

Методика ідентифікації деформаційних параметрів піщаного ґрунтового масиву

Ігор Бойко¹, Анатолій Олійник², Анна Галета³

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037,

¹boyko40@ukr.net, orcid.org/ 0000-0002-6841-0271

²oleynik@gmail.com

³anna_haleta@ukr.net

DOI: 10.32347/0475-1132.42.2021.53-63

Анотація. Тема – «Ідентифікація параметрів основи за результатами статичного зондування ґрунтів» передбачає зіставлення результатів проведених досліджень за національними нормами та за Єврокодами.

Єврокод – це закон, який декларує основні вимоги, але в нашій країні він прямо не діє. Тому ці вимоги слід адаптувати до національних нормативів.

Для ідентифікації параметрів ґрунтів в даній роботі передбачені два варіанти застосування деформаційних характеристик піщаного ґрунтового масиву: 1) визначенні в лабораторних умовах; 2) визначені польовими методами. Потім дані результати будуть використанні для ідентифікації параметрів ґрунтів за допомогою числового моделювання за методом скінченних елементів.

Дослідження й порівняння вишукувань проведено у піщаних ґрунтах.

Наступний крок – при порівнянні результатів проведених польових і лабораторних випробувань ґрунтів встановлювалась достовірність їх величин в зіставленні із найбільш достовірними стандартними методами.

На сьогоднішній день, випробування, проведені у польових умовах за допомогою зондів різного діаметру, натурних та інвентарних паль (ІВП) і штампів (5000кв.см та 600кв.см), згідно національних нормативів можуть відрізнятися від результатів, отриманих по стандартам Єврокодів. Тому, виникає необхідність провести порівняння результатів, отриманих на основі практичних досліджень до вимог законодавства ЄС.

Експериментальні дослідження виконували-



Ігор Бойко
завідувач кафедри
геотехніки
д.т.н., проф.



Анатолій Олійник
доцент кафедри
геотехніки
к.т.н., доц.



Анна Галета
аспірант кафедри
геотехніки

ся на декількох об'єктах в різних містах України. При виборі об'єктів для порівняння приділялась увага схожості геологічного походження ґрунтів. В роботі, частково, використані матеріали практичних польових випробувань кафедри геотехніки минулих років.

У статті розглянуті точки з експериментальних об'єктів вишукувань. Опрацьовані інженерно-геологічні елементи (ІГЕ) піщаних ґрунтів, які залягають по території обраних майданчиків.

Ключові слова. Ідентифікація параметрів ґрунтів, піщані ґрунти, статичне зондування, компресійні випробування.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сьогоднішній день існує декілька методів визначення деформації ґрунтової основи та несучої здатності ґрунтів. Це методики, які впроваджуються шляхом проведення випробувань компресійними приладами у лабораторних умовах та проведенням статичного зондування ґрунтів у польових умовах. Таким чином, виникає необхідність визначитись, яка методика є більш надійною у порівнянні із стандартами Єврокодів. Та, звісно, поряд з вибором методики проведення випробувань різних характеристик ґрунтів стоїть питання збільшення економічної ефективності всього випробувального процесу.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботах багатьох науковців [1, 2, 12, 13] висвітлюється проблема визначення характеристик ґрунтів польовими та лабораторними методами. Зокрема, у [2] автори відмічають, що польові дослідження ґрунтів статичним зондуванням та штамповими випробуваннями підтвердили наявність зв'язку між модулем деформації і граничним опором ґрунту під наконечником крупнорозмірного зонда. Встановлені кореляційні залежності на основі накоплених експериментальних даних дозволить на стадії інженерно-геологічних вишукувань одночасно з величинами опору ґрунту під вістря палі і на її бічній поверхні отримувати дані для визначення модуля деформації ґрунту. Також в даній роботі використано багато табличних даних, які наведені у нормативних документах [3-11].

МЕТА РОБОТИ

Проведені дослідження й порівняння отриманих результатів дадуть можливість створити методику ідентифікації параметрів ґрунтового масиву, підвищити достовірність результатів, забезпечувати надійні рішення, збільшити економічну ефективність. Наукові результати, отримані в дисертації, в майбутньому, можуть бути впро-

ваджені в нормативні та методичні документи й використовуватися на виробництві.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконані й проведені на реальних експериментальних майданчиках - будівельних об'єктах.

Експериментальний майданчик №6.

Житловий масив «Оболонь», 9-й мікрорайон, м. Київ. Сverdловина №6.1.

Ґрунтові умови будівельного майданчика по свердловині №6.1 представлені наступними шарами:

- ПЕ-1 – намитий пісок середньої крупності, середньої щільності, товщиною 3,9 м;
- ПЕ-2 – гумусований ґрунт, товщиною 0,1-0,15 м;
- ПЕ-3 – потужний шар алювіальних пісків товщиною > 5,0 м.

Штампові випробування проведені на глибині – 2,2 м. У результаті штампового випробування штампом 5000 кв.см на глибині 2,2 м визначено модуль деформації ґрунту, який для ПЕ-1 (намитий пісок середньої крупності, середньої щільності) складає $E_{шт}=36,0$ МПа. (Рис. 1).

На цьому ж майданчику, проведені випробування палею ИИС-127 (ІВП) на глибині 2,2м. Розрахунковий опір ґрунту під вістря палі $R=4,9$ МПа. Занурення палі в ґрунт й витягування виконувалося установкою АВБ-2М.

Модуль деформації розрахований за формулою $E=7R=7 \times 4,9 = 34,3$ МПа.

Експериментальний майданчик №7.

Пивзавод «Оболонь», м. Київ. Сverdловина №7.1.

Ґрунтові умови будівельного майданчика по свердловині №7.1 представлені наступними шарами:

- ПЕ-1 – намитий пісок середньої крупності, середньої щільності, товщиною 3,3 м;
- ПЕ-2 – гумусований ґрунт, товщиною 0,3 м;
- ПЕ-3 – потужний шар алювіальних пісків товщиною > 6,0 м.

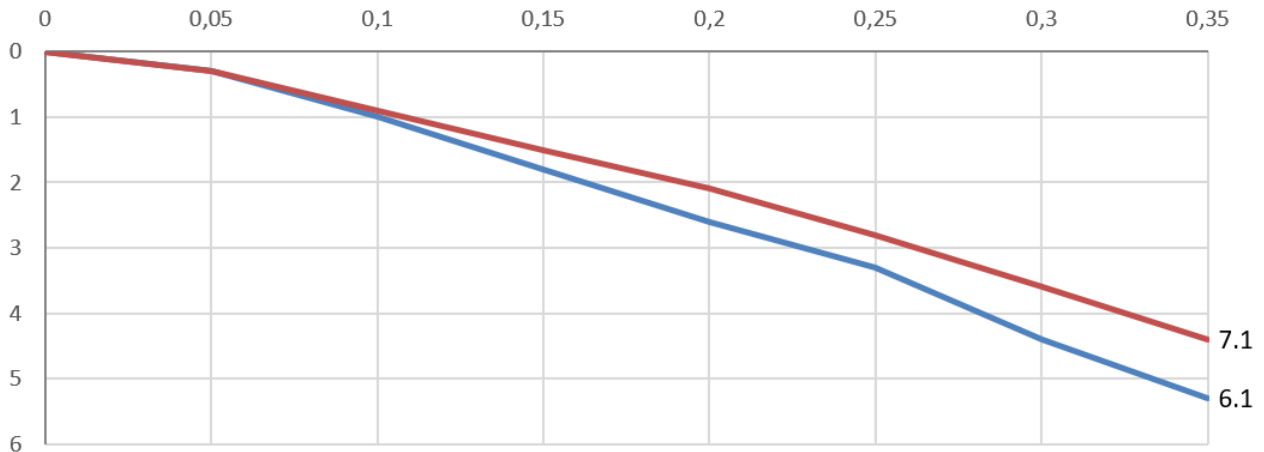


Рис.1. Графік залежності осідання (S) штампу від навантаження (P) у точках 6.1 та 7.1.

Fig.1. Graph of the dependence of sedimentation (S) of the stamp on the load (P) in points 6.1 and 7.1.

У результаті штампного випробування, штампом 5000 кв.см на глибині 1,6 м визначено модуль деформації ґрунту, який для ІГЕ-1 (намитий пісок середньої крупності, середньої щільності) складає $E_{шт}=43,0$ МПа. (Рис. 1).

На цьому ж майданчику проведені випробування палею ІВП-127 на глибині 1,6 м. Розрахунковий опір ґрунту під вістрям палі становить $R=5,0$ МПа. Занурення в ґрунт й витягування палі виконувалося установкою АВБ-2М.

Модуль деформації розрахований за формулою $E=7R=7 \times 5 = 35,0$ МПа.

Експериментальний майданчик №8.

VI мікрорайон житлового масиву «Оболонь», м.Київ. Свердловина №8.1.

Ґрунтові умови будівельного майданчику по свердловині №8.1 представлені наступними шарами:

- ІГЕ-1 – намитий пісок середньої крупності, середньої щільності, товщиною 3,2...3,5 м;
- ІГЕ-2 – гумусований ґрунт, товщиною 0,2 м;
- ІГЕ-3 – потужний шар алювіальних пісків товщиною 5,6 м.

У результаті штампного випробування

штампом 5000 кв.см на глибині 1,5 м визначено модуль деформації ґрунту, який для шару ІГЕ-1 (намитий пісок середньої крупності, середньої щільності) складає $E_{шт}=36,0$ МПа.

На цьому ж майданчику проведені випробування палею ІВП-127 на глибині 1,5м. Розрахунковий опір ґрунту під вістрям палі становить $R=4,9$ МПа. Занурення в ґрунт й витягування палі виконувалося установкою АВБ-2М.

Модуль деформації розрахований за формулою $E=7R=7 \times 4,9 = 34,3$ МПа.

Експериментальний майданчик №9.

Житлові будинки №15, №16 у мікрорайоні житлового масиву «Оболонь», м. Київ. Свердловина №9.1.

Ґрунтові умови будівельного майданчика по свердловині №9.1 представлені наступними шарами:

- ІГЕ-№1 – намитий пісок середньої крупності, середньої щільності, товщиною 4,0...4,5 м;
- ІГЕ-2 – гумусований ґрунт, товщиною 0,2 м.

На майданчику №9 проведені штампні випробування штампом 5000 кв.см та інвентарною палею ІВП-127 на глибині 1,6 м та 4,5 м. У результаті штампного випробу-

вання штампом 5000 кв.см на глибині 1,6 м визначено модуль деформації ґрунту, який для шару ІГЕ-1 (намитий пісок середньої крупності, середньої щільності) складає $E_{шт}=40,0$ МПа.

На цьому ж майданчику проведені випробування палею ІВП-127 на глибині 1,6 м. Розрахунковий опір ґрунту під вістрям палі становить $R=5,6$ МПа. Занурення в ґрунт й витягування палі виконувалося установкою АВБ-2М.

Модуль деформації розрахований за формулою $E=7R=7 \times 5,6 = 39,2$ МПа.

На глибині 4,5м модуль деформації ґрунту становить $E_{шт}=25,0$ МПа.

Випробування палею ІВП-127 на глибині 4,5м дало показник розрахункового опору ґрунту під вістрям палі $R=3,26$ МПа.

Модуль деформації (за даними статичного зондування) розрахований за формулою $E=7R=7 \times 3,26 = 22,82$ МПа.

Експериментальний майданчик №12.

Будівництво житлового 9-ти поверхового будинку по вул. Єрванська, 8а, м.Київ.

Геологічну будову майданчику представлено наступними напластуваннями ґрунтів: з поверхні до глибини 3,4...5,5м насипні ґрунти, які переходять у дрібний пісок, змішаний з будівельним сміттям шаром 0,5м, нижче якого йде шар дрібного піску середньої щільності. Ґрунтові води до глибини 11,0 м не виявлені. На даному майданчику було випробувано пробну натурну палею №10 статичним навантаженням, перерізом 30х30см, довжиною 8м. Забиту на глибину $L_{палі}=4,6$ м. (Підошва палі – дрібний пісок).

Навантаження на пробну палею №10 було доведено до 70 тон. Відповідні осідання при цьому для палі №10 – 5,7мм. Несуча здатність палі: $R_{10}=R_c=0,8 \times 70=56$ тс. Розрахунковий опір під вістрям палі склав: $R_{Н.П.}=6,12$ МПа. Модуль деформації ґрунту при випробуваннях натурної палі №10 розрахований за формулою $E_{шт}=42,8$ МПа.

Біля натурної палі №10, було проведено випробування палі ІВП – 127. Розрахунковий опір під вістрям палі склав: $R_{ІВП-127}=$

$660\text{т}/\text{м}^2=6,472$ МПа. Несуча здатність палі згідно даних випробування ІВП – 127 становить: $R_u=61$ тс.

Коефіцієнт $m=R_c/R_u=56/61=0,92$.

Модуль деформації ґрунту при випробуваннях ІВП розрахований за формулою $E=7R=7 \times 6,472 = 45,304$ МПа= 45,3 МПа.

Експериментальний майданчик №14.

Будівництво житлового будинку. Ділянка нової забудови житлового масиву Троещина. Майданчик вишукувань розташований вздовж вулиці Милославської навпроти перетину з проспектом Володимира Маяковського у Деснянському районі м.Києва.

Геологічна будова ділянки розвідана на глибину до 20 метрів від денної поверхні:

- ІГЕ-1 - насипний (намивний) шар - пісок кварцовий, середньої крупності та дрібний, середньої щільності, жовто-сірий;
- ІГЕ-2 - насипний (намивний) шар - пісок кварцовий, середньої крупності та дрібний, щільний, жовто-сірий;
- ІГЕ-3 - рослинний та супісок пилюватий, пластичний та текучий нижче рівня гр.вод, місцями в підошві шару слабо замулений, сірий, темно сірий до чорного, в підошві сіро-зелений;
- ІГЕ-4 - пісок кварцовий, дрібний, щільний, насичений водою, з проверстками пластичного супіску, сірий, жовто-сірий;
- ІГЕ-5 - суглинок легкий пилюватий, м'якопластичний, темно-сірий;
- ІГЕ-6 - пісок кварцовий, середньої крупності, щільний, насичений водою, світло-сірий.

Для визначення характеристик міцності та деформативності ґрунтів, виявлення неоднорідності заляганні ґрунтів, виконано статичне зондування ґрунтів зондом другого типу до глибини 20 метрів від денної поверхні. Результати вишукувань й графіки зондування приведено нижче на Рис. 2 і 3. Значення модуля деформації при статичному зондуванні наведено у Табл. 1 і Табл. 2.

На основі проведених польових випробувань і лабораторних досліджень ґрунтів визначені нормативні та розрахункові пока-

зники ґрунтів. Розрахункові показники за несучою здатністю визначені при коефіцієнті довірчої ймовірності $\alpha=0,95$, а за деформаціями при $\alpha=0,85$.

Діаметр зонду $d=36\text{мм}$. Площа $F=10\text{см}^2$.

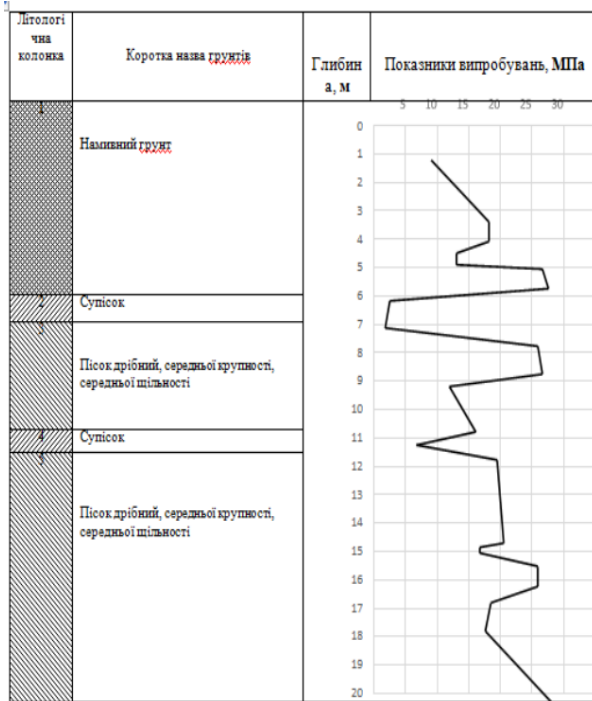


Рис.2. Геологічна колонка та графік статичного зондування. Точка 1.

Fig.2. Geological column and schedule of static sounding. Point 1.

Табл. 1. Значення модуля деформації (E, МПа) при статичному зондуванні ґрунту. Точка 1.

Table 1. The value of the modulus of deformation (E, MPa) when static sounding of the soil. Point 1.

Глибина випробування, h, м	Модуль деформації ґрунту, E, МПа
3,5...4,5	18,0
5,0	13,0
5,0...6,0	26,0
6,0...7,5	3,0...4,0
8,0...9,0	26,0
9,0...11,5	15,0
12,0...15,0	20,0
15,5...16,0	25,0

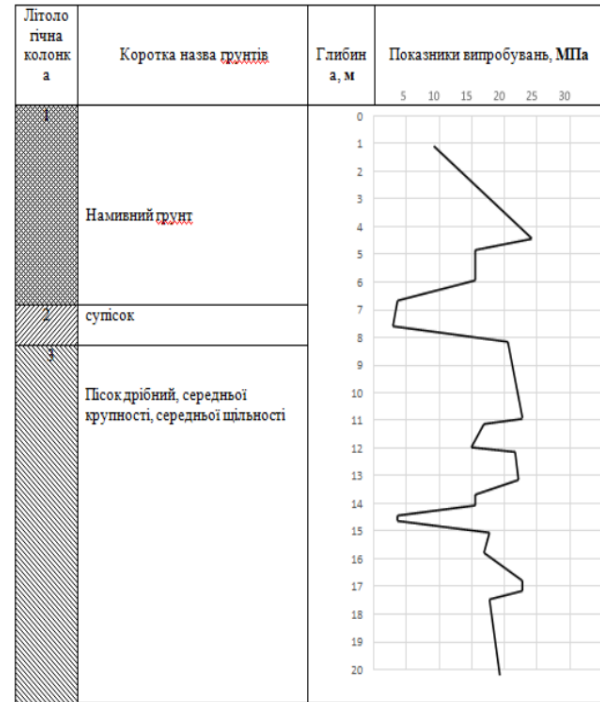


Рис.3. Геологічна колонка та графік статичного зондування. Точка 3.

Fig.3. Geological column and schedule of static sounding. Point 3.

Табл. 2. Значення модуля деформації (E, МПа) при статичному зондуванні ґрунту. Точка 3.

Table 2. The value of the modulus of deformation (E, MPa) when static sounding of the soil. Point 3.

Глибина випробування, h, м	Модуль деформації ґрунту, E, МПа
3,5...4,5	20,0
4,5...6,0	16,0
6,0...8,0	4,0
8,0...11,0	22,0
11,0...12,0	15,0
12,0...13,0	22,0
13,0...14,0	15,0
14,0...15,0	5,0
15,0...20,0	18,0

Експериментальний майданчик №15.

Далі у даній роботі проведено лабораторними методами компресійні випробування міцності намивних пісків. Для компресійних випробувань були відібрані зразки на-

мивного піску непорушеної структури з мапи наміву у VIII мікрорайоні житлового масиву «Оболонь».

Компресійні випробування проведені у приладах конструкції Абелева М.Ю. зі збереженням істотної вологості за методикою повільного стискування з утриманням кожної сходинок до повної стабілізації. Показники ущільнення (α) знаходяться у середньому проміжку 0,013-0,0085 кв.см/кг, що дозволяє віднести випробувані ґрунти до середньо стискуємих.

Узагальнені модулі деформації E_0 для 6-х випробувань змінюються від 177 до 350 кг/кв.см.

Розрахунок модулів деформації представлений на графіках (Рис. 4) з доданими таблицями (дивитись нижче Табл. 3-9).

Табл. 3. Компресійні випробування ґрунту. Визначення модуля деформації (E , МПа). Точка 1.
Table 3. Soil compression tests. Determination of deformation modulus (E , МPa). Point 1.

W%	$\gamma_{об.}$ гр./см ²	$\gamma_{ск.}$ гр./см ²	n	ϵ_0
2,83	1,65	1,62	0,39	0,65

P	$\Delta h'$	$\Delta \epsilon$	ϵ_n	α	E_0
0,2	0,05	0,0013	0,6479	0,028	47,1
0,3	0,12	0,0030	0,6451	0,026	50,8
0,4	0,18	0,0047	0,6425	0,024	55,0
0,5	0,23	0,0060	0,6401	0,023	57,4
0,6	0,28	0,0071	0,6378	0,005	264,0
0,7	0,30	0,0080	0,6373	0,026	50,8
0,8	0,34	0,0093	0,6347	0,030	44,0
0,9	0,38	0,0103	0,6317	0,016	88,0
1,0	0,46	0,0120	0,6302	0,0088	148,1
2,0	0,64	0,0173	0,6214	0,0057	228,6
3,0	0,75	0,0204	0,6157	0,0048	266,7
4,0	0,87	0,0237	0,6109	0,0034	381,0
5,0	0,95	0,0257	0,6075		

$\alpha_{cp}=0,0115 \quad E_{0cp}=228,2$

Як показують компресійні випробування намівних пісків непорушеної структури, стисливість їх до навантажень в середньому 0,3...0,5 кг/кв.см, незначна. Це може бути пов'язано з подоланням виниклих структурних зв'язків й щеплення частинок. З цього випливає, що абсолютне значення структурної міцності являється частиною цих навантажень, які характеризують початок стискування.

Узагальнююча таблиця усереднених фізико-механічних характеристик намівних піщаних ґрунтів природної вологості наведені у Табл. 10.

Табл. 4. Компресійні випробування ґрунту. Визначення модуля деформації (E , МПа). Точка 2.
Table 4. Soil compression tests. Determination of deformation modulus (E , МPa). Point 2.

W%	$\gamma_{об.}$ гр./см ²	$\gamma_{ск.}$ гр./см ²	n	ϵ_0
3,34	1,67	1,62	0,39	0,64

P	$\Delta h'$	$\Delta \epsilon$	ϵ_n	α	E_0
0,2	0,06	0,0017	0,6373	0,039	33,7
0,3	0,15	0,0040	0,6334	0,021	62,5
0,4	0,20	0,0053	0,6313	0,028	47,0
0,5	0,26	0,0070	0,6285	0,021	62,5
0,6	0,30	0,0083	0,6364	0,016	82,0
0,7	0,34	0,0093	0,6248	0,020	65,6
0,8	0,38	0,0106	0,6228	0,008	164,0
0,9	0,40	0,0110	0,6220	0,023	57,0
1,0	0,49	0,0136	0,6177	0,0122	106,7
2,0	0,75	0,0210	0,6055	0,0054	235,3
3,0	0,87	0,0243	0,6001	0,0055	228,6
4,0	0,99	0,0271	0,5946	0,0043	300,0
5,0	1,09	0,0303	0,5903		

$\alpha_{cp}=0,013 \quad E_{0cp}=200,5$

Табл. 5. Компресійні випробування ґрунту.
Визначення модуля деформації (E, МПа).
Точка 3.

Table 5. Soil compression tests. Determination of
deformation modulus (E, MPa). Point 3.

W%	Уоб. гр./см ²	Уск. гр./см ²	n	ε ₀
9,88	1,68	1,53	0,42	0,76

P	Δh'	Δε	ε _n	α	E ₀
0,2	0,05	0,0013	0,7567	0,008	178,0
0,3	0,10	0,0030	0,7559	0,03	46,9
0,4	0,16	0,0039	0,7529	0,012	117,3
0,5	0,19	0,0043	0,7517	0,023	64,2
0,6	0,23	0,0055	0,7494	0,071	128,0
0,7	0,26	0,0063	0,7483	0,012	117,3
0,8	0,28	0,0070	0,7471	0,012	117,3
0,9	0,31	0,0082	0,7459	0,028	30,3
1,0	0,37	0,0095	0,7431	0,0060	235,0
2,0	0,51	0,0126	0,7371	0,0047	300,0
3,0	0,61	0,0156	0,7324	0,0036	381,0
4,0	0,69	0,0172	0,7288	0,0037	400,0
5,0	0,77	0,0197	0,7253		

$$\alpha_{cp}=0,085 \quad E_{0cp}=350$$

Табл. 7. Компресійні випробування ґрунту.
Визначення модуля деформації (E, МПа).
Точка 5.

Table 7. Soil compression tests. Determination of
deformation modulus (E, MPa). Point 5.

W%	Уоб. гр./см ²	Уск. гр./см ²	n	ε ₀
18,46	1,73	1,43	0,45	0,80

P	Δh'	Δε	ε _n	A	E ₀
0,2	0,10	0,003	0,7946	0,006	240,0
0,3	0,13	0,0031	0,7940	0,031	46,4
0,4	0,19	0,0050	0,7909	0,025	57,6
0,5	0,24	0,0063	0,7884	0,044	32,7
0,6	0,30	0,0071	0,7840	0,014	103,0
0,7	0,35	0,0096	0,7826	0,030	48,0
0,8	0,40	0,0110	0,7796	0,036	40,0
0,9	0,47	0,0133	0,7760	0,014	103
1,0	0,57	0,0143	0,7746	0,0094	151
2,0	0,70	0,0193	0,7652	0,0054	258
3,0	0,81	0,0223	0,7598	0,0055	258
4,0	0,92	0,0253	0,7543	0,0029	500
5,0	0,99	0,010	0,7514		

$$\alpha_{cp}=0,012 \quad E_{0cp}=239,3$$

Табл. 6. Компресійні випробування ґрунту.
Визначення модуля деформації (E, МПа).
Точка 4.

Table 6. Soil compression tests. Determination of
deformation modulus (E, MPa). Point 4.

W%	Уоб. гр./см ²	Уск. гр./см ²	n	ε ₀
7,68	1,78	1,65	0,37	0,72

P	Δh'	Δε	ε _n	α	E ₀
0,2	0,23	0,0060	0,7173	0,029	47,4
0,3	0,3	0,0080	0,7144	0,030	45,8
0,4	0,36	0,0098	0,7114	0,015	91,6
0,5	0,4	0,0110	0,7099	0,030	45,8
0,6	0,45	0,0122	0,7069	0,007	195,1
0,7	0,47	0,0133	0,7062	0,027	50,9
0,8	0,53	0,0150	0,7035	0,017	81,0
0,9	0,56	0,0167	0,7018	0,042	32,7
1,0	0,73	0,0198	0,6976	0,0134	100
2,0	0,89	0,0240	0,6842	0,0084	160
3,0	0,08	0,0289	0,6758	0,0036	363,6
4,0	0,16	0,0321	0,6722	0,005	266,7
5,0	0,27	0,0416	0,6672		

Табл. 8. Компресійні випробування ґрунту.
Визначення модуля деформації (E, МПа).
Точка 6.

Table 8. Soil compression tests. Determination of
deformation modulus (E, MPa). Point 6.

W%	Уоб. гр./см ²	Уск. гр./см ²	n	ε ₀
14,53	1,67	1,46	0,55	0,81

P	Δh'	Δε	ε _n	α	E ₀
0,2	0,07	0,002	0,8084	0,018	80,5
0,3	0,12	0,003	0,8046	0,018	80,5
0,4	0,16	0,004	0,8028	0,029	50,0
0,5	0,22	0,0056	0,7999	0,043	34,1
0,6	0,29	0,008	0,7956	0,019	76,2
0,7	0,35	0,009	0,7937	0,057	25,4
0,8	0,41	0,0116	0,7880	0,004	362,0
0,9	0,45	0,0126	0,7876	0,035	41,4
1,0	0,51	0,0143	0,7841	0,0086	162,6
2,0	0,69	0,0195	0,7754	0,0081	177,8
3,0	0,85	0,0236	0,7673	0,0050	285,7
4,0	0,95	0,0263	0,7623	0,0023	615,4
5,0	1,04	0,0286	0,7600		

$$\alpha_{cp}=0,013 \quad E_{0cp}=225,2$$

Табл. 9. Компресійні випробування ґрунту. Визначення модуля деформації (E, МПа). Точка 7.

Table 9. Soil compression tests. Determination of deformation modulus (E, MPa). Point 7.

W%	γ _{об.} гр./см ²	γ _{ск.} гр./см ²	n	ε ₀
24,03	1,99	1,60	0,24	0,65

P	Δh'	Δε	ε _n	α	E ₀
0,2	0,06	0,0010	0,651	0,06	26,4
0,3	0,11	0,0026	0,646	0,03	44,0
0,4	0,16	0,0040	0,643	0,014	94,2
0,5	0,18	0,0043	0,6429	0,006	220,0
0,6	0,21	0,0053	0,6423	0,023	37,4
0,7	0,25	0,0063	0,640	0,01	132,0
0,8	0,27	0,0070	0,639	0,027	50,0
0,9	0,32	0,0083	0,6363	0,016	82,3
1,0	0,36	0,0093	0,6347	0,0057	228,6
2,0	0,50	0,0126	0,629	0,004	320,0
3,0	0,60	0,0153	0,625	0,004	320,0
4,0	0,68	0,0173	0,621	0,002	666,7
5,0	0,75	0,0190	0,619		

$\alpha_{cp}=0,008 \quad E_{0cp}=323,6$

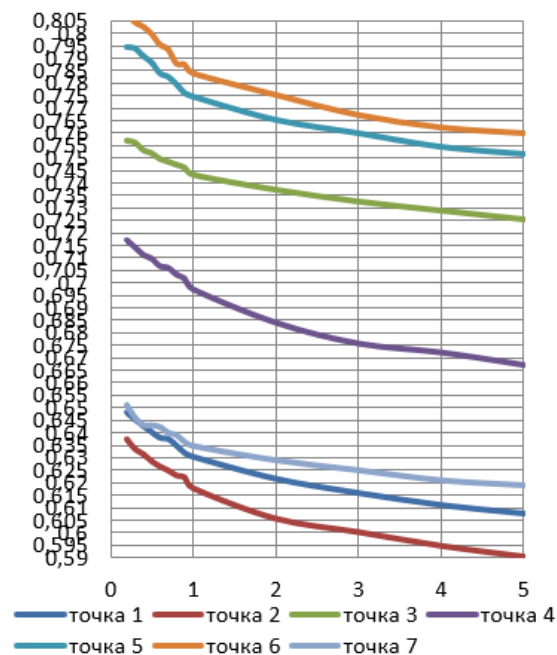


Рис.4. Графіки розрахунку модулів деформації: м.Київ, житловий масив «Оболонь», VIII мікрорайон.

Fig.4. Graphs of calculation of deformation modules: Kyiv, Obolon housing estate, VIII microdistrict.

Табл. 10. Узагальнююча таблиця усереднених фізико-механічних характеристик намивних піщаних ґрунтів природної вологості (для м.Києва).

Table 10. Generalized table of averaged physical and mechanical characteristics of alluvial sandy soils of natural humidity (for Kyiv).

№ІГЕ Назва майданчика	Щільність ґрунту, г/см ³	Природна вологість, д.о.	Коефіцієнт пористості, д.о.	Кут внутрішнього тертя, градуси	Питоме зчеплення, кПа	Модуль деформації, лабораторні методи, МПа	Модуль деформації, польові методи, МПа		
							Штамп 5000 кв.см	ІВП-127	Зонд 10 кв. см, d=36 мм
	ρ	W	e	φ	c	E	E _{шт}	E _{ІВП}	E _З
6.- ІХм.р. Оболонь	1,73	0,048	0,61	32	1	18,0	36,0	34,3	
7.- Пивзавод «Оболонь»	1,85	0,054	0,61	32	1,5	22,0	43,0	35,0	
8.- VI м.р./ж.м. Оболонь	1,86	0,042	0,56	30	1	18,0	36,0	34,3	
9.- ж.б.№15,№16ж.м.Оболонь	1,71	0,033	0,61	32	1	26,0	40,0	39,2	
12.- 9-ти поверх.б., вул. Єреванська- 8а	1,76	0,021	0,59	31	1	29,0	42,8	45,3	
14- тчк.1 будівн.ж.б., ж.м.Троєщина, перетин вул. Милославська з пр.Маяковського, р-н Деснянський	1,67	0,028	0,65	30	2	16,0			24,0
14- тчк.3 будівн.ж.б., ж.м.Троєщина, перетин вул. Милославська з пр.Маяковського, р-н Деснянський	1,69	0,028	0,65	30	2	9,0			16,0
15- VIII м.район ж.м.Оболонь	1,81	0,031	0,59	33	1,5	24,0	38,1	35,0	

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В результаті проведених розрахунків з врахуванням різних параметрів ґрунтів, отриманих різними методами – лабораторними та польовими дослідженнями (статичне зондування), та порівнявши отримані результати, робимо висновок:

Накопичені результати в польових умовах і в лабораторних дають дані, які відрізняються між собою до 6 раз.

Співвідношення Ешт/Ек, визначене І.А. Агішевим і О.І. Ігнатовою та включене до нормативів ще у 1974 р., становить $1 \div 6$ для міцних ґрунтів, а для слабких - $2 \div 3$ раз.

Відомо, що всі ґрунти не попадають під ці залежності. Тому що залежно від регіону одні й ті ж самі назви ґрунтів можуть мати різні коефіцієнти.

Поставлена задача полягає у тому, щоб в кожному регіоні оперативними методами зондування саме ці коефіцієнти уточнювати. Відповідно, для проведення уточнення може бути використана ІВП-127, тому що її модель більша за своїми розмірами й наближає до тих параметрів штампів. Цей метод відносно штампових випробувань не дорогий і забезпечує достовірні результати.

Проведені випробування інвентарною палею ІВП-127 дають результати з невеликою похибкою відносно випробувань штампами. Ця похибка не перебільшує 5%. Треба зазначити, що собівартість випробування ІВП-127 набагато нижча, складає ~40% від штампових випробувань. Це майже в 3 рази менше від собівартості випробувань ґрунтів штампами. Така різниця пояснюється тим, що установка штампа на місце й монтаж анкерно-ричажної системи потребує високої кваліфікації й значно більше трудозатрат, ніж ІВП-127. Тому, доцільніше використовувати цей варіант.

Уточнення можна проводити й зондами малого діаметру, такі уточнення дадуть менш точні показники, але – це досить економічний варіант. Тому, його досить часто застосовують на практиці.

Для того, щоб наблизити отримані результати зондування до результатів зонду-

вання у ЄС, треба міняти вихідну базу. В ЄС використовують зонд з датчиком порового тиску, а це інший тип зонду. Тому для гармонізації методик визначення модуля деформації ґрунту спершу необхідно проводити комплексні випробування ґрунтів статичним зондуванням українським та європейським обладнанням одночасно на одному і тому ж самому об'єкті та порівнювати результати дослідження.

Аналіз отриманих результатів показує, що вони дають великий діапазон неузгодженостей. Для певних видів ґрунтів слід робити уточнення.

З проведеного аналізу випливає, що метод випробування ґрунтового масиву ІВП-127 є ефективним. Така модель найбільш наближена до тих параметрів, які використовуються на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баркан Д.Д. О зависимости между упругими и прочностными характеристиками грунтов / Д.Д. Баркан, Ю.Г. Трофименков, М.Н. Голубцова // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. - М.: Стройиздат – 1974. - №1. - с.29-31.
2. Грутман М.С. Определение модуля деформации грунта с помощью крупноразмерного зонда / М.С. Грутман, И.П. Бойко, И.Ф. Потапенко, Л.А. Ходоркин // *Основания и фундаменты: Республиканский межведомственный научно-технический сборник*. – К.: Будівельник. – 1974. – Вып. 7. – С. 29-31.
3. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985. – 55с.
4. СНиПП-15-74. Строительные нормы и правила. – М.: Стройиздат, 1975. – 86с.
5. Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1-2004, IDT). ДСТУ-Н Б EN1997-1:2010. – К.: Будівельник, 2011р. – 158с.
6. ГОСТ 5686-78. Сваи. Методы полевых испытаний. – М.: Изд.стандартов, 1978. – 24с.
7. ГОСТ 20276-85. Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости. – М.: Изд.стандартов, 1985. – 47с.

8. ГОСТ 12374 -66. Грунты. Методы полевого испытания статическими нагрузками. – М.: Изд.стандартов, 1966. – 16с.
9. ГОСТ 200069-81. Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. – М.: Изд.стандартов, 1981. – 13с.
10. Визначення фізико-механічних властивостей намівних ґрунтів й параметрів фундаментів. Отчет по теме 89-75. Рукопис. – К.: КИСИ, 1978г.- №гос.рег.75060483, с. 139.
11. РСН – 229-80. Інструкція з визначення несучої здатності паль за результатами випробувань інвентарних паль. – К.: Мінрегіонбуд України, 1980. – 19с.
12. Трофименков Ю.Г. О точности определения несущей способности свай по результатам статического зондирования грунтов / Ю.Г. Трофименков. – М.: Стройиздат, 1981.- 212 с.
13. Трофименков Ю.Г. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов / Ю.Г. Трофименков, А.Н. Воробков. – М.: Стройиздат, 1974 г. – 176 с.
6. GOST 5686-78. (1978). Sway. Metody polevykh yspytanyi [Piles: Field Test Methods]. Moskva: Yzd. Standartov, 24 (in Russian).
7. GOST 20276-85. (1985). Hrunty. Metody polevoho opredelenyia kharakterystyk deformyruemosti [Soils. Methods for field determination of deformability characteristics]. Moskva: Yzd. Standartov, 47 (in Russian).
8. GOST 12374 -66. (1966). Hrunty. Metody polevoho yspytanyia statycheskymy zahruzkamy [Soils. Methods of field testing with static loads]. Moskva: Yzd. Standartov, 16 (in Russian).
9. GOST 200069-81. (1981). Hrunty. Metod polevoho yspytanyia statycheskym zondirovanyem [Soils. Field test method by static probing]. Moskva: Yzd. Standartov, 13 (in Russian).
10. Report on the topic 89-75. Manuscript. (1978). Vyznachennia fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei namyvnykh hruntyv y parametriv fundamentiv [The designation of the physical and mechanical powers of the ground soils parameters of the foundations]. State registration No. 75060483. Kyiv: KYSY, 139 (in Ukrainian).
11. RSN - 229-80. (1980). Instruktsiia z vyznachennia nesuchoi zdatnosti pal za rezultatamy vyprobuvan inventarnykh pal [Instructions on the value of bad health of fingers for the results of viprobauan inventory fingers]. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 19 (in Ukrainian).
12. Trofimenkov Yu.G. (1981). O tochnosti opredelenyia nesushchei sposobnosti svai po rezultatam statycheskoho zondirovanyia hruntyv [On the accuracy of determining the bearing capacity of piles based on the results of static sounding of soils]. Moskva: Strojizdat, 212 (in Russian).
13. Trofimenkov Yu.G., Vorobkov A.N. (1974). Polevye metody yssledovanyia stroytelnykh svoistv hruntyv [Field methods of studying the building properties of soils]. Moskva: Strojizdat, 176 (in Russian).

REFERENCES

1. Barkan D.D., Trofimenkov Y.G., Golubtsova M.N. (1974). O zavysymosti mezhdu upruhymy u prochnostnyy kharakterystykamy hruntyv [On the relationship between the elastic and strength characteristics of soils]. *Osnovaniya, fundamenti y mekhanika hruntyv*. Moskva: Strojizdat, 1, 29-31 (in Russian).
2. Hrutman M.S., Boyko I.P., Potapenko Y.F., Khodorkyn L.A. (1974) Opredelenye modulia deformatsyy hrunta s pomoshchiu krupnorazmernoho zonda [Determination of soil deformation modulus using a large probe]. *Osnovaniya i fundamenti: Respublykanskyi mezhdomestvennyi nauchno-tekhnicheskyyi sbornik*. Kyiv: Budivelnyk, 7, 29-31 (in Russian).
3. SNiP 2.02.01-83. (1985). Osnovaniya zdanyi y sooruzheniy [Foundations of buildings and structures]. Moskva: Strojizdat, 55 (in Russian).
4. SNiPII-15-74. (1975). Stroytelnye normy y pravyla [Building norms and rules]. Moskva: Strojizdat, 86 (in Russian).
5. Eurocode 7. (2011). Heotekhnichne proektuvannia. Chastyna 1. Zahalni pravyla [Geotechnical design. Part 1. Heading rules]. (EN 1997-1-2004, IDT). DSTU-N B EN1997-1: 2010. Kyiv: Budivelnyk, 158 (in Ukrainian).

Identification methodology of deformation parameters of sandy soil massif

*Igor Boyko,
Anatoly Oleynik,
Anna Haleta*

Summary. Topic – «Identification of the parameters of the base by the results of static soil sounding» involves comparing the results of research on national standards and Eurocodes.

Eurocode is a law that declares the basic requirements, but in our country it does not apply directly. Therefore, these requirements should be adapted to national standards.

To identify the parameters of soils in this paper provides two options for the application of deformation characteristics of sandy soil: 1) determination in the laboratory; 2) determined by field methods. These results will then be used to identify soil parameters using numerical finite element modeling.

Research and comparison of surveys were conducted in sandy soils.

The next step - when comparing the results of field and laboratory tests of soils established the accuracy of their values in comparison with standard methods.

To date, field tests using probes of different diameters, natural and inventory piles (ITP) and dies (5000 sq. cm and 600 sq. cm), according to national standards, may differ from the results obtained by Eurocode standards. Therefore, it is necessary to compare the results obtained on the basis of practical research with the requirements of EU legislation.

Experimental studies were performed at several sites in different cities of Ukraine. When selecting objects for comparison, attention was paid to the similarity of the geological origin of soils. In the work, in part, the materials of practical field tests of the department of previous years are used/

The article considers points from experimental objects of research. Processed engineering-geological elements (EGE) of sandy soils, which lie on the territory of selected sites.

Key words. Identification of soil parameters, sandy soils, static sounding, compression tests.