



УДК 624.131.524

USE OF THE EXISTING PILE FIELD DURING RECONSTRUCTION AND NEW CONSTRUCTION

ВИКОРИСТАННЯ ІСНУЮЧОГО ПАЛЬОВОГО ПОЛЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ І НОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Mitinskiy V.M. / Митинський В.М.

с.т.с., ас.проф. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-3976-2531

Novskiy O.V. / Новський О.В.

с.т.с., ас.проф. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-1404-0348

Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa, Diedrichson, 4. 65029
Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Дідріхсона, 4. 65029

Анотація. В роботі розглядається вплив «тривалого відпочинку» призматичних паль на зміну їх несучої здатності у глинистих водонасичених ґрунтах на основі польових досліджень на трьох будівельних майданчиках у м. Одеса. Встановлені умови зростання несучої здатності паль до 20% в порівнянні з первинними значеннями і можливість використання цього явища при проведенні реконструкції чи новому будівництві на існуючих польових основах. Також визначено при яких умовах зростання несучої здатності паль відсутнє.

Ключові слова: паля, тривалий відпочинок, несуча здатність, водонасичені ґрунти, реконструкція, нове будівництво.

Вступ.

З різних причин на окремих майданчиках будівництво після влаштування польових фундаментів чи на початковому етапі зведення будівлі було призупинено. В подальшому, як правило, змінюється об'ємно-планувальні рішення і актуальним питанням при відновленні будівництва чи реконструкції на майданчику є використання існуючого польового поля. Відомо, що в глинистих водонасичених ґрунтах при занурюванні призматичних паль відбуваються явища, пов'язані зі втратою їх міцності. У результаті палі занурюється в ґрунт легко при відказах, які набагато перевищують проектні. Після «відпочинку» паль протягом 3-4 тижнів їх несуча здатність суттєво зростає. Якщо продовження будівництва не пов'язано зі зміною планувальних рішень нульового циклу будівлі, то збільшення корисного навантаження на палі за рахунок встановленого резерву їх несучої здатності не буде потребувати додаткового підсилення фундаментів.

Щодо природи зміцнення глинистого ґрунту з часом навколо паль є кілька тверджень, це: *механічне розмоктування водної плівки*, яка утворюється під час заглиблення на бічній поверхні палі; *процес консолідації навколишнього ґрунту*, котрий пов'язано з розсіюванням порового тиску, що виникає при заглибленні палі; *тиксотропні процеси*, які відбуваються в ґрунті навколо палі. Після припинення динамічних впливів відбувається поновлення зворотних структурних зв'язків. Тому при визначенні несучої здатності забивних паль у водонасичених глинистих ґрунтах випробування треба виконувати після певного «відпочинку», який, згідно з ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94).



«Ґрунти. Методи польових випробувань палями», приймається не менше, ніж 20 діб. Також встановлено, що подальше несуча здатність паль продовжує зростати, що залежить не тільки від часу, а ще від стану основи, діючого навантаження до реконструкції та інших зовнішніх впливів, у тому числі занурення додаткових паль при реконструкції.

Огляд останніх джерел досліджень та публікацій. Для водонасичених лесоподібних ґрунтів після «відпочинку» паль понад 100 діб, допускається залежно від їхньої довжини збільшувати згідно [1] несучу здатність на 20...30%. Збільшення несучої здатності паль по ґрунту в часі також виявлено при їх роботі та в інших ґрунтових умовах [2]. Також відзначається збільшення несучої здатності паль при їх повторному завантаженні або після тривалої роботи під навантаженням у фундаментах будівель, що експлуатуються [3]. За даними досліджень [4, 5] зазначається, що час «тривалого відпочинку» не є однозначним фактором впливу на збільшення несучої здатності паль. Таким чином, дані результатів досліджень не дозволяють однозначно оцінити характер зміни несучої здатності паль за їхнього «тривалого відпочинку», хоча в ряді випадків відзначається тенденція до її збільшення.

Мета роботи. Встановлення впливу «тривалого відпочинку» призматичних паль на зміну їх несучої здатності, визначення умов використання попередньо виготовленого пального поля на основі аналізу включення в роботу паль на трьох майданчиках будівництва і реконструкції.

Перший майданчик розташовано на будівництві багатопверхового житлового будинку з підземними паркінгами за адресою: м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 6, який на момент досліджень був збудований на 90%. Фундаменти будівлі виконані з призматичних залізобетонних паль довжиною 16 м і поперечним перерізом 350 x 350 мм, які були занурені у водонасичені глинисті ґрунти у липні 2019 р. Мета досліджень – визначити несучу здатність паль після їх «тривалого відпочинку» 19 місяців та включення у роботу вже існуючою будівлею, порівняти її з результатами досліджень до початку будівництва, тобто встановити вплив часу на несучу здатність паль у водонасичених глинистих ґрунтах і можливість збільшення навантаження на основу. **Другий** майданчик розташовано по вул. Маршала Говорова у м. Одеса де було частково влаштовано палове поле із призматичних паль. перетином 35x35 см, номінальною довжиною 13,0 м. Палі занурені шляхом забивання дизель-молотом. Частина з них були об'єднані плитним ростверком, на якому зведені конструкції підвалу будівлі і будівництво на цьому етапі призупинено, інші палі розташовані вільно зі збереженими оголовками. У 2011 р. виникла потреба у продовженні освоєння майданчика і знадобилося встановити умови включення для нового проєктованого багатопверхового житлового будинку до числа робочих палі із складу раніше виконаного пального поля. **Третій** майданчик розташовано за адресою: м. Одеса, вул. Пішонівська, 22, 24, 26. Будівництво комплексу багатоквартирних житлових будинків із підземним паркінгом розпочалося у 2019 році. Після тривалої перерви у будівництві виникла необхідність проведення додаткових випробувань паль на другій секції. Фундаменти будівлі проєктовані з призматичних залізобетонних паль



довжиною 16 м і поперечним перерізом 350 х 350 мм, які були занурені у водонасичені глинисті ґрунти у липні 2019 р. Перша серія випробувань була виконана у серпні 2019 року, а друга - у травні 2020 року. Мета досліджень – визначити несучу здатність паль після «відпочинку» протягом 10 місяців та порівняти з результатами досліджень 2019 р., тобто встановити вплив часу на несучу здатність паль у водонасичених глинистих ґрунтах при збереженні умов їх сумісної роботи з основою.

Методика досліджень. Статичні випробування ґрунтів натурними призматичними палями виконані відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.1-27:2010 (ГОСТ 5686-94) [6]. „Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань”. Осьове вдавлююче статичне навантаження на палі передавалося двома гідравлічними домкратами ДГО-100-2. Упором для домкратів при випробуванні на першому майданчику служив палевий ростверк, привантажений конструкціями будівлі, на інших - металеві балки з анкерними палями. Дослідження ґрунтів палями проводили за методикою контрольного випробування Завантаження виконували ступенями, рівними до 1/10 найбільшого навантаження, з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації, яка прийнята 0,1 мм за годину спостережень. Визначення переміщень паль в процесі випробувань виконувалося по двом прогиномірам з ціною позначки 0,01 мм, встановленим на реперній системі. Тиск у системі гідравлічних домкратів ДГО – 100 у процесі випробувань фіксувався манометром класу 1,5. В процесі випробувань вівся журнал за формою, наведеною в додатку «Ж» ДСТУ [6]. За результатами вимірювань переміщень визначали осідання паль, які випробовувалися, що дозволило побудувати графіки залежності осідання паль від навантаження $S = f(P)$.

Результати досліджень. Перший майданчик. У березні 2021 р. будівельниками була поставлена задача уточнити несучу здатність існуючих робочих паль через 18 місяців після їх занурення і зведення 90% надземних конструкцій з метою підвищення навантажень. У зв'язку з чим були виконані статичні випробування ґрунтів існуючими палями з під ростверку будівлі. Для проведення статичних випробувань були відібрані технологічні палі №279, 119 на секції 2 та №108, 301 на секції 1. Основою паль служить ПЕ-6 – суглинок коричневатобурий, важкий, твердої консистенції. Прив'язка паль до інженерно-геологічного розрізу наведено на рис. 1, а фізико-механічні властивості інженерно геологічних елементів в табл. 1.

Підземні води знаходяться на глибині 1,8 м від дна котловану.

Фрагмент випробувань ґрунтів палею з під ростверку наведено на рис. 2, а графіки залежності осідань паль від вертикальних навантажень на рис. 3.

Згідно досліджень 2021 року несуча здатність паль склала 1800 кН.

Результати польових випробувань паль перед початком будівництва наведено на рис. 4.

Згідно цих досліджень несуча здатність паль склала 1500 кН.

Таким чином, за період з липня 2019 р. до лютого 2021 р. (19 місяців) несуча здатність паль С160.35-11 у водонасичених глинистих ґрунтах зросла з 1500 кН до 1800 кН, що складає 20%.

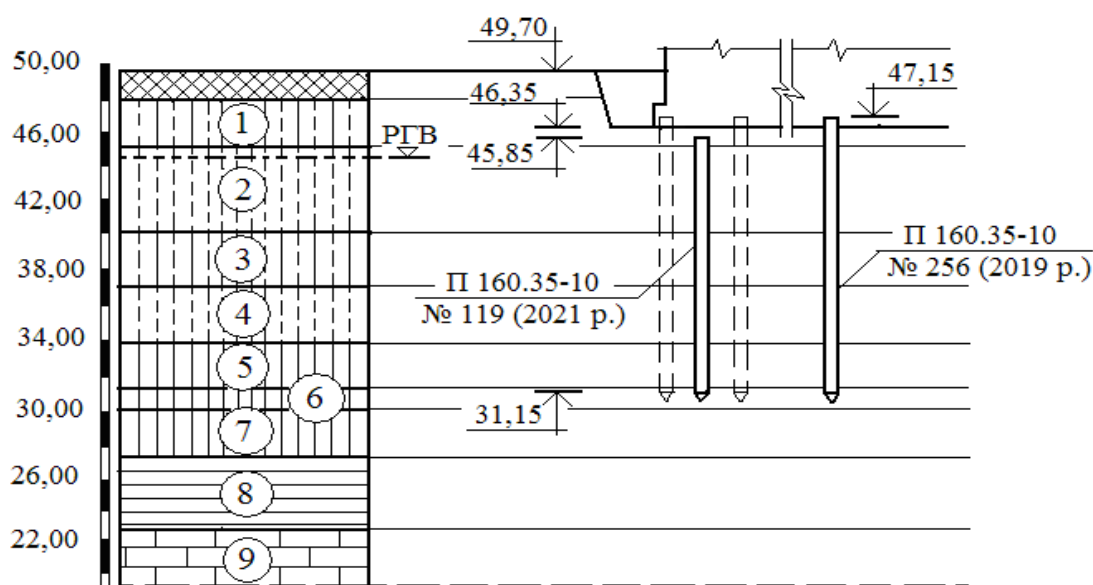


Рисунок 1 - Прив'язка палей до інженерно-геологічного розрізу

Таблиця 1 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№ ІГЕ	Найменування ІГЕ	ρ_s , г/см ³	ρ , * г/см ³	W*	W _L	W _p	ϕ ,* град	c,* кПа	E,* МПа
1	Суглинок середній лесоподібний	2.70	$\frac{1.74}{1.86}$	$\frac{0.20}{0.28}$	0.33	0.21	$\frac{21}{18}$	$\frac{22}{16}$	$\frac{10}{5}$
2	Суглинок легкий лесоподібний	2.69	$\frac{1.70}{1.81}$	$\frac{0.18}{0.26}$	0.26	0.18	$\frac{20}{17}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{8}{4}$
3	Суглинок середній лесоподібний	2.71	1.88	0.22	0.36	0.22	21	21	9
4	Суглинок легкий лесоподібний	2.70	1.79	0.27	0.29	0.19	11	10	4
5	Суглинок важкий	2.72	1.82	0.21	0.38	0.23	21	23	13
6	Суглинок важкий	2.72	1.74	0.22	0.39	0.23	20	24	12
7	Суглинок важкий	2.72	1.86	0.21	0.41	0.24	21	25	11
8	Глина червоно-бура	2.73	1.84	0.22	0.45	0.27	19	45	16

* Над рискою значення для стану природної вологості, під рискою – для водонасиченого стану.



Рисунок 2 - Фрагмент випробування ґрунтів палею з під ростверку

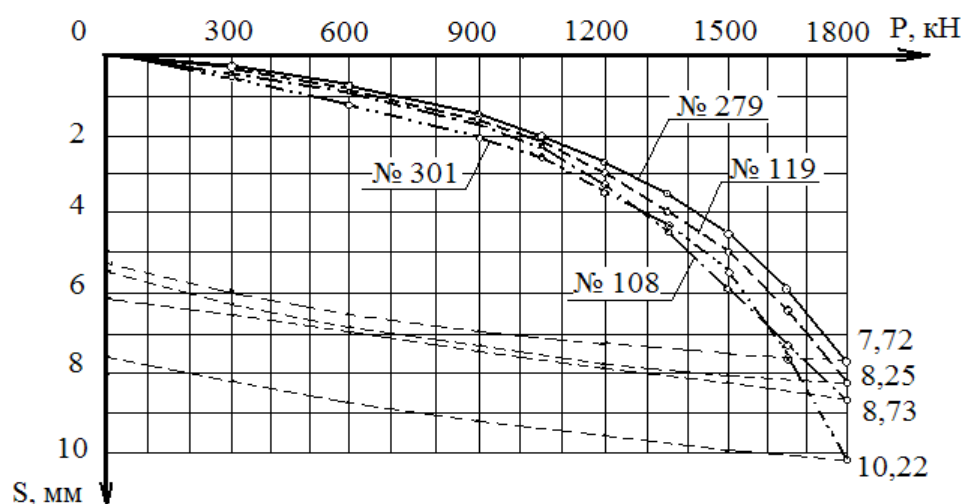


Рисунок 3 - Результати випробувань ґрунтів палями у 2021 р.

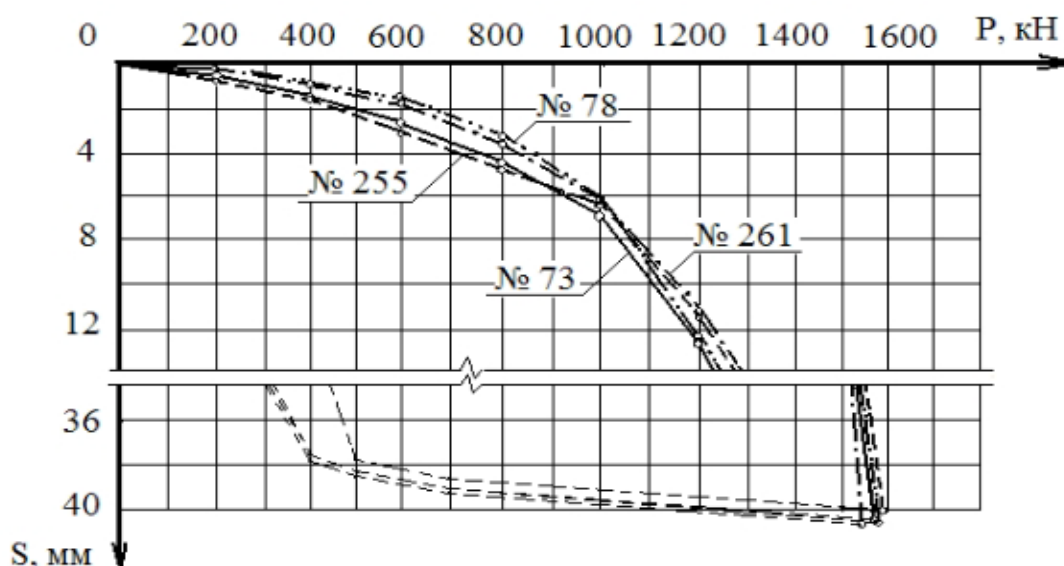


Рисунок 4 - Результати випробувань ґрунтів палями у 2019 р.

Другий майданчик. Інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва представлено на рис. 5. З рівня дна котловану ґрунти, що прорізаються палями, характеризується наступними напластуваннями.

ІГЕ-3 - суглинок лесовий, пілуватий, легкий, буро-палевий і палевий, просідаючий до РГВ, від твердої та напівтвердої до текучої консистенції.

ІГЕ-4 - суглинок лесовий пілуватий, важкий, жовто-бурий, червоний, тугопластичної консистенції.

ІГЕ-5 - суглинок лесовий, пілуватий, легкий, палево-бурий, непросідаючий, м'якопластичної консистенції.

ІГЕ-6 - суглинок пілуватий, важкий, червоно-бурий, з коричневим відтінком, з точковою вкрапленістю оксидів марганцю та заліза, від пластичної до напівтвердої та твердої консистенції.

Нижче залягає ІГЕ-7 - глина легка, пілувата, червонувато-бура з оксидами марганцю, напівтвердої консистенції та твердої консистенції. Показники фізико-механічних характеристик ґрунтів наведені у таблиці 2.

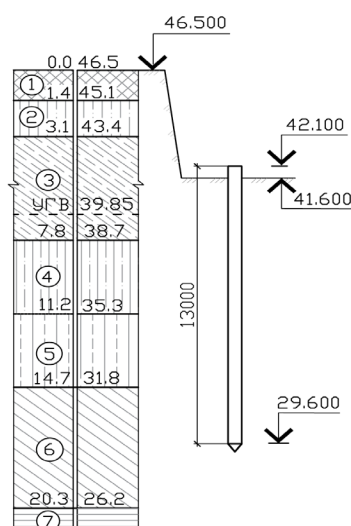


Рисунок 5 - Положення палі на інженерно-геологічному розрізі

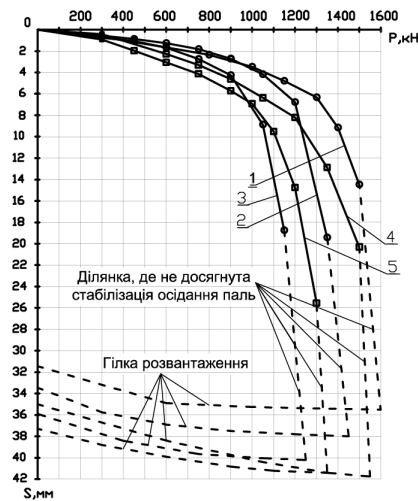
Таблиця 2 - Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів

№№ ПЕ	$\rho_s, \text{г/см}^3$	$\rho, \text{г/см}^3$	ω	ω_L	ω_P	I_L	$E, \text{МПа}$	$\varphi, \text{град}$	$c, \text{кПа}$
2	2,70	1,67	0,18	0,35	0,20	<0	6,4	20	18
3	2,70 2,69	1,61 1,86	0,17 0,28	0,28	0,18	≤ 0 >1	5,8 3,4	19	3
4	2,70	1,86	0,24	0,36	0,20	0,12	8,6	22	21
5	2,70	1,85	0,27	0,31	0,19	0,67	3,5	19	10
6	2,72	1,96	0,21	0,37	0,21	0,0	10,4	22	37
7	2,74	2,01	0,22	0,42	0,21	0,05	12,4	19	60

Майданчик підт оплений. Ґрунтові води техногенного горизонту приурочені до лесових ґрунтів ПЕ-3...5. Відносним водоупором є суглинки важкі ПЕ-6.

Подальше освоєння майданчика включало демонтаж усіх конструкцій раніше недобудованого будинку, зокрема і плитного ростверку. Палі були розкриті на висоту до 0,8 м. Придатність існуючих палі, включених проектом у число робочих, виконувалася після проведення їх детальних обстежень, які включали наступне: визначення розмірів перерізу, довжини, величини заглиблення нижніх кінців палі у несучий шар (ПЕ-6), абсолютної позначки верху палі; оцінку стану розкритої частини кожної палі, відсутність або наявність пошкоджень та їх характер. Для забезпечення однакових умов роботи пального поля нові палі були запроектовані з параметрами, як і для існуючих палі. Занурення нових палі здійснювалося шляхом вдавлення.

Несучу здатність і допустиме навантаження на палі визначали за результатами польових випробувань дослідних палі статичними навантаженнями. На майданчику будівництва однієї з секцій виконано випробування п'яти палі, результати яких наведено на рис. 6. Результати виконаних випробувань свідчать про відсутність тенденції до збільшення несучої здатності палі після їхнього «тривалого відпочинку». На нашу думку, це пов'язано з їх підйомом при зануренні шляхом забивки.



**Рисунок 6 - Графіки залежності осідань паль від їх навантаження.
1, 2, 3 – для паль з часом «відпочинку» біля 4-х років; 4, 5 - для паль з
часом «відпочинку» 15...20 діб**

Третій майданчик. У травні 2020 р. будівельниками була поставлена задача встановити несучу здатність робочих паль через 10 місяців після їх занурення. Для проведення статичних випробувань були відібрані технологічні палі №275 (перше випробування якої було виконано 08.08.2019 р.) та №283. Основою паль служить ІГЕ-10 - глина пілувата від легкої до важкої, світло-сіра, з прошарками водонасиченого вапняку і піску, від туго пластичної до напівтвердої консистенції. Під час випробувань ґрунти основи паль перебували у водонасиченому стані. Згідно з результатами геологічних досліджень палі прорізають наступні інженерно – геологічні елементи (ІГЕ) зверху вниз, які наведені на рис. 7:

ІГЕ-7а – глину легку, пілувату, зелено-сіру, з прошарками пластичного супіску, твердої та напівтвердої консистенції;

ІГЕ-8а – глину пілувату, зелено-сіру, з прошарками супіску та піску, від м'якопластичної до твердої консистенції;

ІГЕ-9а – супісок сіро-жовтий з прошарками піску та глини, текучої та пластичної консистенції;

ІГЕ-8а - глину пілувату, зелено-сіру, з прошарками супіску та піску, від м'яко пластичної до твердої консистенції;

ІГЕ-6а - глину легку, пілувату, зелено-сіру, у покрівлі з уламками вапняку, напівтвердої консистенції;

ІГЕ-9а – супісок сіро-жовтий з прошарками піску та глини, текучої та пластичної консистенції;

ІГЕ-8а - глину пілувату, зелено-сіру, з прошарками супіску та піску, від м'яко пластичної до твердої консистенції;

ІГЕ-10 - глину пілувату від легкої до важкої, світло-сіру, з прошарками водонасиченого вапняку і піску, від туго пластичної до напівтвердої консистенції.

Графіки залежності осідань паль від навантажень наведені на рис. 8.

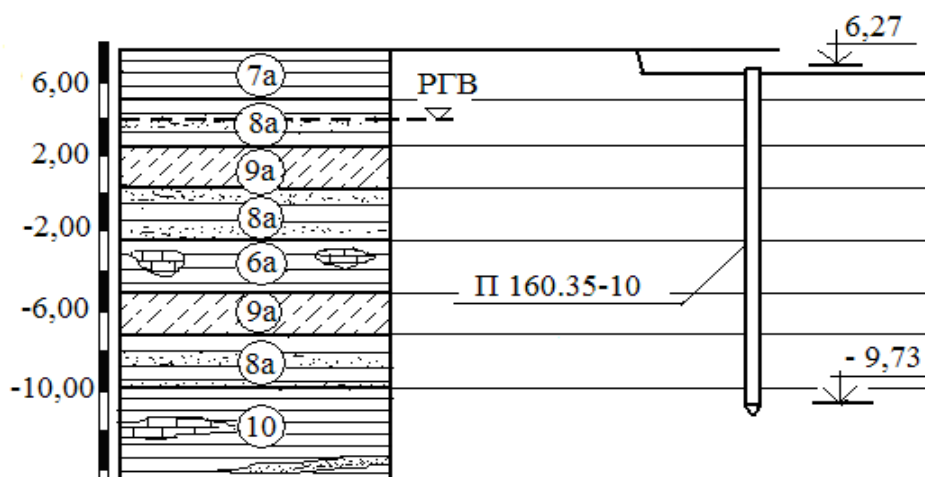


Рисунок 7 - Прив'язка палі до геологічного розрізу

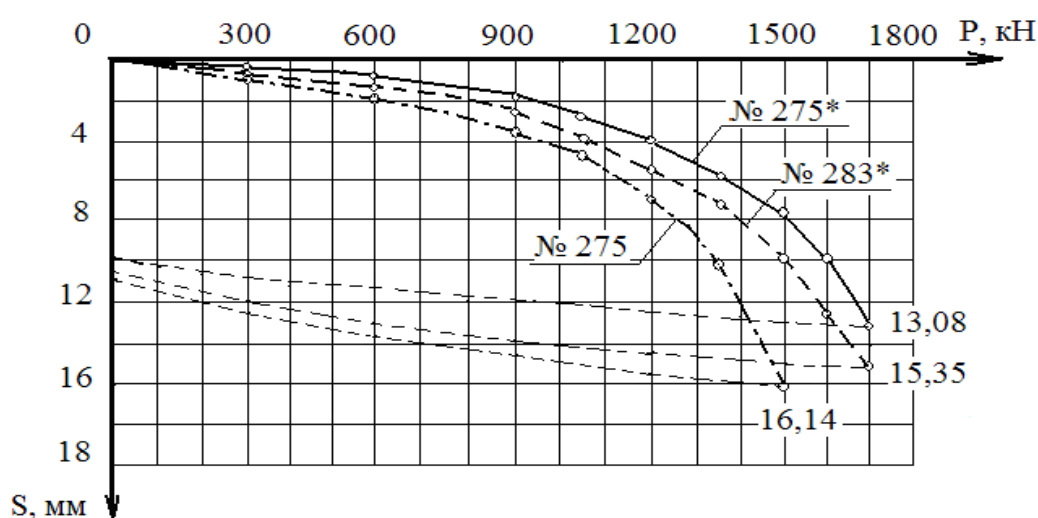


Рисунок 8 - Результати випробувань ґрунтів палями у 2019 та 2020* роках

Оскільки осідання палі при випробуваннях не досягло величини, при якій за графіками визначається значення граничного опору F_u (у нашому випадку це 20 мм), для коректного порівняння несучої здатності палі F_u визначаємо за графіками при осіданні 13,08 мм.

Отже, за результатами випробувань палі № 275 у 2019 році значення граничного опору F_u прийняте 1440 кН, а за результатами випробувань палі № 275* у 2020 році значення граничного опору F_u прийняте 1700 кН.

Таким чином, за період з серпня 2019 р. до травня 2021 р. (9 місяців) несуча здатність палі С160.35-11 у водонасичених глинистих ґрунтах зросла з 1440 кН до 1700 кН, що складає 18%.

Висновки.

1. Отримані результати досліджень підтвердили наявність зростання несучої здатності призматичних палі у водонасичених глинистих ґрунтах м. Одеси у випадку, якщо вони знаходилися в навантаженому стані від конструкцій будівлі (подібно будівельному майданчику 1), або у складі пального поля без навантаження, якщо під час «тривалого відпочинку» не проводилися будівельні роботи і не занурювалися додаткові палі між



існуючими (подібно будівельному майданчику 3). В зазначених умовах при реконструкції чи новому будівництві допускається враховувати підвищення несучої здатності паль на 18-20% в порівнянні з первинними значеннями несучої здатності паль, визначеними до «тривалого відпочинку».

2. При новому будівництві у разі використання існуючого пального поля і при необхідності влаштування додаткових паль, занурення яких впливає на умови роботи існуючих паль (подібно будівельному майданчику 2), встановлена відсутність тенденції до збільшення несучої здатності паль після їхнього «тривалого відпочинку».

Література

1. Методические рекомендации по проведению полевых испытаний и оценке несущей способности забивных свай в обводненных лессовых грунтах. – К.:НИИСП, 1982. 9 с.

2. Бартоломей, А.А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков: под ред. А.А. Бартоломея. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.

3. Табабиров Р.Р. Прогноз увеличения во времени несущей способности свай – текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2019. - №21 (259). – С. 148-150. - URL: <https://moluch.ru/archive/259/59701/>

4. Парамонов, В.Н. Изменение несущей способности забивных свай во времени на открытых площадках и нагруженных конструкциями / В.Н. Парамонов, Т.А. Дунаевская // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2004. – №8. – С. 102 – 106.

5. Швечиков, Ю.В. Результаты повторных испытаний забивных железобетонных свай статической нагрузкой в условиях Санкт-Петербурга / Ю.В. Швечиков, Г.В. Левинтов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – №9. – С. 246 – 250.

6. ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Ґрунти. Методи польових випробувань палями. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. МНТКС, 1997. – 57 с.