням у Plaxis 3D Foundation має загалом подібний характер. Залежно від того яке значення несучої здатності використовується при розрахунку визначене за нормами [1], чи за результатами випробування значення осідання відрізняються до 20-30%.

Значення осідання отримані за моделюванням у Plaxis при досягненні осідання близьких до 40мм подібні до отриманих в результаті випробування.

1) Випробування натурних забивних паль вертикальним статичним навантаженням на ділянці будівництва житлового будинку №7 по проїзду Рогатинському у м. Харкові

На майданчику будівництва проведено дослідження несучої здатності забивної палі ОЗС статичним вдавлюючим навантаженням з поверхні планування дна котловану. Палі перерізом 300х300мм, довжиною  $l = 9,0$ м.

Інженерно-геологічні умови майданчика досліджень - складні. Ускладнюючими факторами служать: високе положення рівня ґрунтових вод; наявність у верхній частині розрізу слабких сильностисливих суглинків ПЕ-2. Навантаження на палю було доведено до 882 кН, при якому загальне осідання палі склало 40 мм.

На рисунку 1.2 зображена залежність осідання від навантаження за результатами: випробування палі статичним вдавлюючим навантаженням; за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та за моделюванням у Plaxis 3D Foundation.

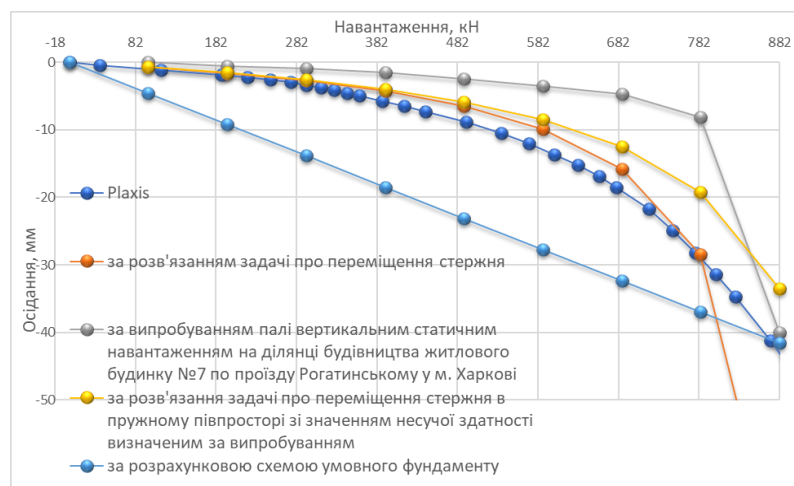


Рисунок 1.2 – Графік залежності осідання палі від вертикального статичного навантаження на ділянці будівництва житлового будинку №7 по проїзду Рогатинському у м. Харкові

З рис. 1.1-1.2 можна побачити, що розрахунок деформацій основ пальового фундаменту за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає можливість отримати лінійну залежність графіка «навантаження – осідання», що носить доволі умовний характер і для пальового фундаменту дає найбільші значення в порівнянні з іншими методами. Характер залежності графіка «навантаження – осідання» отриманого за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі подібний до даних натурних випробувань, розбіжність складає 20-40%. В порівнянні з методом за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає більш коректний результат.

3) Випробування ґрунтів паліями статичним вдавлюючим навантаженням в с. Чайки Києво-Святошинського району

На майданчику будівництва двохсекційного житлового будинку на 167 квартир за адресою: вул. Лобановського, І (будинок № 9) в с. Чайки Києво-Святошинського району проведені випробування ґрунтів паліями статичним вдавлюючим навантаженням. Випробовувані палі забивні збірні залізобетонні перерізом 350х350 мм довжиною 9 м. Основою паль служить ґрунт - пісок середньої крупності світло-коричневий, світло-коричнево-сірий, коричневий, світло-коричневий, середньої щільності, від малого ступеня водонасичення до насиченого водою. Модуль деформації - 35 МПа.

Навантаження на палю було доведено до 1200 кН, при якому загальне осідання палі склало 5,74 мм.

На рисунку 1.3 зображена залежність осідання від навантаження за результатами: випробування палі статичним вдавлюючим навантаженням; за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі та за моделюванням у Plaxis 3D Foundation.

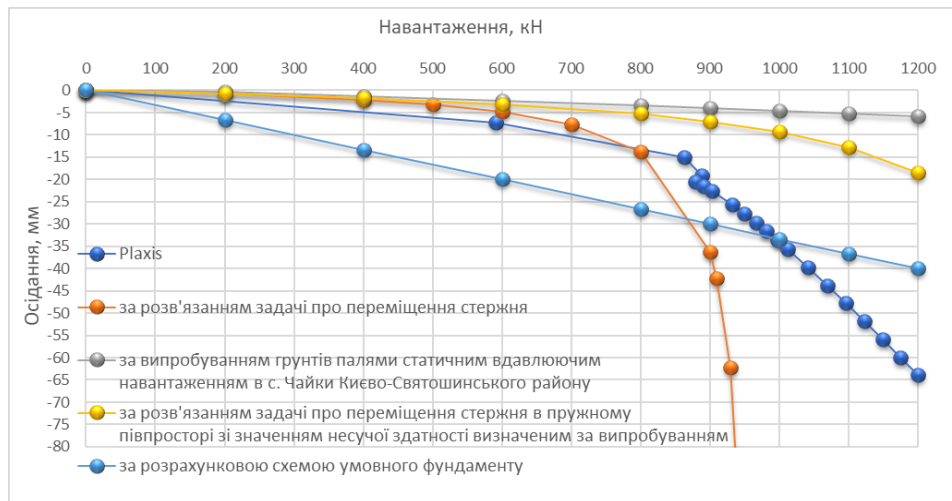


Рисунок 1.3 – Графік залежності осідання палі від вертикального статичного навантаження на майданчику будівництва за адресою: вул. Лобановського, 1 в с. Чайки Києво-Святошинського району

Як видно з рис. 1.3 результати осідання за випробування різняться з результатами теоретичного розрахунку. Це зайвий раз підтверджує, що існуючі методи прогнозування осідання палей потребують удосконалення та доопрацювання на основі даних польових досліджень.

Так як, виконання розрахунку осідання палей вручну є доволі трудомістким, для того аби прискорити процес розрахунку і проектування існує необхідність у створенні програми для розрахунку.

Було складено алгоритм для розрахунку осідання палей за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі за ДБН В.2.1-10-2009 та реалізовано його у вигляді програми «Розрахунок осідання палей» для практичного розрахунку (рис. 1.4).

Програму розроблено у середовищі для розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio мовою C Sharp.

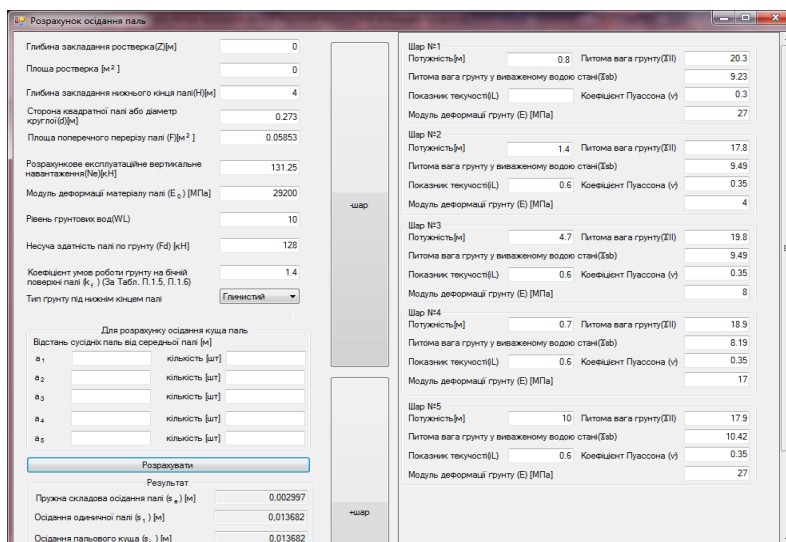


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд програми для розрахунку осідання палей

## Висновки

1. Розрахунок деформацій основ пального фундаменту за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає можливість отримати лінійну залежність графіка «навантаження – осідання», що носить доволі умовний характер і для пального фундаменту дає найбільші значення в порівнянні з іншими методами.

2. Характер залежності графіка «навантаження – осідання» отриманого за розв’язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі подібний до даних натурних випробувань, розбіжність складає 20-40%. В порівнянні з методом за розрахунковою схемою умовного фундаменту дає більш коректний результат.

3. Встановлено, що при визначенні осідання методом розрахунку за розв’язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі на результат впливає яке значення несучої здатності використовується: отримане за даними натурних випробувань, чи теоретично розраховане. В першому випадку графік буде більш наближеним до натурального графіка «навантаження – осідання». Рекомендовано при проектуванні палих фундаментів розрахунок деформацій робити на основі даних натурних випробувань одиночних палів.

4. Розрахунок деформацій палів і палих фундаментів шляхом розв’язання задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі є досить трудомістким вручну, тому для спрощення таких обчислень було складено алгоритм та створено програму для практичного розрахунку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: Зміна №1 ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с. – (Національні стандарти України).

*Капішівко Артур Всеволодович* — студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

*Блащук Наталя Вікторівна* — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: vernatav@ukr.net.

Науковий керівник: *Блащук Наталя Вікторівна* — кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

*Kapschiyenko Arthur V.* — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Natalia V. Blashchuk* — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vernatav@ukr.net.

Supervisor: *Natalia V. Blashchuk* — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.